

Manuel d'utilisation de I-Simpa

Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

Auteurs :

Judicaël Picaut et Nicolas Fortin

Version du code:

V1.2.1

Date du document:

10 juin 2011

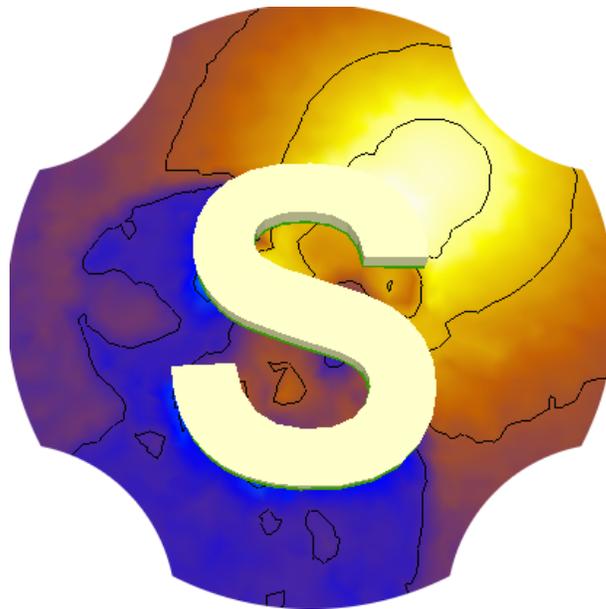


Table des matières

Table des matières	2
Table des matières détaillée	5
Table des matières	5
Table des figures	13
Liste des tableaux	16
1 Introduction	19
1.1 Présentation de I-Simpa	19
1.2 Licence	19
1.3 Présentation du document	19
1.4 Conventions du document	20
1.5 Contact	20
1.6 Notes de version	20
2 Présentation générale	27
2.1 Configuration minimale	27
2.2 Fonctionnalités	27
2.3 Installation de l'interface	30
2.4 Mise à jour de l'interface	35
2.5 Désinstallation de l'interface	35
2.6 Lancement de l'interface	36
3 Présentation détaillée de l'interface	39
3.1 Description générale	39
3.2 Barre des menus	40
3.3 Barre d'outils	52
3.4 Fenêtre « Projet »	54
3.5 Fenêtre « Propriétés »	79
3.6 Fenêtre « Console »	79
3.7 Fenêtre « Vue 3D » (ou fenêtre centrale)	80
4 Thématiques	81
4.1 Introduction	81
4.2 Configuration d'une scène	81
4.3 Configuration et exécution du calcul	89
4.4 Post-traitement des résultats	90
4.5 Visualisation des résultats	93
5 Tutoriaux	97
5.1 Étude acoustique d'une salle de cours	97

5.2	Étude acoustique du Hall Elmia	102
5.3	Étude acoustique d'un hall industriel	108
5.4	Réalisation de scripts « utilisateur »	115
A	Paramètres acoustiques calculés par I-Simpa	125
A.1	Introduction et notations	125
A.2	Critères de niveau sonore	125
A.3	Impression de réverbération	125
A.4	Critères de clarté	126
A.5	Critères de spatialisation	126
A.6	Critères de scène	127
A.7	Valeurs moyennées en fréquence et valeurs globales	127
A.8	Valeurs recommandées	127
B	Messages d'erreur et d'avertissement	129
B.1	Messages d'erreur	130
B.2	Messages d'avertissement	131
C	Liste des normes de référence	133
C.1	ISO 9613-1	133
C.2	NF ISO 639-1	133
C.3	ISO 9613-1 :1993	133
C.4	NF ISO 639-2	133
C.5	NF ISO 639-3	133
C.6	NF ISO 639-4	134
C.7	NF ISO 639-5	134
C.8	NF ISO 639-6	134
C.9	NF EN ISO 3382-1	134
D	Personnalisation des icônes	135
D.1	Procédure	135
D.2	Description des icônes	137
E	Personnalisation des fichiers de langue	147
E.1	Principe	147
E.2	Proposer et installer sa propre traduction	147
F	Personnalisation des palettes de couleur	149
G	Toolbox Python™	151
G.1	Principe	151
G.2	Développement d'une toolbox	151
G.3	Installation d'une toolbox	151
G.4	Principe	151
G.5	Proposer et installer sa propre traduction	152
G.6	Toolboxes « standard »	152
G.7	Toolboxes « utilisateur »	152
H	Format des fichiers E/S I-Simpa	153
H.1	Principe	153
H.2	Contenu et format du fichier de configuration	153
H.3	Contenu et format du fichier de modèle géométrique .cbin	160
H.4	Contenu et format du fichier du maillage du modèle .mbin	160
H.5	Format des fichiers de résultat	162
	Acronymes	167

Table des matières

Table des matières	2
Table des matières détaillée	5
Table des matières	5
Table des figures	13
Liste des tableaux	16
1 Introduction	19
1.1 Présentation de I-Simpa	19
1.2 Licence	19
1.3 Présentation du document	19
1.3.1 Utiliser I-Simpa	19
1.3.2 Personnaliser I-Simpa	20
1.3.3 Développer I-Simpa	20
1.4 Conventions du document	20
1.4.1 Environnements	20
1.4.2 Conventions typographiques	20
1.5 Contact	20
1.6 Notes de version	20
2 Présentation générale	27
2.1 Configuration minimale	27
2.2 Fonctionnalités	27
2.2.1 Géométrie de la scène	27
2.2.2 Gestion et propriétés des matériaux	27
2.2.3 Gestion et propriétés des sources sonores	28
2.2.4 Définition des récepteurs pour les calculs acoustiques	28
2.2.5 Définition d'un encombrement dans le domaine	28
2.2.6 Définition des données environnementales	28
2.2.7 Génération de maillages pour les calculs acoustiques	28
2.2.8 Post-traitement des résultats (suivant le code de calcul)	28
2.2.9 Rendu de la scène	29
2.2.10 Interface	29
2.2.11 Manipulation de l'interface et des données	29
2.2.12 Installation et mise à jour	29
2.2.13 Codes de calcul compatibles	29
2.2.14 Divers	29
2.3 Installation de l'interface	30
2.4 Mise à jour de l'interface	35
2.5 Désinstallation de l'interface	35
2.6 Lancement de l'interface	36

3	Présentation détaillée de l'interface	39
3.1	Description générale	39
3.1.1	Éléments de l'interface	39
3.1.2	Modularité de l'interface	39
3.1.2.1	Modularité des fenêtres	39
3.1.2.2	Modularité des onglets	39
3.1.2.3	Modularité de la barre d'outils	40
3.2	Barre des menus	40
3.2.1	Menu « Fichier »	40
3.2.1.1	Nouveau projet	41
3.2.1.2	Ouvrir un projet	41
3.2.1.3	Importer une scène	41
3.2.1.3.1	Formats de fichier 3D compatibles :	41
3.2.1.3.2	Paramètres d'importation :	41
3.2.1.3.2.1	Opération de remaillage approximatif du modèle	41
3.2.1.3.2.2	Essayer de réparer le modèle	43
3.2.1.3.2.3	Effectuer un maillage surfacique	43
3.2.1.3.2.4	Association automatique des surfaces	43
3.2.1.3.2.5	Fusionner les surfaces coplanaires	44
3.2.1.4	Exporter la scène	44
3.2.1.5	Créer la scène	44
3.2.1.6	Enregistrer le projet	44
3.2.1.7	Enregistrer le projet sous	44
3.2.1.8	Enregistrer une copie du projet	44
3.2.1.9	Projets récents	44
3.2.1.10	Quitter	44
3.2.2	Menu « Edition »	44
3.2.2.1	Annuler	44
3.2.2.2	Rétablir	45
3.2.3	Menu « Simulation »	45
3.2.3.1	Lecture simulation	45
3.2.3.2	Pause simulation	45
3.2.3.3	Fermer simulation	45
3.2.3.4	Mailler le modèle	45
3.2.4	Menu « Outils »	45
3.2.4.1	Traitement des fichiers de résultats	45
3.2.4.1.1	► Différencier des récepteurs de surface :	45
3.2.4.2	Options de l'interface	45
3.2.4.2.1	Général	45
3.2.4.2.1.1	Historique	46
3.2.4.2.2	Rendu 3D	46
3.2.4.2.2.1	Animations	46
3.2.4.2.2.2	Carte de bruit	46
3.2.4.2.2.3	Général	47
3.2.4.2.2.4	Légende	47
3.2.4.2.2.5	Particules	47
3.2.5	Menu « Affichage »	47
3.2.5.1	Faces	48
3.2.5.1.1	► Extérieur :	48
3.2.5.1.2	► Intérieur :	48
3.2.5.1.3	► Aucune :	48
3.2.5.2	Couleur modèle	48
3.2.5.2.1	► Original :	48
3.2.5.2.2	► Matériau associé :	48

3.2.5.3	Lignes	48
3.2.5.3.1	▶ Calcul automatique du contour	48
3.2.5.3.2	▶ Aucune :	48
3.2.5.3.3	▶ Toutes :	48
3.2.5.3.4	▶ Contour :	48
3.2.5.4	Cacher le maillage	48
3.2.5.5	Réinitialiser la caméra	48
3.2.5.6	Caméra	48
3.2.5.6.1	▶ Première personne :	48
3.2.5.6.2	▶ Rotation/Zoom :	48
3.2.5.7	Grille plan xy	49
3.2.5.8	Grille plan xz	49
3.2.5.9	Grille plan yz	49
3.2.5.10	Copier vue 3D	49
3.2.5.10.1	▶ Vers un fichier :	49
3.2.5.10.2	▶ Vers un fichier avec une autre résolution :	49
3.2.5.11	Changer la langue du logiciel	50
3.2.6	Menu « Fenêtre »	50
3.2.6.1	Réinitialiser le gestionnaire	50
3.2.6.2	Vue 3D	51
3.2.6.2.1	▶ Vue 3D en tant que affichage principal :	51
3.2.6.2.2	▶ Vue 3D flottante :	51
3.2.6.3	Console	51
3.2.6.3.1	▶ Copier le contenu vers un fichier :	51
3.2.6.3.2	▶ Effacer le contenu :	51
3.2.7	Menu « Aide »	52
3.2.7.1	A propos de I-Simpa	52
3.2.7.1.1	Licence :	52
3.2.7.1.2	Développeurs :	52
3.3	Barre d'outils	52
3.3.1	Outils « Fichier »	52
3.3.2	Outils « Vue/Caméra »	52
3.3.3	Outils « Maillage »	52
3.3.4	Outils « Magnétophone »	53
3.3.5	Outils « Pointeur »	53
3.4	Fenêtre « Projet »	54
3.4.1	Présentation générale	54
3.4.2	Fonctions communes	54
3.4.2.1	Développement et navigation dans un arbre	54
3.4.2.2	Fonctionnalités de Copier/Coller dans les arbres	54
3.4.2.2.1	Copier/Coller un élément d'un arbre	54
3.4.2.2.2	Copier/Coller un code XML	55
3.4.2.2.3	Copier/Coller le contenu de cellules de données	55
3.4.2.3	Renommer un élément	56
3.4.2.4	Supprimer un élément	56
3.4.2.5	Création de diagrammes à partir de données tabulées	57
3.4.2.5.1	Création de diagramme	57
3.4.2.5.2	Options de diagramme	57
3.4.3	Onglet « Scène »	59
3.4.3.1	Arbre « Données »	59
3.4.3.1.1	Élément « Encombrement »	59
3.4.3.1.1.1	<i>Description</i>	60
3.4.3.1.1.2	<i>Menu contextuel</i>	60
3.4.3.1.1.3	<i>Propriétés d'un encombrement de type scène (figure 3.44(a))</i>	60

3.4.3.1.1.4	<i>Propriétés d'un encombrement de type rectangulaire</i> (figure 3.44(b))	61
3.4.3.1.2	Élément « Récepteurs ponctuels »	62
3.4.3.1.2.1	<i>Description</i>	62
3.4.3.1.2.2	<i>Menu contextuel</i>	62
3.4.3.1.2.3	<i>Propriétés</i>	63
3.4.3.1.3	Élément « Récepteurs surfaciques »	64
3.4.3.1.3.1	<i>Description</i>	64
3.4.3.1.3.2	<i>Menu contextuel</i>	64
3.4.3.1.3.3	<i>Propriétés d'un récepteur surfacique de scène</i>	64
3.4.3.1.3.4	<i>Propriétés d'un récepteur surfacique de coupe</i>	65
3.4.3.1.4	Élément « Sources sonores »	65
3.4.3.1.4.1	<i>Description</i>	65
3.4.3.1.4.2	<i>Menu contextuel</i>	65
3.4.3.1.4.3	<i>Propriétés</i>	66
3.4.3.1.5	Élément « Surfaces »	66
3.4.3.1.5.1	<i>Description</i>	66
3.4.3.1.5.2	<i>Menu contextuel</i>	66
3.4.3.1.5.3	<i>Propriétés</i>	67
3.4.3.1.6	Élément « Volumes »	67
3.4.3.1.6.1	<i>Description</i>	67
3.4.3.1.6.2	<i>Menu contextuel</i>	67
3.4.3.1.6.3	<i>Propriétés</i>	67
3.4.3.2	Arbre « Projet »	68
3.4.3.2.1	Élément « Affichage »	68
3.4.3.2.1.1	Élément « Repère »	68
3.4.3.2.2	Élément « Bases de données du projet »	68
3.4.3.2.2.1	Principe	68
3.4.3.2.2.2	Élément « Matériaux »	68
3.4.3.2.2.3	<i>Menu contextuel</i>	69
3.4.3.2.2.4	<i>Propriétés</i>	69
3.4.3.2.2.5	Élément « Spectre »	69
3.4.3.2.2.6	<i>Propriétés</i>	70
3.4.3.2.3	Élément « Conditions météorologiques »	70
3.4.3.2.4	Élément « Configuration »	71
3.4.3.2.5	Élément « Résumé de la scène »	71
3.4.4	Onglet « Calcul »	71
3.4.4.1	Menu contextuel	72
3.4.4.2	Paramétrage des codes de calcul	72
3.4.4.2.1	Code TCR	72
3.4.4.2.2	Code SPPS	73
3.4.5	Onglet « Résultats »	75
3.4.5.1	Arborescence	75
3.4.5.2	Format des fichiers reconnus par I-Simpa	75
3.4.5.2.1	Fichier de type « récepteur ponctuel » (.recp)	76
3.4.5.2.1.1	Affichage des données	76
3.4.5.2.1.2	Calcul de paramètres acoustiques	77
3.4.5.2.2	Fichier de type « récepteur ponctuel » (.gap)	77
3.4.5.2.3	Fichier de type « récepteur surfacique » (.csbin)	78
3.4.5.2.4	Fichier de type « données tabulées » (.gabe)	78
3.4.5.2.5	Fichier de type « animation intensité » (.rpi)	79
3.4.5.2.6	Fichier de type « animation objet » (.pbin)	79
3.5	Fenêtre « Propriétés »	79
3.6	Fenêtre « Console »	79

3.7	Fenêtre « Vue 3D » (ou fenêtre centrale)	80
4	Thématiques	81
4.1	Introduction	81
4.2	Configuration d'une scène	81
4.2.1	Créer la scène	81
4.2.1.1	Modéliser la scène avec I-Simpa	81
4.2.1.2	Modéliser la scène avec des outils externes à I-Simpa	81
4.2.1.2.1	Formats d'importation et remarques	81
4.2.1.2.2	Logiciel Google SketchUp	82
4.2.1.2.2.1	Remarques	82
4.2.1.2.2.2	Exportation au format 3DS	82
4.2.1.2.2.3	Exportation au format STL	83
4.2.1.2.3	Logiciel Blender	83
4.2.2	Importer un modèle 3D	83
4.2.3	Définir les surfaces et les matériaux associés	83
4.2.3.1	Définir les groupes de surface	83
4.2.3.1.1	Procédure de création d'un groupe de surfaces	84
4.2.3.1.2	Associer un matériau à un groupe de surfaces	84
4.2.3.1.3	Renseigner la base de données	84
4.2.3.1.4	Importer un matériau	84
4.2.3.1.4.1	Importer depuis un fichier externe	84
4.2.3.1.4.2	Importer depuis un autre projet I-Simpa	85
4.2.4	Définir les sources sonores	85
4.2.5	Définir les encombrements	86
4.2.5.1	Ajout d'un encombrement de type « scène »	86
4.2.5.1.1	Ajout automatique	86
4.2.5.1.2	Ajout manuel	86
4.2.5.2	Ajout d'un encombrement de type « rectangulaire »	87
4.2.5.3	Configuration du spectre acoustique associé à un encombrement	87
4.2.6	Définir les volumes	87
4.2.7	Définir les récepteurs ponctuels	87
4.2.8	Définir les récepteurs surfaciques	88
4.2.8.1	Définir un récepteur surfacique de scène	88
4.2.8.2	Définir un récepteur surfacique en coupe	89
4.2.9	Définir les spectres sonores	89
4.3	Configuration et exécution du calcul	89
4.3.1	Principe	89
4.3.2	Configuration du calcul	90
4.3.3	Exécution du calcul	90
4.4	Post-traitement des résultats	90
4.4.1	Calculer les paramètres acoustiques	90
4.4.1.1	Récepteur ponctuel	90
4.4.1.1.1	Paramètres « classiques »	90
4.4.1.1.2	Paramètres « avancés »	91
4.4.1.2	Récepteur de surface	92
4.4.1.3	Différencier les résultats de deux récepteurs surfaciques	92
4.4.1.4	Exporter des données vers un tableur	92
4.5	Visualisation des résultats	93
4.5.1	Réaliser un diagramme	93
4.5.1.1	Création du diagramme	93
4.5.1.2	Paramétrage du diagramme	93
4.5.1.3	Masquer des séries de données	94
4.5.1.4	Exporter un diagramme	94

4.5.2	Visualisation 3D	94
4.5.2.1	Cartographies sonores	94
4.5.2.2	Vecteurs intensités	95
4.5.2.3	Quantités énergétiques en mouvement	95
5	Tutoriaux	97
5.1	Étude acoustique d'une salle de cours	97
5.1.1	Création de la scène :	97
5.1.2	Réalisation de calculs	99
5.1.2.1	Utilisation de la théorie classique de la réverbération (code TCR)	99
5.1.2.2	Utilisation du code de lancer de particules (code SPPS)	99
5.1.3	Post-traitement et visualisation des résultats	99
5.2	Étude acoustique du Hall Elmia	102
5.2.1	Import d'une géométrie défectueuse	102
5.2.2	Placement des sources	104
5.2.3	Placement des récepteurs ponctuels	105
5.2.4	Définition du récepteur surfacique en coupe	105
5.2.5	Matériaux des surfaces	105
5.2.6	Configuration du code de calcul SPPS	106
5.2.7	Exécution du calcul	107
5.2.8	Calcul des paramètres acoustiques	107
5.2.9	Visualisation des résultats	107
5.3	Étude acoustique d'un hall industriel	108
5.3.1	Import d'une géométrie	108
5.3.2	Définition d'une machine	108
5.3.3	Duplication d'une machine	109
5.3.4	Déclaration d'un encombrement de type « Scène »	110
5.3.5	Ajout d'un encombrement de type « Rectangulaire »	111
5.3.6	Ajout des matériaux	111
5.3.7	Insertion d'une ligne de récepteurs	113
5.3.8	Ajout d'un récepteur de coupe	113
5.3.9	Paramétrage et exécution du code de calcul	113
5.3.10	Édition du rapport de calcul	114
5.3.11	Modification des matériaux	114
5.3.12	Comparaison des récepteurs surfaciques	115
5.4	Réalisation de scripts « utilisateur »	115
5.4.1	Ajout d'une fonctionnalité de post-traitement	115
5.4.1.1	Fichier <code>__init__.py</code>	117
5.4.1.2	Fichier <code>__ui_startup__.py</code>	120
5.4.1.3	Exécution du script sous I-Simpa	120
5.4.2	Intégration d'un nouveau code de calcul	120
5.4.2.1	Procédure générique d'exécution d'un code de calcul	120
5.4.2.2	Fichiers d'échange	120
5.4.2.2.1	En entrée	120
5.4.2.2.2	En sortie	121
5.4.2.3	Déclaration du code de calcul	121
A	Paramètres acoustiques calculés par I-Simpa	125
A.1	Introduction et notations	125
A.2	Critères de niveau sonore	125
A.2.1	Niveau de pression acoustique L_{SPL}	125
A.2.2	Force sonore G (source unique)	125
A.2.3	Force sonore G (sources multiples)	125
A.3	Impression de réverbération	125
A.3.1	Durée de réverbération T	125

A.3.2	Durée de réverbération précoce <i>EDT</i>	126
A.4	Critères de clarté	126
A.4.1	Clarté <i>C</i>	126
A.4.2	Temps central <i>t_s</i>	126
A.4.3	Définition <i>D</i>	126
A.5	Critères de spatialisation	126
A.5.1	Largeur de source apparente (ASW)	126
A.5.1.1	Fraction d'énergie latérale précoce <i>LF</i>	126
A.5.1.2	Fraction d'énergie latérale <i>LFC</i>	126
A.5.2	Enveloppement de l'auditeur (LEV)	127
A.5.2.1	Niveau sonore latérale tardif	127
A.6	Critères de scène	127
A.6.1	Support précoce <i>ST_{Précoce}</i>	127
A.7	Valeurs moyennées en fréquence et valeurs globales	127
A.8	Valeurs recommandées	127
B	Messages d'erreur et d'avertissement	129
B.1	Messages d'erreur	130
B.2	Messages d'avertissement	131
C	Liste des normes de référence	133
C.1	ISO 9613-1	133
C.2	NF ISO 639-1	133
C.3	ISO 9613-1 :1993	133
C.4	NF ISO 639-2	133
C.5	NF ISO 639-3	133
C.6	NF ISO 639-4	134
C.7	NF ISO 639-5	134
C.8	NF ISO 639-6	134
C.9	NF EN ISO 3382-1	134
D	Personnalisation des icônes	135
D.1	Procédure	135
D.1.1	Format des images	135
D.1.2	Objectif	135
D.1.3	Catégories des icônes	135
D.1.4	Descriptif des objets de type « TreeView »	135
D.2	Description des icônes	137
D.2.1	Icônes des arborescences « TreeView »	137
D.2.2	Icônes de menu « Popup »	143
D.2.3	Icônes des barres d'outils « Toolbar »	144
E	Personnalisation des fichiers de langue	147
E.1	Principe	147
E.2	Proposer et installer sa propre traduction	147
F	Personnalisation des palettes de couleur	149
G	Toolbox Python™	151
G.1	Principe	151
G.2	Développement d'une toolbox	151
G.3	Installation d'une toolbox	151
G.4	Principe	151
G.5	Proposer et installer sa propre traduction	152
G.6	Toolboxes « standard »	152

G.6.1	job_tool	152
G.6.2	recp_tool	152
G.6.3	source_tool	152
G.6.4	recp_res_tool	152
G.7	Toolboxes « utilisateur »	152
H	Format des fichiers E/S I-Simpa	153
H.1	Principe	153
H.2	Contenu et format du fichier de configuration	153
H.2.1	Élément <configuration/>	153
H.2.2	Élément <simulation/>	153
H.2.3	Élément <freq_enum/>	153
H.2.4	Élément <condition_atmosphérique/>	155
H.2.5	Élément <surface_absorption_enum/>	155
H.2.6	Élément <type_surface/>	155
H.2.7	Élément <sources/>	157
H.2.8	Élément <source/>	157
H.2.9	Élément <recepteurss/>	157
H.2.10	Élément <recepteur_surfacique/>	157
H.2.11	Élément <recepteursp/>	157
H.2.12	Élément <recepteur_ponctuel/>	157
H.2.13	Élément <encombrement_enum/>	158
H.2.14	Élément <encombrement/>	158
H.3	Contenu et format du fichier de modèle géométrique .cbin	160
H.4	Contenu et format du fichier du maillage du modèle .mbin	160
H.5	Format des fichiers de résultat	162
H.5.1	Format de base : format GABE	162
H.5.2	Fichiers pour un récepteur ponctuel	162
H.5.2.1	Fichier pour le calcul du niveau de pression acoustique (.recp)	162
H.5.2.2	Fichier pour le calcul des paramètres avancés (.gap)	162
H.5.2.2.1	Format général	162
H.5.2.2.2	Série d'index	163
H.5.2.2.3	Série des paramètres de temps	163
H.5.2.2.4	Série contenant la puissance acoustique cumulée des sources sonores	163
H.5.2.2.5	Série contenant la liste des bandes de fréquence	163
H.5.2.2.6	Série contenant le bruit de fond	163
H.5.2.2.7	Série contenant l'énergie sonore calculée	163
H.5.3	Fichiers de récepteur surfacique	164
H.5.3.1	Fichier de récepteur surfacique (.csbin)	164
H.5.4	Fichiers généraux	164
H.5.4.1	Fichier de suivi d'une quantité énergétique (.pbin)	164
H.5.4.2	Fichier de représentation des vecteurs « intensités » (.rpi)	164
H.5.4.2.1	Format général	164
H.5.4.2.2	Série d'index	164
H.5.4.2.3	Série de paramètres	164
H.5.4.2.4	Série <i>x</i> d'un récepteur ponctuel	164
H.5.4.2.5	Série <i>y</i> d'un récepteur ponctuel	164
H.5.4.2.6	Série <i>z</i> d'un récepteur ponctuel	164
	Acronymes	167
	Index	169

Table des figures

2.1	Installation – Étape 3 : Choix de la langue d'installation.	31
2.2	Installation – Étape 4 : Termes de la licence d'utilisation.	31
2.3	Installation – Étape 5 : Choix des composants à installer.	32
2.4	Installation – Étape 6 : Choix du mode d'installation.	32
2.5	Installation – Étape 7 : Choix du dossier d'installation du programme.	33
2.6	Installation – Étape 8 : Choix du dossier du menu <i>Démarrer</i>	33
2.7	Installation – Étape 10 : Fin de l'installation.	34
2.8	Désinstallation de I-Simpa.	36
2.9	Interface I-Simpa.	37
3.1	Modularité de l'interface.	40
3.2	Menu Fichier	40
3.3	Boite d'options d'importation d'une scène 3D.	41
3.4	Boite de dialogue pour la correction d'une scène 3D.	42
3.5	Boite de dialogue de création d'une scène 3D parallélépipédique.	44
3.6	Menu Edition	44
3.7	Menu « Simulation ».	45
3.8	Menu « Outils ».	45
3.9	Menu « Outils▼Options ».	45
3.10	Propriétés de l'élément « Historique (Général) ».	46
3.11	Propriétés de l'élément « Animations (Rendu 3D) ».	46
3.12	Boite de dialogue pour le choix des couleurs.	46
3.13	Propriétés de l'élément « Carte de bruit (Rendu 3D) ».	46
3.14	Propriétés de l'élément « Général (Rendu 3D) ».	47
3.15	Propriétés de l'élément « Légende (Rendu 3D) ».	47
3.16	Propriétés de l'élément « Particules (Rendu 3D) ».	47
3.17	Menu « Affichage ».	47
3.18	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Faces►Extérieur ».	49
3.19	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Faces►Intérieur ».	49
3.20	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Faces►Aucune » (avec affichage du contour).	50
3.21	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Couleur modèle►Matériau associé ».	50
3.25	Menu « Fenêtre ».	50
3.22	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Lignes modèle►Aucune ».	51
3.23	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Lignes modèle►Toutes ».	51
3.24	Affichage d'une scène avec l'option « Affichage▼Lignes modèle►Contour ».	52
3.26	Menu « Aide ».	52
3.27	Barre d'outils « Fichier ».	52
3.28	Barre d'outils « Vue/Caméra ».	52
3.29	Barre d'outils « Maillage ».	52
3.31	Barre d'outils « Magnétophone ».	53
3.32	Barre d'outils « Pointeur ».	53
3.30	Exemples de représentation du maillage dans une salle cubique.	53

3.33 Copier/Coller d'un élément d'un arbre : illustration de la copie d'un récepteur ponctuel.	55
3.34 Copier/Coller du code XML d'un élément d'un arbre de I-Simpa	55
3.35 Copier/Coller des cellules d'une table de données	56
3.36 Menu contextuel pour le changement de nom et la suppression d'un élément créé par l'utilisateur.	56
3.37 Création d'un diagramme à partir des valeurs d'une table de données.	57
3.38 Menu contextuel d'un diagramme.	57
3.39 Configuration de l'affichage graphique des diagrammes.	58
3.40 Configuration de l'affichage des séries de valeur.	59
3.41 Onglet « Scène »	59
3.42 Arbre « Données » de l'onglet « Scène »	59
3.43 Menu contextuel d'un encombrement.	60
3.44 Éléments d'un encombrement.	60
3.45 Menu contextuel « Intérieur du volume » d'un encombrement.	61
3.46 Propriétés d'un encombrement : « Intérieur du volume »	61
3.47 Menu contextuel « Surface » d'un encombrement.	61
3.48 Menu contextuel d'un groupe de récepteurs ponctuels (suivant que le groupe est vide ou non).	62
3.49 Boite de dialogue pour la création d'une grille (plan, ligne) de récepteurs.	62
3.50 Boite de dialogue pour la rotation d'un groupe de récepteurs.	62
3.51 Boite de dialogue pour la translation d'un groupe de récepteurs.	63
3.52 Boite de dialogue pour l'orientation d'un groupe de récepteurs vers un point (x, y, z)	63
3.53 Orientation d'un récepteur ponctuel vers une source (avec lien).	64
3.54 Menu contextuel d'un récepteur surfacique.	64
3.55 Menu contextuel associé à un groupe de sources, vide ou contenant des sources.	65
3.56 Menu contextuel associé à une surface.	66
3.57 Menus contextuels d'un volume, sur le dossier racine ou associé à un volume existant.	67
3.58 Arbre « Projet » de l'onglet « Scène ». Détail des éléments de l'arbre.	68
3.59 Menu contextuel associé à un groupe de matériau.	69
3.60 Menu contextuel associé à un groupe de spectres.	69
3.61 Exemple d'un spectre sonore.	70
3.62 Données sur les conditions atmosphériques.	70
3.63 Données générales sur le projet.	71
3.64 Informations géométriques sur la scène 3D.	71
3.65 Onglet « Calcul »	71
3.66 Menu contextuel associé à un code de calcul.	72
3.67 Paramétrage du maillage.	72
3.70 Onglet « Résultats » et menu contextuel associé.	75
3.71 Affichage des données d'un fichier de type « récepteur ponctuel » (.recp).	76
3.72 Menu contextuel associé à un fichier de type récepteur ponctuel .recp.	77
3.74 Calcul de paramètres acoustiques sur un fichier .gap.	78
3.75 Menu contextuel associé à un fichier de type récepteur surfacique .csbin.	78
3.76 Menu contextuel associé à un fichier type « animation intensité » .rpi.	79
3.77 Menu contextuel associé à un fichier type « animation objet » .pbin.	79
4.1 Exportation d'une scène SketchUp Pro au format 3DS et options.	82
4.2 Assistant pour la comparaison de récepteurs surfaciques.	93
4.3 Afficher et masquer des séries de données d'un diagramme.	94
4.4 Exporter un diagramme.	94
4.5 Illustration d'une cartographie sonore.	95
4.6 Illustration d'une représentation de vecteurs intensités	95
4.7 Illustration de l'animation de quantités énergétiques : en particules et en rayons.	96
5.1 Représentation de la salle de cours et détail des éléments de l'arbre « Données »	99
5.2 Table de données (paramètres acoustiques) - Code TCR	101
5.3 Table de données (paramètres acoustiques) - Code SPPS	101
5.4 Illustration d'une cartographie sonore	102

5.5	Importation de la scène sans correction.	103
5.6	Paramètres d'importation de la scène avec correction.	104
5.7	Résultat de l'importation de la scène après correction.	105
5.8	Localisation des récepteurs surfaciques en coupe.	106
5.9	Paramètres de calcul du code SPPS.	107
5.10	Cartographie sonore dans la hall Elmia.	108
5.11	Modèle géométrique du hall industriel.	109
5.12	Translation d'un groupe de source (saisie)	110
5.13	Copie d'un groupe de sources	111
5.14	Représentation des deux zones d'encombrement	112
5.15	Création d'une ligne/grille de récepteurs ponctuels.	113
5.17	Paramètres de calcul du code SPPS.	113
5.16	Représentation des deux zones d'encombrement	114
5.18	Comparaison de deux calculs pour un même récepteur surfacique.	115
H.1	Contenu du fichier de configuration.	153

Liste des tableaux

5.1	Propriétés acoustique des matériaux « trans_material » et « open_door »	112
5.2	Propriétés acoustique du matériau « Absorbant »	115
A.1	Valeurs recommandées de certains paramètres acoustiques	127
H.1	Extension et nature des fichiers d'entrée/sortie du code de calcul	154
H.2	Structure du fichier de modèle géométrique	161
H.3	Structure du fichier de maillage	162
H.4	Structure du fichier .recp	162
H.7	Série des paramètres de temps	163
H.8	Série contenant la puissance acoustique cumulée des sources	163
H.9	Série contenant la liste des bandes de fréquence	163
H.10	Série contenant le bruit de fond	163
H.11	Série contenant l'énergie sonore calculée	164
H.15	Série d'index du fichier .rpi.	164
H.16	Série de paramètres du fichier .rpi.	164
H.17	Série x d'un récepteur ponctuel dans le fichier .rpi.	164
H.18	Série y d'un récepteur ponctuel dans le fichier .rpi.	165
H.19	Série z d'un récepteur ponctuel dans le fichier .rpi.	165

Listings

1.1	Historique des versions de I-Simpa	21
5.1	Import de la librairie de contrôle de l'interface I-Simpa	117
5.2	Import de la librairie de manipulation des formats de fichiers	117
5.3	Commandes pour la traduction des chaînes de caractères	117
5.4	Génération d'une feuille de données	117
5.5	Ajout d'options dans les menus	118
5.6	Ajout d'un questionnaire à l'interface	119
5.7	Importation d'un nouveau module	120
5.8	Déclaration d'un code de calcul	122
H.1	Descriptif général du fichier de configuration	154
H.2	Descriptif de l'élément <configuration/>	154
H.3	Descriptif de l'élément <freq_enum/>	156
H.4	Descriptif de l'élément <condition_atmosphérique/>	156
H.5	Descriptif de l'élément <surface_absorption_enum/>	156
H.6	Descriptif de l'élément <type_surface/>	158
H.7	Descriptif de l'élément <sources/>	158
H.8	Descriptif de l'élément <source/>	159
H.9	Descriptif de l'élément <recepteurss/>	159
H.10	Descriptif de l'élément <recepteur_surfacique/>	159
H.11	Descriptif de l'élément <recepteursp/>	159
H.12	Descriptif de l'élément <recepteur_ponctuel/>	160
H.13	Descriptif de l'élément <encombrement_enum/>	160
H.14	Descriptif de l'élément <encombrement/>	161

Introduction

1.1 Présentation de I-Simpa

I-Simpa est une interface logicielle développée initialement par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) puis par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (Ifsttar),¹ dans le cadre d'un projet de recherche (OPALHA, 2007-2011) financé par l'ADEME et piloté par l'Université de La Rochelle, en collaboration avec l'Université de Poitiers et le bureau d'étude SerdB (Nantes).

Cette interface est destinée à la simulation de la propagation acoustique dans des environnements de formes complexes en trois dimensions, définies pas des conditions aux limites et des propriétés de volume.

I-Simpa n'est pas d'un code de calcul, mais d'un environnement modulable et ouvert, destiné à accueillir des codes de calcul tiers. Très simplement, l'interface permet d'importer une géométrie en trois dimensions, d'attribuer des matériaux sur les surfaces, de définir des sources sonores et des récepteurs, de lancer des calculs, de post-traiter les résultats, et d'exporter les résultats. En standard, cette interface est livrée avec deux codes de calcul, SPPS² et TCR³.

¹L'Ifsttar résulte de la fusion du LCPC avec l'INRETS au 1^{er} janvier 2011.

²Simulation de la Propagation de Particules Sonores : code de lancer de particules sonores pour des applications en acoustique architecturale, industrielle et environnementale. Pour plus d'informations concernant le code SPPS, consulter le manuel de référence correspondant.

³Code permettant d'appliquer la Théorie Classique de la Réverbération en acoustique architecturale. Pour plus d'informations concernant le code TCR, consulter le manuel de référence correspondant.

En complément, l'interface I-Simpa a été développée de manière à offrir à l'utilisateur un environnement lui permettant de développer ses propres applications « métiers », ainsi que des outils de personnalisation :

Contribuer La librairie LibSimpa a été développée afin de permettre à des utilisateurs de développer leurs propres contributions, en termes d'ajouts fonctionnalités dans l'interface (ajout d'éléments dans l'interface, nouveaux traitements des données/résultats, insertion d'un nouveau code de calcul. . .). Cette contribution prend la forme de `Toolbox` développées en Python™ ;

Personnaliser Afin de garantir une diffusion la plus large possible, I-Simpa offre plusieurs possibilités de personnalisation (langage, icônes, palettes de couleurs) ;

1.2 Licence

Le fichier `licence.txt` à la racine du répertoire d'installation de I-Simpa décrit les termes de la licence de l'interface de I-Simpa.

1.3 Présentation du document

1.3.1 Utiliser I-Simpa

Le corps de ce document (chapitres 2 à 5) décrit l'interface I-Simpa du point de vue de l'utilisateur. Il est important de rappeler que l'utilisation de I-Simpa (données d'entrée et traitement des résultats de sortie du code) dépend du code de calcul qui sera choisi par l'utilisateur.

1.3.2 Personnaliser I-Simpa

La personnalisation de l'interface fait l'objet de l'annexe D pour la personnalisation des icônes, de l'annexe E pour la personnalisation des langues, et de l'annexe F pour la personnalisation des palettes de couleurs.

1.3.3 Développer I-Simpa

La modification et le développement de scripts pour étendre les capacités de l'interface fait l'objet de l'annexe G. Un exemple d'intégration d'un nouveau script est également proposé dans le chapitre 5 de tutoriels (section 5.4.1). L'ajout d'un nouveau code de calcul est également présenté en exemple à la section 5.4.2. Sur ce dernier point, l'annexe H donne les informations nécessaires sur le format des fichiers E/S de I-Simpa.

1.4 Conventions du document

1.4.1 Environnements

 Les **notes** donnent des informations complémentaires sur l'utilisation de I-Simpa.

 Certains points nécessitent des **attentions** toutes particulières.

 Dans certains cas, des **astuces** permettent d'améliorer les fonctionnalités et l'utilisation de I-Simpa.

 Certaines fonctions déclenchent des **actions** particulières sous I-Simpa (exemple : ouverture d'une boîte de dialogue).

1.4.2 Conventions typographiques

Sauf exceptions, les règles typographiques sont les suivantes :

- les éléments en **gras** correspondent :
 - à des éléments de menu de l'interface (exemple : « **Sélectionnez** dans le menu contextuel l'action *Charger l'animation* puis *Niveau sonore (instantané avec cumul)* ») ;
- les éléments en « **gras** » entre guillemets correspondent :
 - à des menus de l'interface l'exemple : Menu « **Édition** ») ;
- les éléments avec une typographie de type courrier désignent :
 - des noms de fichier (exemple : `change.log`) ;
 - des formats de fichier (exemple : STL) ;
 - des contenus de fichier ;
- les éléments entre « guillemets » correspondent :
 - au libellé d'une fenêtre ou d'une boîte de dialogue (exemple : « Chargement d'une scène 3D ») ;
 - à un élément d'un arbre (exemple : élément « Propriétés ») ;
 - à des libellés de barres d'outils (exemple : Outils « Pointeur ») ;
- les touches du clavier (fonctions particulières et caractères) sont symbolisés par exemple de la manière suivante : « raccourci clavier  +N » (appui simultané sur les deux touches).

1.5 Contact

Pour toute information concernant I-Simpa, contacter :

Ifsttar Nantes

Judicaël Picaut

✉ Route de Bouaye, CS 4, F-44344 Bouguenais

☎ +33 (0)2 40 84 57 89

 +33 (0)2 40 84 59 92

✉ Judicael.Picaut@ifsttar.fr

<http://www.ifsttar.fr>

1.6 Notes de version

Le fichier `change.log` à la racine du répertoire d'installation de I-Simpa contient les informations sur les versions du logiciel :

Listing 1.1 — *Historique des versions de I-Simpa*

Historique :

04/10/2010 I-SIMPA v1.1.10 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.9) :

1. Prise en charge du format 3D STL;
2. Correction du mode de sélection des surfaces ;
3. Déplacement de menu de la fonction "Calcul automatique des contours" vers le menu d'affichage;

I-SIMPA v1.1.9 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.9) :

1. Modification de la précision du champ de position X,Y,Z de 8 à 6 afin de ne pas afficher le problème de précision sur les nombres flottants simple précision;
2. Correction bug: I-SIMPA subissait un blocage à cause de la fermeture de la fenêtre de progression avant la fin du calcul;
3. Ajout de l'option de désactivation de la sauvegarde de l'historique de modification . Pour des raisons de performance il est conseillé de désactiver l'historique de modification au cas où le projet contient plusieurs milliers d'éléments (sources, récepteurs, matériaux utilisateurs, etc.);

12/05/2010 I-SIMPA v1.1.8 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.7) :

1. Les fichiers n'ayant pas d'extension dans le dossier de Résultats ne lèvent plus d'exception;
2. Les champs de type nombre de la feuille de propriétés peuvent évaluer les expressions écrites en Python(TM) et dont le résultat correspond au type de données du champ. L'évaluation est faite au moment de la saisie;
3. Correction d'un problème de choix dans les listes dû au module de traduction;

28/04/2010 I-SIMPA v1.1.7 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.6) :

1. Correction d'un bug important où le Lw des spectres n'est pas correctement affecté aux sources et autres objets ayant une propriété de spectre sonore. Correction de la méthode de tri des bandes de fréquences.

20/04/2010 I-SIMPA v1.1.6 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.5) :

/!\ Cette version comporte un bug important où le Lw des spectres n'est pas correctement affecté aux sources et autres objets ayant une propriété de spectre sonore.

1. L'option "Python 2.6" à l'installation de I-SIMPA est décochée si Python(TM) 2.6 est déjà installé;
2. Correction d'un bug sur les données d'information de l'aire d'un groupe de surfaces;
3. Barre de progression lors du chargement d'un nombre de faces élevé et optimisation;
4. Estimation de la mémoire vive nécessaire lors du chargement d'un fichier de particules (ou équivalent) et test de la mémoire disponible sur le système. Annulation du chargement du fichier si la mémoire disponible n'est pas suffisante.
5. Barre du contrôle de correction de modèle remplacé par un champ;
6. Ajout fonction Copier/Coller des spectres utilisateurs;
7. Remplacement des libelles "Récepteur 1" par "R01" et "Source 1" par "S01" pour que le classement alphabétique trie correctement les éléments;
8. Modification de l'icône du logiciel. La nouvelle icône a été créé avec I-SIMPA à partir d'une cartographie;
10. Calcul des paramètres acoustique. La précision des valeurs dB et dBA passent à 3 chiffres.
11. L'appel de la méthode Python(TM) lors d'un événement indique également l'indice de l'événement. Ce nouveau paramètre est optionnel, les anciens scripts n'ont donc pas à être mis à jour.
12. Ajout de la méthode ui.application.dropselectionto afin de déplacer la sélection vers un autre élément;
13. Ajout du module moveto_vertex qui permet de déplacer un ensemble de faces vers un groupe existant;
14. Correction du comportement des lignes de spectres des matériaux lors-ce que l'utilisateur active la transmission alors que l'absorption est de 0 %;
15. La fonction d'inversion des faces a été étendue jusqu'aux faces (plus seulement aux groupes);
16. Ajout de ui.application.setselection([liste de element id]) sélectionne les éléments dont l'indice est passé en paramètre;

17. Ajout du centre de rotation modifiable pour la fonction de rotation des sources/récepteurs;
- 22/02/2010 I-SIMPA v1.1.5 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.4) :
1. Script d'exemple d'édition de rapport de calcul SPPS (fusion des résultats des récepteurs ponctuels, distribution des niveaux sonores sur les surfaces, Paramètres acoustiques);
 2. Modification des icônes de l'interface;
 3. Fichiers de langue localisé par langue_pays et non par langue uniquement;
 4. Modification du script d'installation. L'utilisateur choisie entre installer pour l'utilisateur uniquement ou bien tout les utilisateurs de l'ordinateur. Dans le dernier cas les droits d'administrateurs sont requis et vérifiés;
 5. Support de la classe Python(TM) unicode dans les méthodes I-SIMPA portées en Python(TM) (bibliothèque uictrl);
 6. Source lumineuse avec les textures;
- 28/01/2010 I-SIMPA v1.1.4 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.3) :
1. Correction d'un bug dans la création du fichier .var à destination de tetgen. La contrainte d'aire de surface est maintenant bien prise en compte;
 2. Import/export des calques au format PLY;
 3. Amélioration de l'outil de restauration des anciens groupes lors de l'import (option "Assignation automatique des surfaces"). Il est maintenant possible de spécifier une valeur maximale de rapprochement à un groupe, de plus l'algorithme a été modifié de sorte qu'une nouvelle surface soit liée au groupe le plus proche parmi tous ceux détectés;
 4. Correction d'un bug de reconnaissance des formats de fichier de matériaux .li8;
 5. Temps cpu de sélection des surfaces dans la scène est diminué;
 6. Le dossier par défaut lors de l'export d'un graphique, correspond à celui où se trouve la grille de données;
 7. Modification de l'organisation des dossiers dans la version de distribution. Ajout du dossier SystemScript qui correspond aux données non modifiables par l'utilisateur;
 8. Modification du programme d'installation. L'utilisateur doit désinstaller l'ancienne version avec d'installer la nouvelle version d'I-SIMPA;
9. L'installation de Python(TM) est livrée avec le logiciel d'installation de I-SIMPA;
10. SPPS seulement. Option "Sens de prise en compte" dans la description d'un matériau. Permet de spécifier l'effet du matériau en fonction de l'orientation des faces associées. Une surface est ignorée lors de la propagation si le matériau est défini en tant que "Unilatéral" et que la particule sonore passe du côté opposé (visible en foncé sous I-SIMPA et en blanc sous Sketch-up).
- 18/12/2009 I-SIMPA v1.1.3 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.2) :
1. Optimisation chargement du modèle 3D;
 2. Correction de bugs sur les chargements des fichiers .3DS;
 3. La réinitialisation des emplacements des fenêtres ne nécessite plus de redémarrer le logiciel;
 4. La fenêtre 3D peut être détachée de l'interface;
 5. Ajout du script d'orientation automatique d'un récepteur ponctuel vers une source;
- 04/12/2009 I-SIMPA v1.1.2 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.1) :
1. Export vers le format CSV des données des feuilles de calcul des nombres à virgule en mode scientifique;
 2. Mise à jour d'optimisation "Libsimpa": les tétraèdres sont liés aux récepteurs de coupe si ceux-ci sont en intersection;
 3. Mise à jour de "Tetgen" vers la version 1.4.3, "released on September 6, 2009";
 4. Rajout du raccourci F2 afin de renommer les éléments dans l'arbre;
 5. Correction d'un bug lors du déplacement d'un élément vers un dossier parent au dossier de l'élément;
 6. Compatibilité Vista sans avoir à exécuter I-SIMPA en mode Administrateur;
 7. Ajout du script pour la rotation et la translation d'un groupe de récepteurs ponctuels;
 8. Optimisation de la vitesse de sélection d'un grand nombre de surfaces coplanaires;
 9. Optimisation de la rapidité de fermeture du logiciel ayant un grand nombre d'éléments dans les arbres du projet;

10. Ajout du guide de correction de modèle approximative 3D afin de pouvoir faire fonctionner tout code de calcul;
11. Mise à jour vers wxWidgets 2.9.0: passage du projet de wxWidgets ANSI vers UNICODE. Le projet peut ainsi être traduit (logiquement) dans des langages telles que le russe ou le chinois;
12. Dans la fenêtre de progression d'enregistrement et de chargement, les chemins des fichiers ne redimensionnent plus la fenêtre mais sont raccourcis en fonction de la place restante;
- 30/10/2009 I-SIMPA v1.1.1 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.1.0) :
1. Ajout du mode de caméra de translation (bouton milieu de la souris);
 2. La légende des TR et EDT sur les récepteurs de surface est affichée avec des valeurs à 3 chiffres après la virgule;
 3. Il est maintenant possible de lier une méthode Python(TM) sur n'importe quel élément du projet. Lors de la mise à jour de l'élément concerné les méthodes liées sont appelées;
 4. Passage de compatibilité OpenGL 2.0 à la version 1.4 et supérieure. Les textures des légendes sont en multiple de 2 si la carte graphique ne supporte pas l'option `GL_ARB_texture_non_power_of_two`;
 5. Les menus popup des éléments de l'arbre peuvent maintenant contenir des icônes (Menu Python(TM) script également);
 6. Amélioration du système de sélection de faces et d'extraction de niveau sonore sur les récepteurs de surface;
- 09/10/2009 I-SIMPA v1.1.0 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.10) :
1. Modification des paramètres de rendu du récepteur de surface (utilisation de `glPolygonOffset`) afin d'avoir un rendu parfait des lignes de contours d'isolignes et des lignes de construction des récepteurs de coupe;
 2. Rendu des niveaux iso. Les valeurs iso sont calculées en fonction des valeurs minimales et maximales des récepteurs de surface. La fonction de lissage n'est pas implémentée;
 3. Les fichiers "isimpa_conf.ini" et "isimpa_pref.xml" correspondant aux préférences de l'utilisateur vis-à-vis du logiciel I-Simpa sont placés dans le dossier de session utilisateur et ce, en fonction du système d'exploitation;
 4. Correction significative du système de liste déroulante en arbre (visible dans le choix des matériaux par exemple). Maintenant le choix fonctionne parfaitement même si deux éléments de l'arbre ont le même nom;
 5. Optimisation générale du logiciel. (Note dev : Remplacement du `std::vector` par `std::list` sur les fils de la classe `Element` et utilisation des itérateurs);
 6. Si un champ de n'importe quelle grille est en cours d'édition et que l'utilisateur sort de cette grille en cliquant ailleurs par exemple, alors la nouvelle valeur est sauvegardée. Pour annuler une modification en cours d'édition il faut appuyer sur la touche échap;
 7. Ajout de l'arbre de données "Préférences utilisateur" permettant de stocker des données propres à chaque utilisateur. On y trouve les préférences de l'application;
 8. Les couleurs des cartographies peuvent être maintenant sélectionnées par l'utilisateur . Les profils de couleurs sont stockés au format GPL (Gimp palette) dans le dossier "I-SIMPA/Bitmaps/iso";
 9. Ajout du type de propriété `E_Data_Font` permettant de spécifier une police de caractères via la grille;
 10. La théorie classique calcule également les valeurs pour les récepteurs de surface de coupe;
 11. Ajout de l'élément de préférence utilisateur "legende" afin de pouvoir spécifier La couleur du texte, du fond, de la transparence et de la police des légendes de animations des particules sonores, des récepteurs de surface et des animations des vecteurs d'intensité des récepteurs ponctuels;
 12. Ajout de l'élément de préférence utilisateur "particule" (ou équivalent) afin de pouvoir spécifier la couleur des particules;
 13. Correction d'un bug qui ne libérait pas la mémoire utilisée pour les codes OpenGL précompilés des animations;
 14. Les fichiers PLY Binary peuvent être lus;
 15. Correction du bug où les paramètres personnalisés du maillage de surface n'étaient pas pris en compte;
- 17/07/2009 I-SIMPA v1.0.10 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.9) :

1. Les éléments de données utilisateurs Python(TM) sont rechargés à la réouverture du projet;
 2. La couleur du maillage tétraédrique correspond maintenant à la couleur définie dans l'encombrement cuboïde défini par l'utilisateur;
 3. La couleur des nouveaux encombrements cuboïdes est choisie aléatoirement;
 4. Ajout des icônes externes pour les éléments Python(TM);
 5. Les fichiers de particules (ou équivalent) sont visibles dans l'arbre, au lieu des dossiers. Il n'est plus nécessaire de sélectionner une bande de fréquence;
 6. Correction de la visualisation des particules en mode rayons;
- 24/06/2009 I-SIMPA v1.0.9 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.8) :
1. Ajout de la fonction "Copier vue 3D vers un fichier avec une autre résolution", permettant l'export de la vue 3D avec les dimensions définies par l'utilisateur;
 2. Modification du script "source_tools" afin d'ajouter les fonctions de rotation et de translation d'un groupe de sources sonores ;
 3. Décocher "Utiliser cet encombrement" pour désactiver l'affichage des segments de l'encombrement dans la vue 3D;
 4. Les flèches des récepteurs ponctuels ont été remplacées par des traits;
 5. Amélioration de l'algorithme de conservation de groupes de surface lors de l'import d'un modèle 3D;
 6. Les fichiers .finfo n'étaient pas supprimés quand l'utilisateur supprimait le groupe de surface. Ceci est maintenant corrigé;
 7. La fenêtre "Propriétés" se réinitialise si la propriété a été supprimée par l'utilisateur;
 8. Ajout de l'outil récepteur plan, permettant l'affichage d'une carte sonore en coupe (compatible seulement avec le code SPPS pour l'instant);
 9. Correction d'un bug qui faisait qu'il n'était plus possible de visionner les récepteurs de surface lors de la création de la scène;
- 18/05/2009 I-SIMPA v1.0.8 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.7) :
1. Il est maintenant possible d'ajouter des données dans l'arbre grâce à la création de modules utilisateur. Cela permettra de rajouter des coeurs de calcul sans la nécessité de modifier I-SIMPA;
 2. Ajout d'une fenêtre de sélection de la langue. Cette fenêtre affiche uniquement les langues disponibles dans le logiciel. L'ajout d'une nouvelle langue se fait en créant un dossier ayant un nom conforme à la norme ISO-639;
 3. Un domaine ne peut être défini en tant que volume et encombrement à la fois. C'est pour cela qu'il a été ajouté à l'élément volume la fonction "Convertir en encombrement scène";
 4. Passage de wxWidgets 2.8.8 à 2.8.10;
 5. Redimensionnement des icônes dans la barre d'outils afin de corriger les bugs d'affichage;
 6. L'inversion d'une face corrige également la position de la texture;
 7. En mode vue interne, les faces internes dont la normale est tournée vers l'extérieur sont maintenant affichées;
 8. Activation de la fonction "Anisotropic Texture Filtering" permettant un meilleur rendu des textures dans la vue 3D;
 9. Correction de l'échelle automatique des récepteurs de surfaces. Une échelle où le niveau était inférieur à 0dB posait problème;
 10. Correction du rendu des textures dans l'affichage 3D. Les textures associées à un triangle et non à un groupe de triangles sont également affichées;
- 15/04/2009 I-SIMPA v1.0.7 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.6) :
1. Ajout des éléments "Volumes" afin de pouvoir définir des propriétés propres à des volumes. Pour l'instant, il est possible d'imposer un libre parcours moyen aux codes de calcul (MDF) et d'imposer une couleur de rendu 3D aux mailles des volumes;
 2. Correction d'un bug entraînant la suppression des animateurs désactivant l'affichage de nouvelles animations;
 3. Dans les propriétés des surfaces, Idenc correspond maintenant également à un des deux volumes en contact avec cette surface, cette surface correspondant à une limite interne;
 4. Pour les fichiers au format gabe n'ayant pas comme première colonne un type de chaîne de caractères, I-SIMPA place la première colonne dans le tableau au lieu du libellé ;

5. Ajout de la fonction d'auto-détection des volumes composant la scène. Cette fonction permet également l'ajout des faces internes. Toutefois il faut faire attention pour les faces destinées à la transmission;
 6. Ajout de la propriété "Son direct" dans l'élément "Modèle de diffusion" (code MDF). Si cette option est cochée alors le son direct sera ajouté au niveau sonore calculé par le logiciel Comsol;
- 20/03/2009 I-SIMPA v1.0.6 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.5) :
1. Correction de la valeur du niveau moyen dans le libellé de la légende;
 2. Correction du lissage dans le rendu des récepteurs de surface;
 3. Correction: le rendu 3D de l'encombrement est réactualisé lors de la mise à jour de la position via le menu "Définir la position";
 4. Ajout du champ "Mode de calcul" dans le code de calcul MDF;
 5. Correction du bug qui faisait que l'annulation des calculs des paramètres acoustiques n'était pas prise en compte;
 6. Au premier chargement d'un récepteur de surface, ou si le niveau min-max est à 0 alors ce niveau sera celui du niveau minimum et maximum contenu dans le fichier ;
 7. Suppression de la propriété de l'élément SPPS core nommée particleoutputname qui n'était pas utilisée par le code de calcul SPPS;
 8. Ajout de la propriété "Mode de rendu" dans le rendu des encombrements cuboïdes afin de les afficher sous forme de volumes ou bien de lignes sur les cotés du volume;
 9. Correction à la construction d'un modèle, le nouveau modèle ne disparaît plus;
 10. Optimisation des événements sur les éléments des arbres du projet;
 11. Création de la classe part_io en C++ et le portage en Python(TM), permettant la création et la lecture des fichiers de particules visibles dans l'interface I-SIMPA;
 12. Suppression des erreurs graphiques " artefacts de profondeur" lors de l'affichage des récepteurs de surface superposés aux faces du modèle. Pour avoir plus d'informations à ce sujet, consulter les mots "z depth fighting" dans un moteur de recherche;
 13. Echappement des caractères % en %% sur les sorties des logiciels externes, ce caractère étant réservé au formatage des paramètres;
 14. Rendu de l'intensité à partir des fichier .RPI;
 15. Lors de la modification du paramètre de nombre de particules (ou équivalent) de rendu de SPPS. L'interface évalue l'espace disque requis et avertit l'utilisateur;
- 12/02/2009 I-SIMPA v1.0.5 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.4) :
1. Coeur de calcul MDF: exportation des récepteurs de surface finalisée;
- 12/02/2009 I-SIMPA v1.0.4 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.3) :
1. Ajout dans "libsimpa": rsurf_io est une classe permettant d'écrire et de lire des fichiers de récepteurs de surface. Ce type de fichier est reconnu par l'interface pour la visualisation en 3D;
- 11/02/2009 I-SIMPA v1.0.3 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.2) :
1. Il est maintenant possible d'exécuter plusieurs instances de l'interface;
 2. Ajout de la fonction "Envoyer vers un nouveau groupe" sur les éléments de face afin de ne plus avoir à faire de "glisser/déposer" des surfaces;
 3. Correction: lors de la sélection des faces, si l'utilisateur appuie sur Control (CTRL) et qu'il fait glisser la souris (drag) alors dans ce cas les faces déjà sélectionnées ne sont plus désélectionnées ;
 4. Ajout de la classe Python(TM) uictrl.e_file représentant un élément de l'arbre des résultats. Cette classe permet d'extraire le chemin d'accès au dossier ou au fichier de ce type d'élément;
 5. Ajout de la méthode uictrl.application.getcachedir() permettant d'obtenir le chemin d'accès au dossier temporaire du projet;
 6. Il est maintenant possible d'avoir un code de calcul codé en Python(TM). Ce module ne pourra pas utiliser la librairie uictrl afin d'assurer l'indépendance vis à vis de l'interface utilisateur. Il peut toutefois utiliser libsimpa afin de lire

- et d'écrire dans les formats d'échanges standards;
7. Le libellé des nouvelles sources et récepteurs ponctuels est affiché par défaut;
- 04/02/2009 I-SIMPA v1.0.2 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.1) :
1. Correction de l'affichage 3D du texte des récepteurs ponctuels;
 2. Correction: au chargement du spectre d'un matériau, si l'absorption est à 1 alors la diffusion est en lecture seule;
 3. Ajout des méthodes `uictrl.application.register_event` et `uictrl.application.register_menu_manager` afin d'ajouter des méthodes dynamiques (Python) dans les menus de l'application;
 4. Modification: `SendEvent` prend comme paramètre les indices en entier pour `idevent`;
 5. Création du premier code Python(TM) permettant d'inclure dans les menus des dossiers de résultat des récepteurs ponctuels une fonction de fusion des paramètres de calculs;
 6. Au démarrage de l'application, tous les scripts Python portant le nom `__ui_startup__.py` sont exécutés;
 7. Quand la touche Control (CTRL) est pressée à la sélection d'une face, si celle-ci est déjà sélectionnée alors elle est désélectionnée;
 8. Il est possible de sélectionner et de déplacer plusieurs récepteurs ponctuels à la fois;
 9. Il est possible de copier/coller des groupes de récepteurs ponctuels;
 10. Correction du bug de perte de données en cas de déplacement ou de copie d'éléments;
 11. Ajout des informations: nombre de sources et d'encombrements actifs;
 12. Dans la fenêtre "Propriétés", il est affiché également le libellé de l'élément père;
 13. Les calculs des paramètres acoustiques donnent maintenant également le niveau sonore cumulé en dBA;
 14. Ajout du module Python(TM) permettant de créer une ligne de récepteurs ponctuels et une ligne de sources sonores;
 15. Ajout du module Python(TM) permettant de diriger un groupe de récepteurs vers un point dans l'espace;
 16. Ajout du module Python(TM) permettant d'activer/désactiver un groupe de sources;
 17. La valeur du rayon des récepteurs ponctuels est maintenant de 0.31 m par défaut;
- 28/01/2009 I-SIMPA v1.0.1 correction de bugs et ajouts de fonctionnalités (à partir de la v1.0.0) :
1. Ajout de l'option "Absorption atmosphérique forcée" permettant de spécifier cette valeur au lieu de la faire calculer par les codes de calcul;
 2. Correction de l'erreur si l'icône associé à un type de fichier n'existe pas;
 3. Correction des groupes de récepteurs reconnus en tant que récepteurs par les codes de calcul;
 4. Correction: à la suppression d'un groupe de récepteurs ponctuels, ceux-ci n'apparaissent plus dans la vue 3D;
 5. Correction: les groupes de récepteurs ponctuels et les récepteurs ponctuels peuvent subir un glissé déposé d'un groupe vers le groupe principal des récepteurs ponctuels;
 6. Ajout de la fonction copier sur le texte avant le début de saisie de console via `ctrl-c` (prompt);
 7. Ajout de la méthode `getinfos()` pour la classe `uictrl.element` en Python;
 8. Ajout des paramètres à l'appel d'un événement à partir de Python, ceci afin de spécifier ce que l'utilisateur aurait à taper dans l'interface;
 9. Correction: désélection des éléments avant la sélection des éléments lors de l'appel d'un événement via `uictrl.application.sendevent`;
 10. Ajout de la méthode `"uictrl.application.getuserinput"` permettant d'ouvrir une fenêtre de dialogue afin de faire saisir à l'utilisateur des données;
 11. Dans l'arbre du projet (Scène, Calcul, Résultat) les touches de raccourcis Suppr, `ctrl-c` et `ctrl-v` ont été implémentées.

Présentation générale

2.1 Configuration minimale

Processeur

- Processeur 1.5 GHz Intel Pentium ® (ou compatible), équivalent, ou supérieur

Système d'exploitation

- Microsoft ® Windows XP, Windows Vista, Windows 7
- Disponibilité Linux : nous consulter

Espace mémoire

- Disque dur : 500 Mo d'espace libre minimum conseillé
- Mémoire vive : 512 Mo minimum conseillé

Carte graphique

- Compatible OpenGL ® (1.4 ou supérieur)
- Résolution 1024×768 minimum

2.2 Fonctionnalités

Les principales fonctionnalités sont présentées ci-après et seront détaillées dans le chapitre 3.

2.2.1 Géométrie de la scène

- importation de la scène aux formats 3DS (3d studio), STL (format de stéréolithographie), PLY (Stanford) et POLY (TetGen) ;
- correction de la scène (suppression de doublons de sommets et de faces, détection de faces en collision, fermeture de la scène) ;

- algorithme d'approximation de modèle pour les scènes les plus complexes (modèles avec défauts, nombre de faces important) ;
- détection d'erreurs sur la scène avec affichage d'informations dans la console (fonctionnalités du mailleur TetGen) ;
- création manuelle d'une scène parallélépipédique.

2.2.2 Gestion et propriétés des matériaux

- importation des bases de données acoustiques issues des logiciels CATT-Acoustic™ et Odeon ;
- bases de données matériaux de « référence » (ne peut pas être modifiée par l'utilisateur) et « utilisateur », avec gestion de groupes et sous-groupes de matériaux ;
- création de nouveaux matériaux, directe ou par copier/coller de matériaux existants ;
- définition du matériaux (description et référence) ;
- définition des données acoustiques (absorption, affaiblissement, diffusion, loi de diffusion) par bande de fréquence ;
- définition des données physiques (masse volumique, résistivité au passage de l'air) ;
- affectation des matériaux aux faces du domaine par groupe de surface.

2.2.3 Gestion et propriétés des sources sonores

- bases de données de spectres de « référence » (ne peut pas être modifiée par l'utilisateur, dont bruit blanc, bruit rose, spectres routiers) et « utilisateur » ;
- gestion des spectres par bande de fréquence, avec calcul automatique du niveau global en dB/dBA et prises en compte d'un spectre d'atténuation ;
- définition de sources sonores : affectation d'un spectre depuis la base de données, définition de la position (manuel ou graphique), affectation d'une directivité (omnidirectionnelle ou unidirectionnelle), définition du retard au déclenchement, activation/désactivation de la source ;
- création de groupes de sources ;
- rotation et déplacement d'un groupe de sources.

2.2.4 Définition des récepteurs pour les calculs acoustiques

- récepteurs ponctuels : définition manuelle ou graphique de la position, définition de groupes de récepteurs, description du récepteur, affectation d'une directivité (omnidirectionnelle ou unidirectionnelle), définition de la direction d'observation (orientation vers un point d'observation, définition d'un vecteur d'orientation, orientation automatique vers une source sonore), affectation d'un niveau de bruit de fond ;
- récepteurs surfaciques : définition de groupes de surface (choix de faces du modèle) ou de plans de coupe pour la représentation graphique sous forme de cartes, description du récepteur ;
- création de groupes de récepteurs.

2.2.5 Définition d'un encombrement dans le domaine

- définition depuis la scène : affectation d'un groupe de surfaces correspondant à un volume fermé (de forme quelconque) dans le domaine ;
- définition depuis l'interface d'un encombrement parallélépipédique (manuelle ou graphique) ;
- définition des propriétés statistiques et acoustiques de l'encombrement : libre parcours moyen, absorption et loi de diffusion par bande de fréquence ;

- activation/désactivation de l'encombrement.

2.2.6 Définition des données environnementales

- conditions atmosphériques : humidité relative, température, pression atmosphérique, choix d'un coefficient d'atténuation atmosphérique imposé ;
- définition des paramètres météorologiques intervenant sur la propagation acoustique : modèles de profil de célérité en condition homogène, (très) favorable, (très) défavorable).

2.2.7 Génération de maillages pour les calculs acoustiques

- utilisation du mailleur TetGen (mailleur tétraédrique de qualité¹, intégré à l'interface I-Simpa) ;
- spécification de paramètres spécifiques pour les calculs acoustiques (contraintes de volume pour les récepteurs ponctuels, contrainte de surface pour les récepteurs surfaciques) ;
- ajout de paramètres de maillage supplémentaires (choix de l'utilisateur) ;
- correction de la scène par le mailleur ;

2.2.8 Post-traitement des résultats (suivant le code de calcul)

- Gestion des fichiers de résultats
 - gestion des répertoires/fichiers résultats des codes de calcul ;
 - conservation/suppression des résultats des calculs précédents ;
- Paramètres acoustiques
 - calcul des paramètres acoustiques standards : Durées de réverbération *EDT*, *RT15*, *RT30* et utilisateur ; Clarté *C50*, *C80* et utilisateur ; Définition *D50*, *D80* et utilisateur ; Support précoce *ST* ; Temps central *t_s* ; Force sonore *G* et Niveau sonore ;

¹TetGen version 1.4.3 released on September 6, 2009 (<http://tetgen.berlios.de>).

- calcul des paramètres acoustiques avancés : Fraction d'énergie latérale précoce *LF* et *LFC* (standard (80 ms) ou utilisateur) et niveau d'énergie latérale tardive (standard ou utilisateur) *LG* ;
- calcul des échogrammes et des courbes de Schroeder ;
- calcul de vecteurs d'intensité ;
- Rendu des résultats
 - récepteurs ponctuels : représentation sous forme de diagrammes personnalisables et sous forme de tables de données (durée de réverbération, niveau sonore, vecteurs d'intensité...) ;
 - récepteurs surfaciques : cartographie dynamique ou cumulée, pour chaque bande de fréquence de calcul et en global (extraction de données possibles avec un pointeur). Représentation d'iso-courbes ;
 - représentation du déplacement d'objets (particules sonores par exemple), pour chaque bande de fréquence de calcul et/ou en global (code SPPS) avec gestion du mode de défilement (pause, lecture, pas à pas avant/arrière).

2.2.9 Rendu de la scène

- moteur OpenGL[®] ;
- définition du rendu (couleur, affichage...) des matériaux, des sources sonores, des récepteurs, des repères...
- représentation de la scène en fil de fer, en visualisation intérieure/extérieure ;
- 3 modes de navigation dans la scène : « première personne », « caméra », « translation » ;
- exportation de la scène (format image).

2.2.10 Interface

- gestion des données de la scène, des calculs, et des résultats, sous forme d'arborescence ;
- interface² entièrement modulable (dockable).

²Interface basée sur wxWidgets 2.9.0 (<http://www.wxwidgets.org>)

2.2.11 Manipulation de l'interface et des données

- manipulation de l'interface et des données en ligne (console Python[™]) ;
- export des données vers un éditeur (XML) ou tableur (format CSV) ;
- gestion de scripts Python[™] ;
- gestion multilingues (fichiers de langue) ;
- personnalisation des palettes de couleur pour les cartographies (format GPL Gimp PaLette) ;
- personnalisation des icônes.

2.2.12 Installation et mise à jour

- exécutable d'installation automatique ;
- programme de mise à jour, version à version.

2.2.13 Codes de calcul compatibles

- SPPS (lancer de particules, lfsttar) ;
- TCR (Théorie classique de la réverbération, lfsttar).

2.2.14 Divers

- fonction annuler, refaire ;
- gestion des fichiers d'entrée/sortie au format XML ;
- comparaison de résultats issus de codes/simulations différents (récepteurs surfaciques, sous réserve de compatibilité entre les calculs) ;
- génération de feuilles de calcul ;
- copier/coller au format XML entre l'interface I-Simpa et un éditeur de texte ;
- copier/coller entre les tables de données (spectres, propriétés, paramètres acoustiques...) et un tableur ;
- gestion avancée des graphiques (réalisation de courbes) ;
- exportation du contenu de la fenêtre de vue de la scène aux formats JPG, PNG et BMP ;
- affichage des informations et des messages d'erreur dans une console (enregistrable).

2.3 Installation de l'interface

 Les copies d'écran ne font pas nécessairement référence à la dernière version de l'interface *I-Simpa*. La procédure reste toutefois inchangée.

 Une installation complète nécessite de désinstaller toute version existante. Voir la procédure de désinstallation de l'interface *I-Simpa* au paragraphe 2.5.

 L'installation nécessite de disposer des droits administrateurs sur l'ordinateur d'installation. Si vous ne disposez pas de ces droits, contactez votre administrateur informatique.

Vous pouvez à tout moment revenir en arrière durant le processus d'installation en cliquant sur **Précédent**, ou annuler le processus d'installation en cliquant sur **Annuler**.

Étapes d'installation :

1. **Téléchargez** la dernière version du programme d'installation de l'interface *I-Simpa* ;

2. **Exécutez** le programme d'installation en double cliquant sur le fichier d'installation ;

 Sous Windows ®, si la boîte de dialogue « Avertissement de sécurité » s'affiche, **cliquez** sur **Exécuter**.

3. **Choisissez** la langue d'installation dans la liste déroulante et **appuyez** sur **OK** (figure 2.1) ;

 La langue d'utilisation de l'interface peut être changée ultérieurement depuis les options de l'interface (cf. paragraphe 3.2.5.11).

4. **Acceptez** les termes de la licence en cliquant sur **J'accepte** (figure 2.2) ;

5. Choix des composants à installer : cette boîte de dialogue vous permet de choisir les composants à installer. Si vous avez déjà installé Python™, vous pouvez décocher ce champ. Dans le cas contraire, **veuillez cocher** ce champ afin que le logiciel puisse fonctionner, puis **cliquez** sur **Suivant** ;



I-Simpa ne peut pas fonctionner sans Python™.

6. **Sélectionnez** le mode d'installation (pour tous les utilisateurs, pour un seul utilisateur) et **cliquez** sur **Suivant** (figure 2.4) ;

7. **Sélectionnez** le dossier d'installation en cliquant sur **Parcourir**, puis **cliquez** sur **Suivant** (figure 2.5) ;

 Il est nécessaire de disposer d'au moins 200 Mo d'espace libre (500 Mo conseillé) sur le disque contenant le dossier de la session utilisateur. Ce dossier utilisateur contiendra un dossier temporaire de cache correspondant aux données du(des) projet(s) ouvert(s) dans *I-Simpa*.

8. **Définissez** un nom de dossier pour le menu **Démarrer**. Éventuellement, cochez la case « Ne pas créer de raccourcis », si vous ne voulez pas de raccourci sur le bureau de l'ordinateur. **Cliquez** sur **Installer** pour lancer l'installation de *I-Simpa* et des composants (figure 2.6) ;

 Si vous avez demandé l'installation de Python™ (en cochant le composant correspondant au début du processus d'installation), alors qu'une version était déjà installée sur votre ordinateur, il est possible qu'une nouvelle boîte de dialogue s'affiche ; Dans ces conditions, **sélectionnez** l'option souhaitée et **cliquez** sur **Finish**, et **laissez** faire le processus d'installation. Terminer l'installation de Python™ **en cliquant** sur **Finish**.

9. Une boîte de dialogue présentant le déroulement du processus d'installation s'ouvre. Vous pouvez **cliquer** sur **Plus d'infos** pour voir le détail de l'installation ;

10. **Cliquez** sur **Fermer** pour mettre fin à la procédure d'installation (figure 2.7).



Figure 2.1 — Installation – Étape 3 : Choix de la langue d'installation.

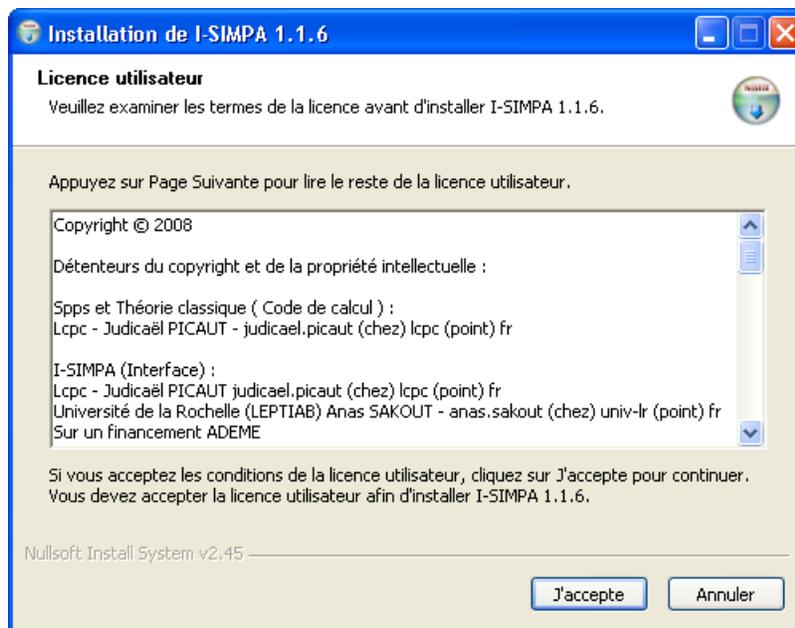


Figure 2.2 — Installation – Étape 4 : Termes de la licence d'utilisation.

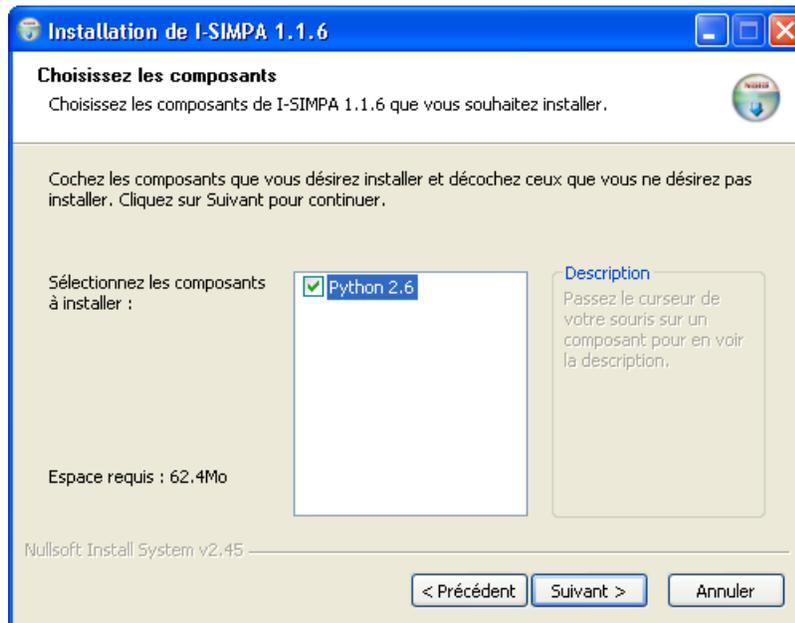


Figure 2.3 — Installation – Étape 5 : Choix des composants à installer.

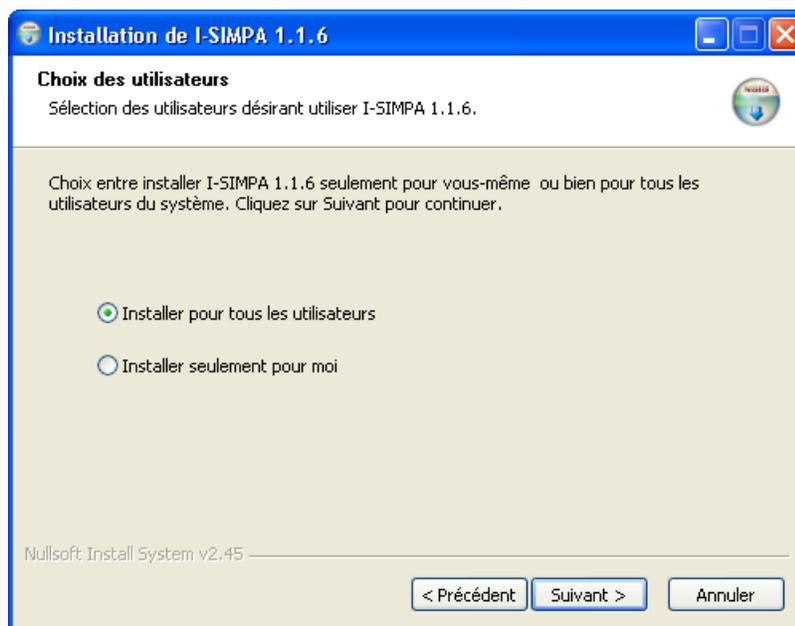


Figure 2.4 — Installation – Étape 6 : Choix du mode d'installation.

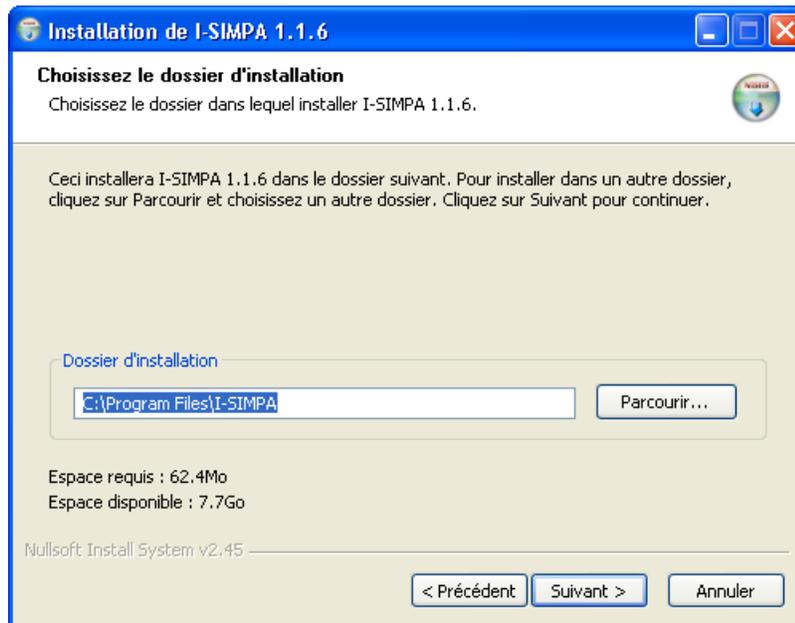


Figure 2.5 — Installation – Étape 7 : Choix du dossier d'installation du programme.

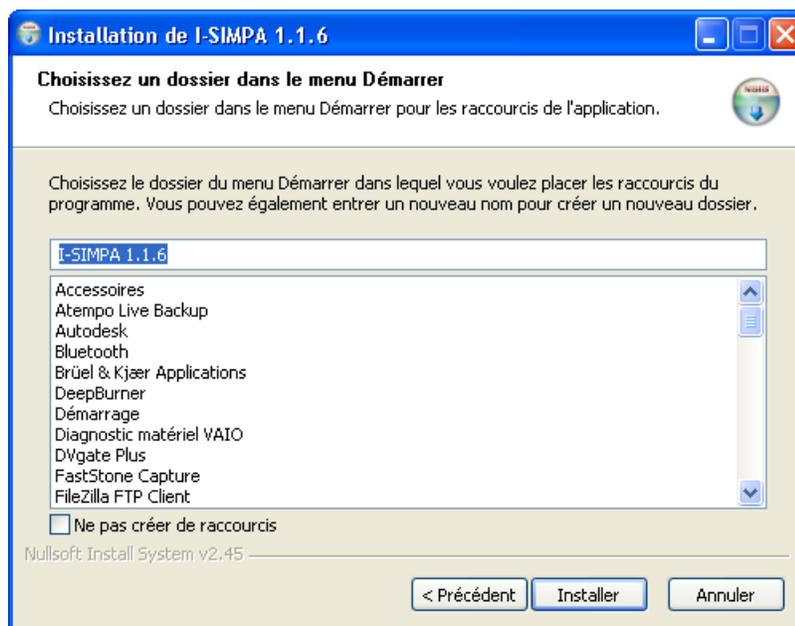


Figure 2.6 — Installation – Étape 8 : Choix du dossier du menu Démarrer.

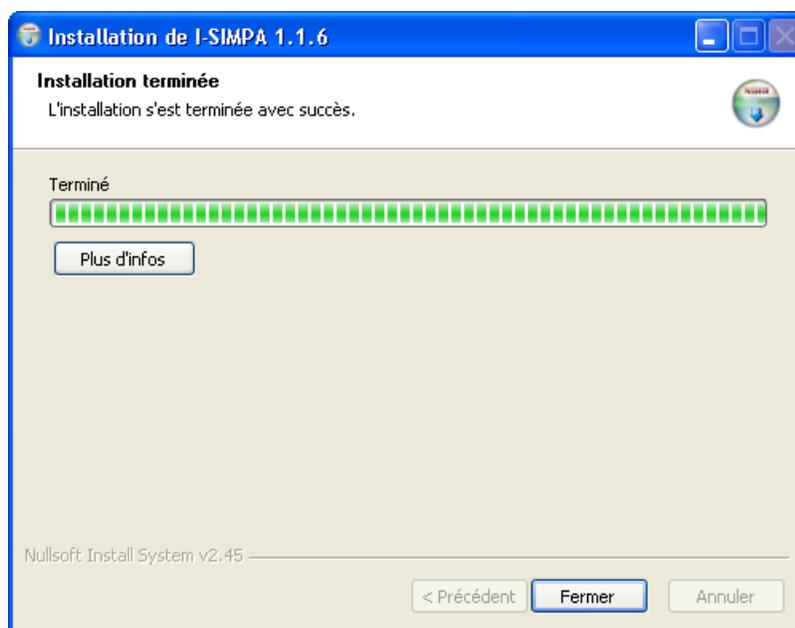


Figure 2.7 — *Installation – Étape 10 : Fin de l'installation.*

2.4 Mise à jour de l'interface

Des exécutables de mise à jour de versions antérieures sont disponibles sur demande.

2.5 Désinstallation de l'interface

 *L'installation peut nécessiter de disposer des droits administrateurs sur l'ordinateur d'installation. Si vous ne disposez pas de ces droits, contactez votre administrateur informatique.*

Dans le dossier I-Simpa du menu Démarrer/Programmes, **sélectionnez** l'exécutable de désinstallation Uninstall et **suivez** les instructions.

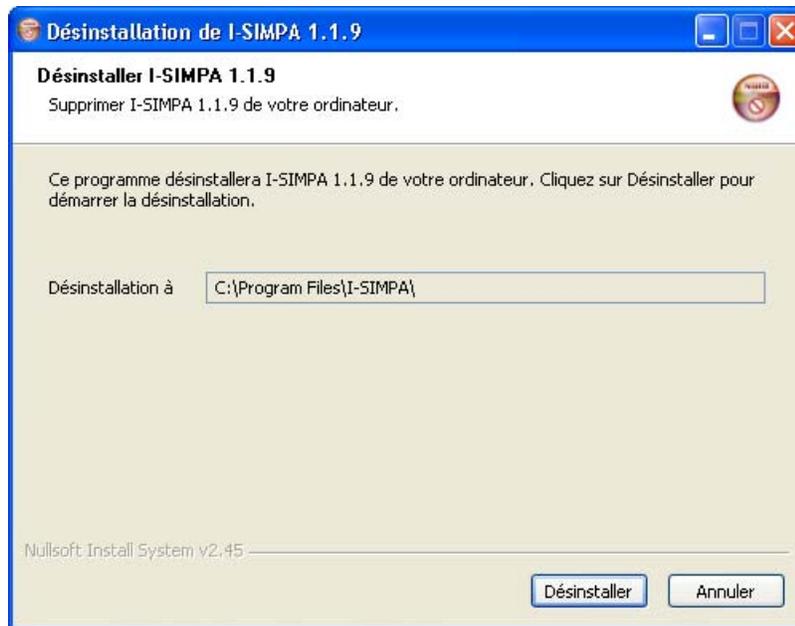


Figure 2.8 — Désinstallation de *I-Simpa*.

2.6 Lancement de l'interface

Lancez l'interface *I-Simpa*,

- soit en double-cliquant sur le raccourci *I-Simpa*  situé sur le bureau (s'il existe) ;
- soit en cliquant sur le dossier correspondant dans le menu de Démarrer/Programmes de Windows [®].

►► L'interface *I-Simpa* s'affiche (figure 2.9).

 À chaque re-démarrage de l'interface, le dernier projet est automatiquement chargé.

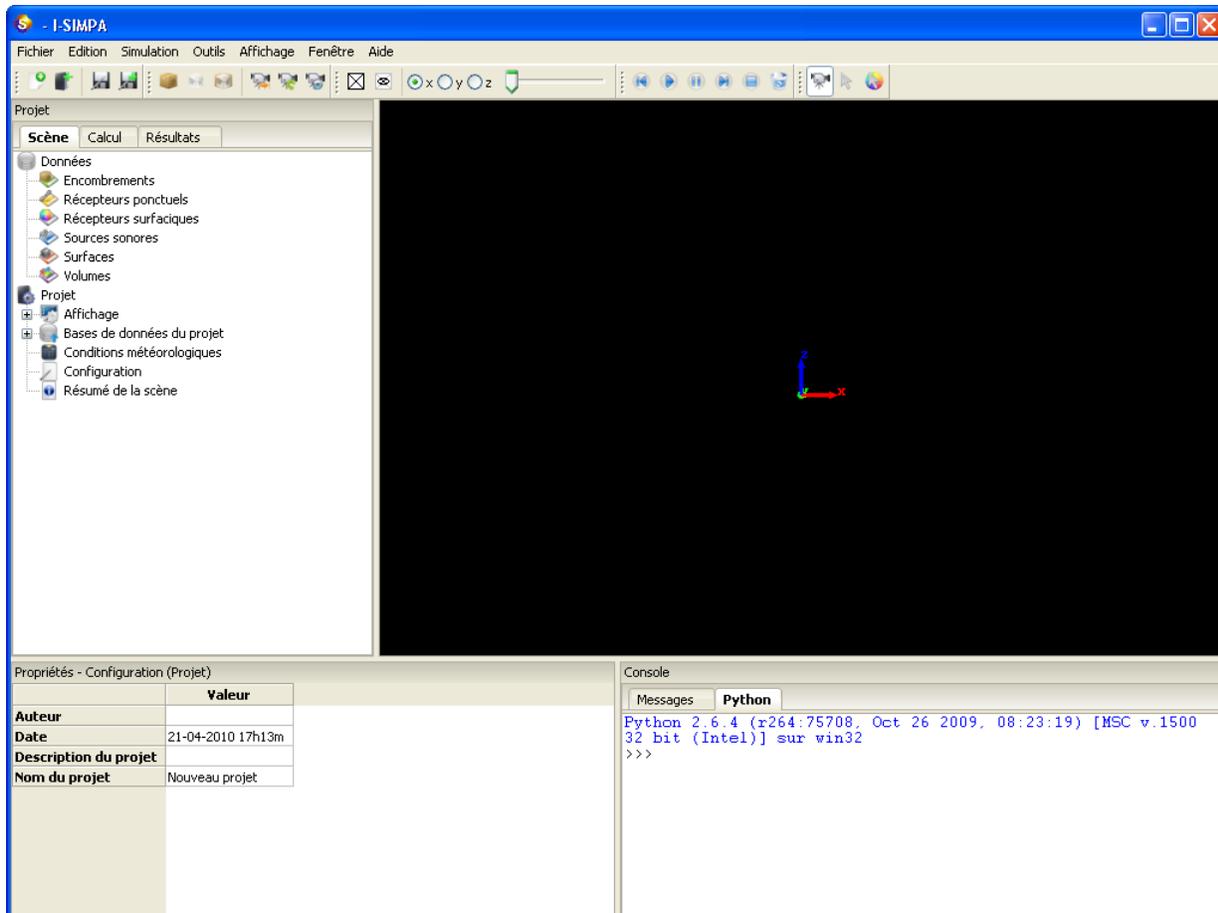


Figure 2.9 — Interface I-simpa.

Présentation détaillée de l'interface

3.1 Description générale

3.1.1 Éléments de l'interface

Par défaut, l'interface I-Simpa est organisée autour d'une fenêtre principale contenant (figure 2.9) :

- une barre de menu ;
- une barre d'outils (boutons raccourcis des menus) ;
- une fenêtre « Projet » constituée de 3 onglets chacune contenant un arbre d'éléments ;
- une fenêtre « Propriétés » ;
- une fenêtre « Console » constituée de deux onglets « Messages » et « Python » ;
- une fenêtre « Vue 3D » (fenêtre principale de l'interface).

 *Au lancement de I-Simpa, l'organisation de l'interface reprend celle de la dernière utilisation. Le placement des fenêtres et l'organisation des éléments peut différer. Pour revenir à l'organisation par défaut, il faut réinitialiser le gestionnaire (menu **Affichage▼ Réinitialiser le gestionnaire**).*

3.1.2 Modularité de l'interface

3.1.2.1 Modularité des fenêtres

- par défaut, l'ensemble des fenêtres est positionnée (*dockée*) à un endroit privilégié (cf. figure 3.1(a)) ;
- chacune des fenêtres « Projet », « Propriétés » et « Console » peut être « détachée » de l'interface en sélectionnant la barre contenant le nom de la

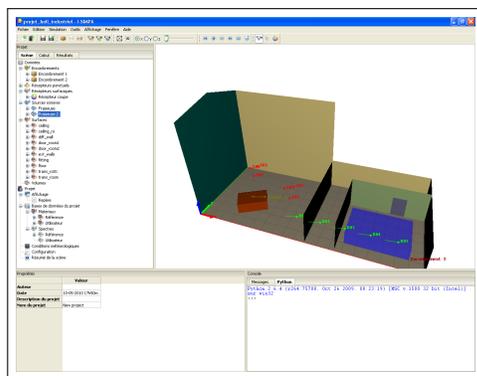
fenêtre, avec le bouton gauche de la souris (cf. figure 3.1(b)) ;

- la fenêtre « Vue 3D » peut être détachée de l'interface (Vue flottante) (option du menu « Affichage », cf. paragraphe 3.2.6.2) ;
- chaque fenêtre, une fois détachée, peut être placée en tout endroit de ou des écrans, y compris en dehors de l'interface ;
- chaque fenêtre peut être à nouveau placée (*dockée*) à des endroits privilégiés de l'interface (aux quatre coins, sur les cotés, au dessus et au dessous), en déplaçant à nouveau la fenêtre (le pointeur de la souris) correspondante à proximité d'une zone définie de l'interface, à savoir sur les bords de l'interface. En déplaçant la fenêtre (le pointeur) à proximité de ces zones, la zone correspondante s'affiche en bleu ;
- chaque fenêtre, *dockée* ou non, peut être redimensionnée en cliquant (bouton gauche) sur les bords de la fenêtre en question puis en déplaçant la souris ;
- Hormis la fenêtre « Options de l'interface » (cf. paragraphe 3.2.4.2), aucune des fenêtres « Projet », « Propriétés », « Console » et « Vue 3D » ne peut être fermée ;

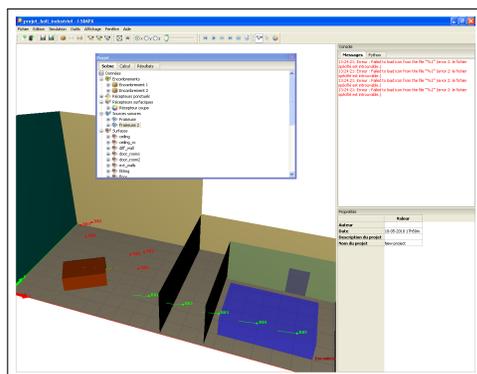
 *Pour revenir à l'organisation par défaut, il faut réinitialiser le gestionnaire (menu **Affichage▼ Réinitialiser le gestionnaire**).*

3.1.2.2 Modularité des onglets

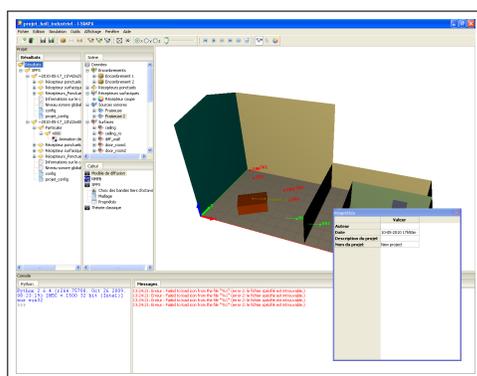
- au sein de chaque fenêtre, l'ordre des onglets peut être modifié, en sélectionnant avec la sou-



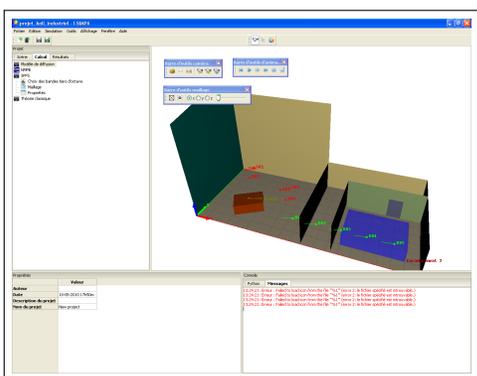
(a) Fenêtre par défaut



(b) Réorganisation des fenêtres



(c) Réorganisation des onglets



(d) Réorganisation des onglets

Figure 3.1 — Modularité de l'interface.

ris (bouton gauche), l'onglet en question, puis en l'intercalant à proximité d'un autre onglet (cf. figure 3.1(c)) ;

- au sein de chaque fenêtre, un onglet peut être détaché et être localisé dans une nouvelle zone de la fenêtre. La procédure est identique à celle présentée précédemment pour la modularité des fenêtres ;

3.1.2.3 Modularité de la barre d'outils

- Chaque élément de la barre d'outils peut être déplacée sur la barre, soit sur la même ligne (ligne principale) soit sur une seconde ligne : avec le bouton gauche de la souris, sélectionnez l'élément correspondant (sur la ligne verticale en pointillé) puis déplacez l'éléments (cf. figure 3.1(d)) ;
- Chaque élément de la barre d'outils peut également donnée naissance à une fenêtre flottante : sélectionnez l'élément correspondant (sur la ligne verticale en pointillé) puis déplacez l'élément en dehors de la barre d'outils. L'élément correspondant peut être replacée dans la barre d'outils par la méthode inverse.

 Pour revenir à l'organisation par défaut, il faut réinitialiser le gestionnaire (menu **Affichage**▼**Réinitialiser le gestionnaire**).

3.2 Barre des menus

3.2.1 Menu « Fichier »

Figure 3.2 — Menu *Fichier*.

3.2.1.1 Nouveau projet

Crée un nouveau projet (projet vide) (raccourci clavier  +N).



Attention, à la création d'un nouveau projet, une boîte de dialogue s'affiche et permet d'enregistrer le projet en cours. Si vous n'enregistrez pas le projet en cours, les dernières modifications effectuées depuis le dernier enregistrement (s'il a eu lieu) sont perdues.

3.2.1.2 Ouvrir un projet

Charge un projet existant (raccourci clavier  +O).



Attention, à la création d'un nouveau projet, une boîte de dialogue s'affiche et permet d'enregistrer le projet en cours. Si vous n'enregistrez pas le projet en cours, les dernières modifications effectuées depuis le dernier enregistrement (s'il a eu lieu) sont perdues.

3.2.1.3 Importer une scène

Importe un fichier géométrique 3D compatible, dans le projet en cours (les données ne sont pas effacées).

 L'importation d'une scène dans un projet en cours n'efface pas les données du projet (autres que les faces du modèle). Il est possible d'utiliser cette fonctionnalité pour charger une nouvelle scène depuis un projet en cours, en conservant l'ensemble des sources, récepteurs, matériaux... Cette fonctionnalité est également intéressante lorsque une approximation de modèle est demandée à l'importation, pour recharger a posteriori la scène originale « par dessus » les résultats obtenus sur la scène approchée.

3.2.1.3.1 Formats de fichier 3D compatibles :

- 3DSI-Simpa¹ : le format 3DS est un format de fichier binaire sous forme hiérarchique. I-Simpa est capable de charger les groupes de surfaces et les matériaux sous forme de couleur et/ou de texture si les fichiers de texture se trouvent dans le même dossier que le fichier 3DS. Le module 3DS de I-Simpa ne gère que l'importation ;
- PLY² : le format PLY (format de fichier de polygones) peut être importé et exporté sous I-Simpa. Les polygones sont triangularisés

avant le chargement dans I-Simpa. I-Simpa peut lire et écrire les calques, sommets et surfaces. Les calques sont converties en groupes de surfaces. Les formats ASCII et binaire du fichier PLY sont supportés ;

- POLY³ : à des fins de compatibilité avec le mailleur tétraédrique TetGen utilisé par I-Simpa, ce format est supporté en lecture et en écriture. Ce format de fichier est décrit à la page internet suivante : <http://tetgen.berlios.de/fformats.poly.html> ;
- STL⁴ : le format de fichier STL est un format utilisé dans les logiciels de stéréolithographie, pour le prototypage rapide et la fabrication assistée par ordinateur. Ce format de fichier ne décrit que la géométrie de surface d'un objet en 3D, et ne comporte notamment pas d'informations concernant la texture.

3.2.1.3.2 Paramètres d'importation : une fois le fichier 3D sélectionné, une nouvelle boîte de dialogue s'ouvre pour définir les règles d'importation :



Figure 3.3 — Boîte d'options d'importation d'une scène 3D.



Pour des modèles 3D simples, il est conseillé de conserver les paramètres par défaut.

3.2.1.3.2.1 Opération de remaillage approximatif du modèle Cette opération (**action destructive**) permet de reconstruire un nouveau modèle 3D à partir de la géométrie d'origine. Cette procédure est nécessaire lorsque le modèle d'origine comporte de nombreuses erreurs (faces s'intersectant,

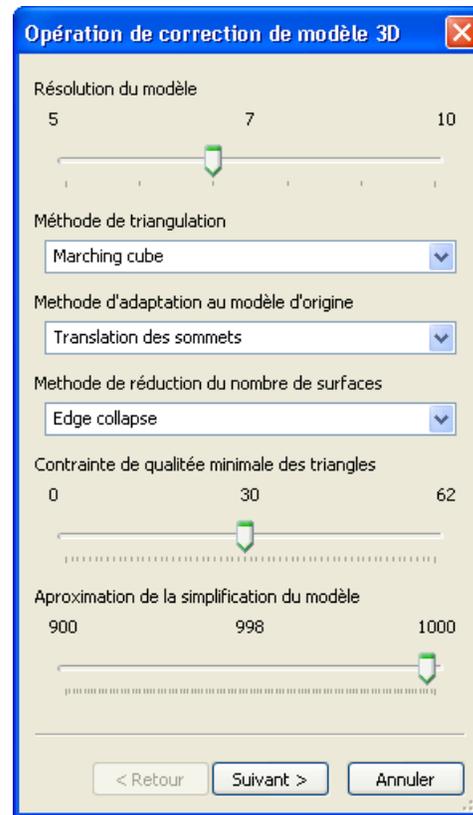
¹<http://en.wikipedia.org/wiki/.3ds>

²[http://en.wikipedia.org/wiki/PLY%28file_format%](http://en.wikipedia.org/wiki/PLY%28file_format%29)

³<http://tetgen.berlios.de/fformats.poly.html>

⁴[http://en.wikipedia.org/wiki/STL_%28file_format%](http://en.wikipedia.org/wiki/STL_%28file_format%29#External_links)

trous dans le modèle...) ou contient un très grand nombre de faces, et assure que le modèle ainsi créé soit parfaitement compatible avec le mailler présent dans I-Simpa, (*i.e.* avec les codes de calcul sous I-Simpa). Quand cette option est choisie, deux autres boîtes de dialogue s'ouvrent (figure 3.4). Cette option n'est pas compatible avec l'option **Essayer de réparer le modèle** :



(a) Paramètres



(b) Choix du volume à corriger

Figure 3.4 — Boîte de dialogue pour la correction d'une scène 3D.

► Lorsque cette option est sélectionnée, une première boîte de dialogue s'affiche (figure 3.4(a)) :

Résolution du modèle : La résolution n du modèle correspond au niveau de discrétisation de l'espace. Il est de la forme 2^n et correspond au nombre de cellules dans chaque dimension. Un niveau 7 (i.e. $2^7 = 128$) correspond donc à une grille de $128 \times 128 \times 128$ cellules ;

Méthode de triangulation : La méthode de triangulation correspond à la méthode de transformation du champ scalaire (un nombre par point de l'espace) créé par la méthode de discrétisation en un ensemble de triangles. Seule la méthode dite de *Marching cube* est actuellement disponible ;

Méthode d'adaptation au modèle d'origine :

La méthode d'adaptation au modèle d'origine est un outil qui effectue une translation des triangles créés vers le modèle d'origine afin de diminuer l'approximation due à la discrétisation. Cette opération est la plus longue et peut parfois engendrer des problèmes de collision de triangles ;

Méthode de réduction du nombre de surfaces :

La méthode de réduction du nombre de triangles fusionne les triangles afin de diminuer le nombre de surfaces en sortie ;

Contrainte de qualité minimale des triangles : La contrainte de qualité q des triangles correspond à la valeur minimale de qualité des triangles liée à la méthode de réduction de triangles, soit :

$$q = \frac{4a\sqrt{3}}{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2}, \quad (3.1)$$

où a correspond à l'aire du triangle et où h_1 , h_2 et h_3 sont les longueurs des cotés du triangle (voir la référence Bank, Randolph E., PLTMG : A Software Package for Solving Elliptic Partial Differential Equations, User's Guide 6.0, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 1990) ;

Approximation de la simplification du modèle :

L'approximation de simplification du modèle correspond à la contrainte de modification des normales des faces. La valeur correspond à la limite minimale acceptée du produit vectoriel des deux normales avant/après simplification, divisé par 1000.

► Après validation des paramètres de correction, une seconde boîte dialogue s'ouvre (figure 3.4(b)) et affiche l'ensemble des volumes détectés. Ceux ci sont classés de façon décroissante selon leur volume en m^3 . Le volume 2 correspond toujours au volume extérieur du modèle 3D.



Cette opération de remaillage approximatif ne peut être utilisée simultanément que sur un seul volume de la scène. Si la scène comporte plusieurs volumes fermés, l'utilisateur devra n'en retenir qu'un seul.

3.2.1.3.2 Essayer de réparer le modèle

Si cette option est activée (**action non destructive**), la scène 3D importée sera corrigée afin d'assurer une meilleure compatibilité avec le mailleur sous I-Simpa. Certains défauts du modèle sont corrigés automatiquement, tels que la présence d'éléments de surface non planaires et contiguës, fusion de sommets proches (à l'erreur numérique près). L'option **Opération de remaillage approximatif du modèle** rend inutile cette option, qui peut donc être décochée.

3.2.1.3.2.3 Effectuer un maillage surfacique

Cette option permet d'améliorer la qualité des éléments de surface les éléments de surface en les rediscrétisant, après avoir ajouté des sommets sur les surfaces. Cette opération assure une meilleure homogénéité des éléments de surface (triangles de forme homogène), ce qui peut avoir un impact sur l'exécution des codes de calcul. Des valeurs sont proposées par défaut. Pour plus d'informations sur les paramètres du mailleur, consulter la documentation du mailleur⁵).



Avec cette option, le nombre d'éléments de surface devient nécessairement plus important. L'assignation des matériaux sur les surfaces peut alors s'avérer plus fastidieuse. Il faut utiliser cette option uniquement si le mailleur utilisé n'a pas réussi à mailler la scène, en raison de la mauvaise qualité des triangles.

3.2.1.3.2.4 Association automatique des surfaces

Cette option est normalement utilisée lorsqu'on importe une géométrie dans un projet en cours. Cette opération permet d'assurer que les propriétés acoustiques des matériaux des faces de la scène d'origine sont reportés sur les faces identiques (ou

⁵<http://tetgen.berlios.de>

proche, au paramètre à préciser près (0.1 par défaut)) de la nouvelle scène importée. Les noms des groupes de surfaces sont conservés après importation. Les faces qui n'ont pas été assignées sont affectées dans un nouveau groupe de surfaces.

☀ *Cette option est très utile lorsqu'on veut corriger une scène géométrique sans avoir à réassigner l'ensemble des matériaux sur les surfaces.*

✎ *S'il s'agit d'une première importation, cette option n'a pas d'effet et peut être décochée.*

3.2.1.3.2.5 Fusionner les surfaces coplanaires

Cette option améliore l'affichage en mode « fil de fer » en regroupant les surfaces coplanaires en contact.

3.2.1.4 Exporter la scène

Exporte la scène dans des formats de fichiers tiers PLY, POLY, MESH⁶, INFF⁷, ASC (3D point file) et des formats propres à l'environnement I-Simpa (BIN, CBIN). Concernant ces deux derniers formats, se reporter à l'annexe H.

3.2.1.5 Créer la scène

Crée une scène parallélépipédique en précisant les dimensions dans les trois directions de l'espace.

☛ *Dans un premier temps, une boîte de dialogue s'ouvre afin de définir la dimension de la scène (figure 3.5).*

☛ *Dans un second temps, une nouvelle boîte de dialogue s'ouvre pour définir les règles d'importation de la scène s'ouvre (voir le paragraphe 3.2.1.3 pour plus de détails concernant les paramètres d'importation).*

⁶<http://www.ann.jussieu.fr/~frey/logiciels/Docmedit.dir/Docmedit.html>

⁷<http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/dataformats/nff/nff1.htm>

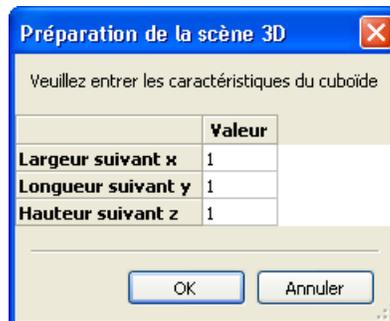


Figure 3.5 — Boîte de dialogue de création d'une scène 3D parallélépipédique.

3.2.1.6 Enregistrer le projet

Enregistre le projet en cours en écrasant l'enregistrement précédent (raccourci clavier **Ctrl** + S).

3.2.1.7 Enregistrer le projet sous

Enregistre le projet en cours en changeant de nom et de chemin. Le projet est sauvegardé avec une extension .proj, reconnu par I-Simpa.

3.2.1.8 Enregistrer une copie du projet

Enregistre une copie du projet en cours en changeant de nom, mais dans le même dossier que le projet initial. Le projet est sauvegardé avec une extension .proj, reconnu par I-Simpa.

3.2.1.9 Projets récents

Sélectionne un projet dans la liste des 5 derniers projets ouverts.

3.2.1.10 Quitter

Ferme l'application, en proposant une sauvegarde du projet en cours.

3.2.2 Menu « Edition »



Figure 3.6 — Menu *Edition*.

3.2.2.1 Annuler

Annule la dernière action (raccourci clavier **Ctrl** + Z).

3.2.2.2 Rétablir

Rétablie la dernière action (raccourci clavier )

 Ces deux actions ne fonctionnent que sur les éléments des arbres de la fenêtre « Projet ».

 En conservant l'historique du contenu des arbres, la réponse de l'interface I-Simpa peut diminuer sensiblement dès lors que les projets deviennent lourds. Dans ces conditions, il est conseillé de désactiver cette fonctionnalité en désactivant la conservation de l'historique (cf. paragraphe 3.2.4.2.1).

3.2.3 Menu « Simulation »

Voir également la barre d'outils « Magnétophone » au paragraphe 3.3.4.

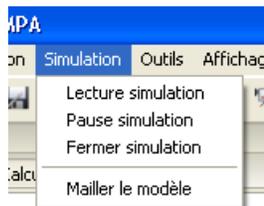


Figure 3.7 — Menu « Simulation ».

 Cette action ne fonctionne que si un fichier de données compatible (données temporelles) a été chargé dans la mémoire.

3.2.3.1 Lecture simulation

Lance la lecture d'une animation dans la fenêtre « Vue 3D ».

3.2.3.2 Pause simulation

Stoppe la lecture d'une animation dans la fenêtre « Vue 3D ».

3.2.3.3 Fermer simulation

Arrête la lecture d'une animation dans la fenêtre « Vue 3D ».

3.2.3.4 Mailler le modèle

Génère un maillage de la scène à partir du mailleur intégré à I-Simpa (mailleur TetGen⁸). Se reporter à la

documentation du mailleur pour plus d'informations, ou au paragraphe 3.4.4.2.1 pour un exemple de paramétrage du maillage.

||| Une boîte de dialogue s'affiche pour choisir le maillage en fonction du code de calcul (les paramètres du maillage sont définis dans l'onglet « Calcul », pour le code de calcul concerné).

||| Le maillage s'affiche dans la scène 3D (voir le paragraphe 3.3.3 pour la navigation dans le maillage).

3.2.4 Menu « Outils »

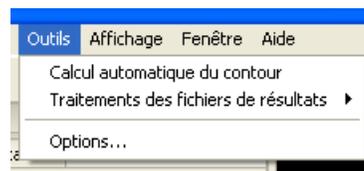


Figure 3.8 — Menu « Outils ».

3.2.4.1 Traitement des fichiers de résultats

3.2.4.1.1 ► Différencier des récepteurs de surface : permet de comparer deux résultats obtenus à des récepteurs de surface par différence. Cette action est présentée en détail dans la partie « Post-traitement » des rubriques thématiques, au paragraphe 4.4.1.3.

3.2.4.2 Options de l'interface

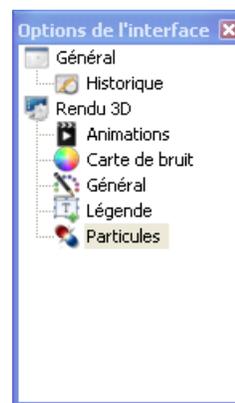


Figure 3.9 — Menu « Outils▼Options ».

3.2.4.2.1 Général Cet arbre définit les options de certaines fonctionnalités de l'interface.

⁸<http://tetgen.berlios.de/TetGen>

3.2.4.2.1.1 Historique En décochant cette option, les fonctions du menu « **Edition** », « Annuler » et « Rétablir » (cf. paragraphe 3.2.2) sont désactivées. Ceci permet d'améliorer la réponse de l'interface I-Simpa, notamment pour des projets très lourds (avec beaucoup d'éléments et de faces), puisque l'historique du contenu des arbres n'est pas conservé en mémoire.

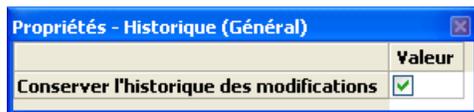


Figure 3.10 — Propriétés de l'élément « Historique (Général) ».

3.2.4.2.2 Rendu 3D Cet arbre définit les options de rendu dans la fenêtre « Vue 3D » :

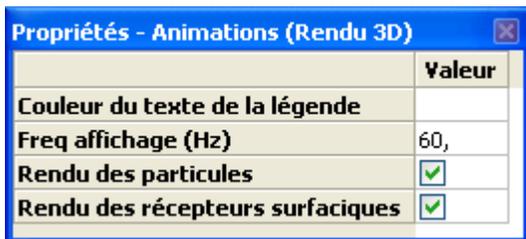


Figure 3.11 — Propriétés de l'élément « Animations (Rendu 3D) ».

3.2.4.2.2.1 Animations Ce paramètre permet de définir les propriétés du rendu des animations dans la fenêtre « Vue 3D » (cf. figure 3.11) :

Couleur du texte de la légende : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur du texte de la légende (figure 3.12) ;



Figure 3.12 — Boîte de dialogue pour le choix des couleurs.

Fréquence affichage (Hz) : fréquence d'affichage (Hz) des animations. Plus la valeur est grande, plus l'animation sera rapide ;

Rendu des particules : sélectionne ou désélectionne l'affichage de l'animation des particules sonores (valable uniquement avec le code de calcul SPPS) ;

Rendu des récepteurs surfaciques : sélectionne ou désélectionne l'affichage de l'animation des récepteurs surfaciques lorsqu'elle existe.



Figure 3.13 — Propriétés de l'élément « Carte de bruit (Rendu 3D) ».

3.2.4.2.2.2 Carte de bruit

Couleur des iso-lignes : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur des lignes iso-niveaux (cf. figure 3.12) ;

Palette des cartographies : ouvre un menu déroulant permettant de choisir la palette de représentation des cartes de bruit :

- RYBG
- rvb
- NF S 31-130
- jet25
- jet
- Firecode
- Coldfire

☀ Il est possible de rajouter ses propres palettes de couleur. Voir l'annexe F.



Figure 3.14 — Propriétés de l'élément « Général (Rendu 3D) ».

3.2.4.2.2.3 Général

Couleur par défaut : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur par défaut des faces de la scène (valable uniquement en mode **Affichage▼Couleur modèle►Original**) (cf. figure 3.12) ;

Fond de la scène : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur par défaut de l'arrière plan de la scène (cf. figure 3.12) ;

Lignes de la scène : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur des lignes de la scène (en représentation « fil de fer ») (cf. figure 3.12) ;

Sélection : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur de sélection d'une face (lorsque l'outil pointeur est en mode « Sélection de faces ») (cf. figure 3.12) ;



Figure 3.15 — Propriétés de l'élément « Légende (Rendu 3D) ».

3.2.4.2.2.4 Légende

Couleur de fond de texte : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur de l'arrière plan de la légende (cf. figure 3.12) ;

Couleur du texte : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur du texte de la légende (cf. figure 3.12) ;

Fond du texte transparent : active ou désactive la transparence de l'arrière plan de la légende. Si cette option est activée, le choix de la couleur d'arrière plan de la légende (**Couleur de fond de texte**) n'a pas d'effet ;

Police de la légende : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la police de la légende ;



Figure 3.16 — Propriétés de l'élément « Particules (Rendu 3D) ».

3.2.4.2.2.5 Particules

Couleur des particules : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur des particules (valable uniquement avec le code SPPS) (cf. figure 3.12) ;

3.2.5 Menu « Affichage »

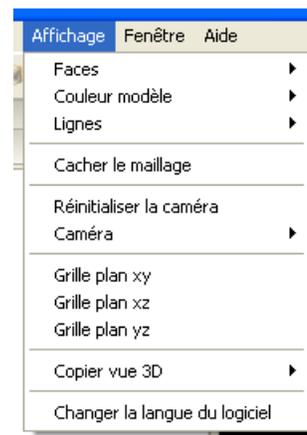


Figure 3.17 — Menu « Affichage ».

 Les trois modes d'affichage « Faces », « Couleur modèle » et « Lignes » peuvent être combinés.

3.2.5.1 Faces

3.2.5.1.1 ► Extérieur : Affiche les faces extérieures de la scène. Si les faces sont correctement orientées, l'intérieure de la scène est invisible (figure 3.18).

3.2.5.1.2 ► Intérieur : Affiche les faces intérieures de la scène. Si les faces sont correctement orientées, seul les faces intérieures de la scène sont invisibles (figure 3.19).

3.2.5.1.3 ► Aucune : Aucune face de la scène est visible. Seuls les éléments de la scène (source, récepteur, encombrement, volume, repère, grille) et les lignes du modèle sont visibles, en fonction toutefois des options d'affichage (figure 3.20).

3.2.5.2 Couleur modèle

3.2.5.2.1 ► Original : Les couleurs et textures originales (telles qu'à la création avec le logiciel de création de modèle 3D) sont affichées (cf. par exemple figure 3.19).

3.2.5.2.2 ► Matériau associé : La couleur de chaque face de la scène correspond à la couleur du matériau associé (figure 3.21).

 Cette option est pratique pour vérifier qu'un matériau a bien été affecté à chaque face du modèle.

 À l'importation/création d'un modèle, un matériau par défaut (avec une couleur par défaut) est associée à chaque face.

3.2.5.3 Lignes

3.2.5.3.1 ► Calcul automatique du contour
Cette option permet de regrouper sous la forme d'une face unique, un ensemble de faces coplanaires.

3.2.5.3.2 ► Aucune : Aucune ligne n'est affichées (figure 3.22).

3.2.5.3.3 ► Toutes : Toutes les lignes des faces sont affichées (figure 3.23).

3.2.5.3.4 ► Contour : Seules les lignes délimitant des faces coplanaires sont affichées (figure 3.24).

3.2.5.4 Cacher le maillage

Désactive l'affichage du maillage dans la scène.

3.2.5.5 Réinitialiser la caméra

Permet de revenir à l'orientation et au mode de vue par défaut de la caméra.

3.2.5.6 Caméra

3.2.5.6.1 ► Première personne : mode de vue de la caméra en « première personne ». L'utilisateur visualise la scène avec ses « propres yeux ». Les actions de navigation dans la scène sont les suivantes :

- Clic-droit ou gauche de la souris + mouvement vers la droite (ou appui à droite sur molette centrale) : regarder vers la droite (raccourci clavier : ) ;
- Clic-droit ou gauche de la souris + mouvement vers la gauche (ou appui à gauche sur molette centrale) : regarder vers la gauche (raccourci clavier : ) ;
- Clic-gauche de la souris + mouvement vers le haut : regarder vers le haut ;
- Clic-gauche de la souris + mouvement vers le bas : regarder vers le bas ;
- Clic-droit de la souris + mouvement vers le bas : éloignement de la scène (raccourci clavier : ) ;
- Clic-droit de la souris + mouvement vers le haut : déplacement vers la scène (raccourci clavier : ) .

3.2.5.6.2 ► Rotation/Zoom : mode de vue de la caméra en « rotation/zoom ». Ce mode permet de manipuler la scène. Les actions de navigation dans la scène sont les suivantes :

- Clic-gauche de la souris + mouvement vers le haut (ou appui à droite sur molette centrale) : zoomer la scène ;
- Clic-gauche de la souris + mouvement vers le bas (ou appui à gauche sur molette centrale) : dézoomer la scène ;
- Clic-droit de la souris + mouvement de la souris : rotation de la scène dans le sens du mouvement (raccourci clavier : utilisation des touches « flèches »     pour faire une rotation) ;

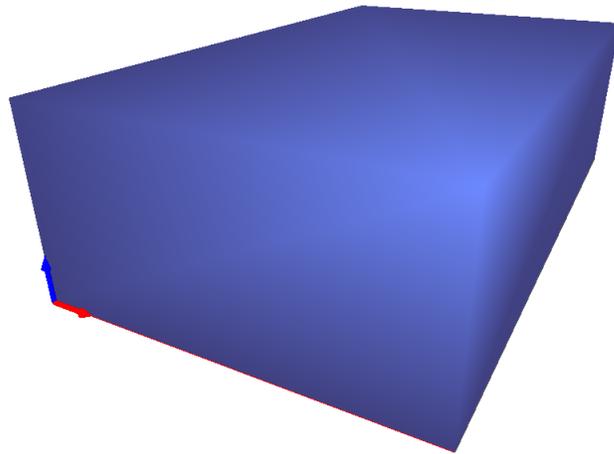


Figure 3.18 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage▼ Faces►Extérieur** ».

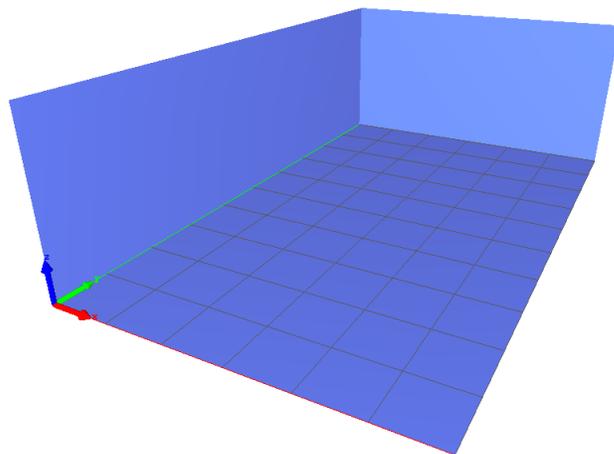


Figure 3.19 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage▼ Faces►Intérieur** ».

- Clic-centre + mouvement de la souris : translater la scène.

3.2.5.7 Grille plan xy

Affiche la grille cartésienne du plan (x, y) .

3.2.5.8 Grille plan xz

Affiche la grille cartésienne du plan (x, z) .

3.2.5.9 Grille plan yz

Affiche la grille cartésienne du plan (y, z) .

3.2.5.10 Copier vue 3D

3.2.5.10.1 ► Vers un fichier : réalise une copie d'écran de la vue 3D et exporte l'image dans un fichier PNG, JPG, BMP avec une résolution par défaut de 600 (largeur) par 800 (hauteur).

3.2.5.10.2 ► Vers un fichier avec une autre résolution : réalise une copie d'écran de la vue 3D et exporte l'image dans un fichier PNG, JPG, BMP avec une résolution définie par l'utilisateur

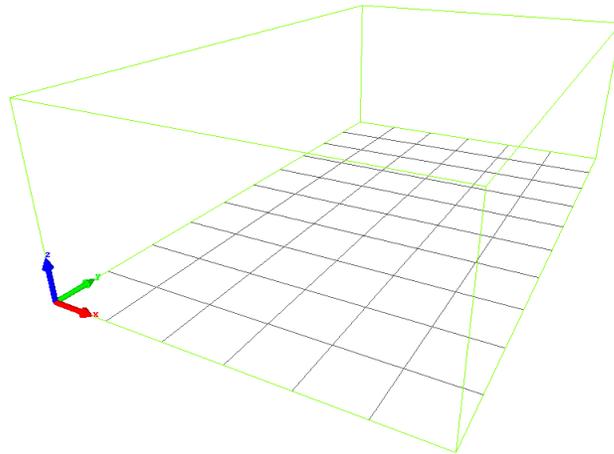


Figure 3.20 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage**▼**Faces**►**Aucune** » (avec affichage du contour).

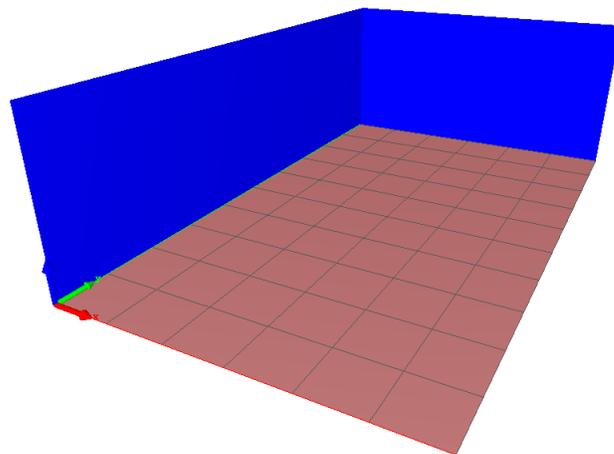


Figure 3.21 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage**▼**Couleur modèle**►**Matériau associé** ».

3.2.5.11 Changer la langue du logiciel

Permet de changer la langue de l'interface. Deux langues sont proposées par défaut, le français et l'anglais.

☀ *Deux langues sont proposées par défaut, le français et l'anglais. Il est possible de rajouter des traductions dans de nouvelles langues ou de modifier les traductions existantes, en créant de nouveaux fichiers de langue. Se reporter à la documentation correspondante à la personnalisation des langues.*

✎ *Le changement de langue est effectif au prochain redémarrage de l'interface.*

3.2.6 Menu « Fenêtre »

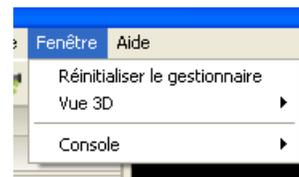


Figure 3.25 — Menu « Fenêtre ».

3.2.6.1 Réinitialiser le gestionnaire

Permet de remettre les fenêtres à leurs positions par défaut.

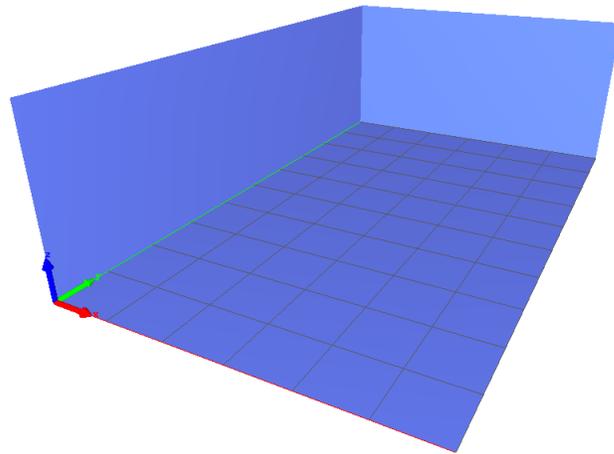


Figure 3.22 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage▼Lignes modèle►Aucune** ».

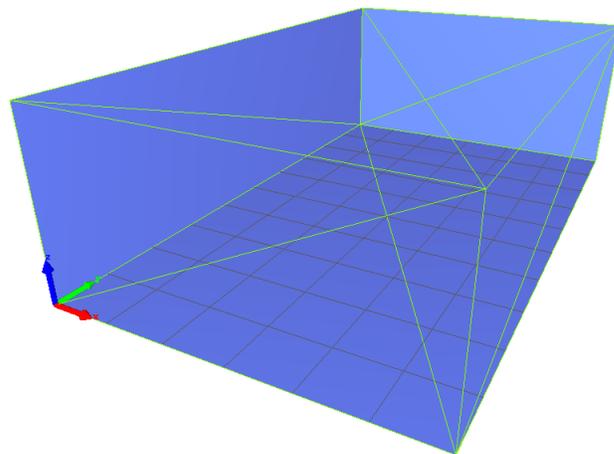


Figure 3.23 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage▼Lignes modèle►Toutes** ».

3.2.6.2 Vue 3D

3.2.6.2.1 ► Vue 3D en tant que affichage principal : la vue 3D est visible dans la fenêtre principale de l'interface.

3.2.6.2.2 ► Vue 3D flottante : la vue 3D est visible dans une fenêtre « flottante ».

☀ *Cette option permet d'utiliser les fonctionnalités d'un affichage sur plusieurs écrans. Il est ainsi possible d'afficher la vue 3D sur un écran en pleine page (en déplaçant la fenêtre de la vue 3D dans l'écran correspondant et en l'affichant en pleine page), tout en manipulant les données sur un second écran.*

3.2.6.3 Console

3.2.6.3.1 ► Copier le contenu vers un fichier : permet de sauvegarder le contenu texte de l'onglet « Messages » de la console dans un fichier texte au format txt. Le dossier et le nom de sauvegarde sont demandés à l'utilisateur.

3.2.6.3.2 ► Effacer le contenu : réinitialise le contenu de la console. Toutes les messages de l'onglet « Messages » sont effacés.

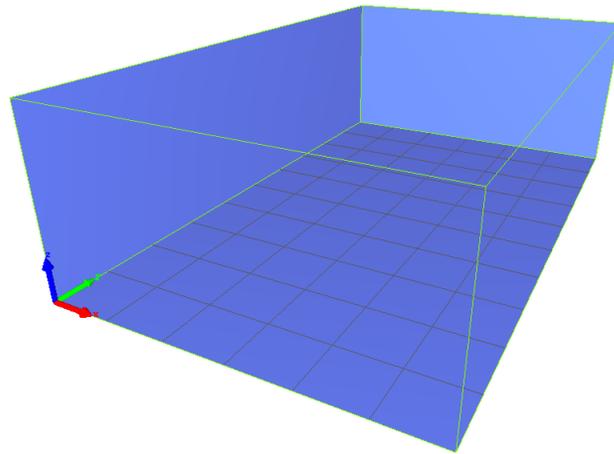


Figure 3.24 — Affichage d'une scène avec l'option « **Affichage**▼ **Lignes modèle**► **Contour** ».

3.2.7 Menu « Aide »

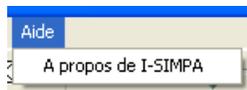


Figure 3.26 — Menu « Aide ».

3.2.7.1 A propos de I-Simpa

donne accès à la version de l'interface ;

3.2.7.1.1 Licence : Affiche les termes de la licence de l'interface.

3.2.7.1.2 Développeurs : Affiche le nom des développeurs de l'interface.

3.3 Barre d'outils

3.3.1 Outils « Fichier »

Voir également le paragraphe 3.2.1 concernant le menu **Fichier**.



Figure 3.27 — Barre d'outils « Fichier ».

- nouveau projet ;
- ouvre un projet existant ;
- sauvegarde le projet en cours avec le nom existant ;

- sauvegarde le projet en cours dans un nouveau dossier avec un nouveau nom.

3.3.2 Outils « Vue/Caméra »

Voir le paragraphe 3.2.5 pour le style d'affichage.



Figure 3.28 — Barre d'outils « Vue/Caméra ».

- Visualisation de la scène sous forme de faces (vue intérieure) ;
- Visualisation de la scène en « fil de fer » (ou filaire) ;
- Visualisation de la scène combinée (faces et « fil de fer ») ;
- Réinitialisation de la caméra (retour à la visualisation par défaut) ;
- Caméra en mode « rotation/zoom » ;
- Caméra en mode « première personne ».

3.3.3 Outils « Maillage »

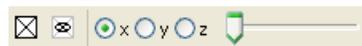


Figure 3.29 — Barre d'outils « Maillage ».

- génère et affiche le maillage sur la vue 3D. Une boîte de dialogue s'ouvre pour choisir le

code de calcul associé (*i.e.* les paramètres de maillage associés) ;

-  efface le maillage sur la vue 3D ;
- Boutons « Radio » x , y ou z : sélectionne les plans d'affichage des mailles suivant les axes x , y ou z (figure 3.30) ;
- Barre avec curseur ajustable : déplace le plan de visualisation des mailles.

3.3.4 Outils « Magnétophone »

Voir également le paragraphe 3.2.3.



Figure 3.31 — Barre d'outils « Magnétophone ».

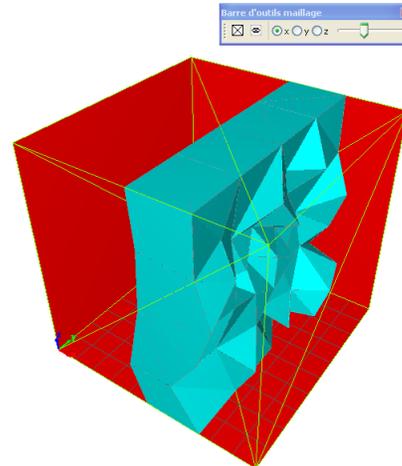
-  Navigue vers le pas de temps précédant ;
-  Lance l'animation ;
-  Met l'animation en pause ;
-  Navigue vers le pas de temps suivant ;
-  Arrête l'animation et revient à l'origine des temps ;
-  Efface le contenu de la mémoire (efface toutes les animations chargées).

3.3.5 Outils « Pointeur »

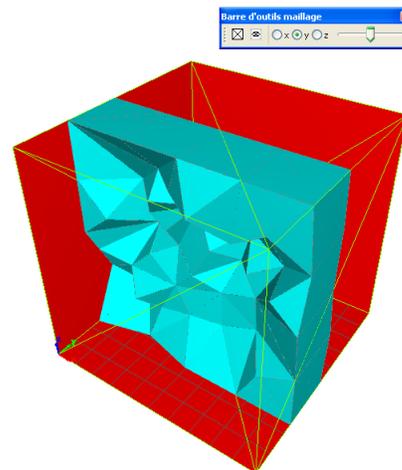


Figure 3.32 — Barre d'outils « Pointeur ».

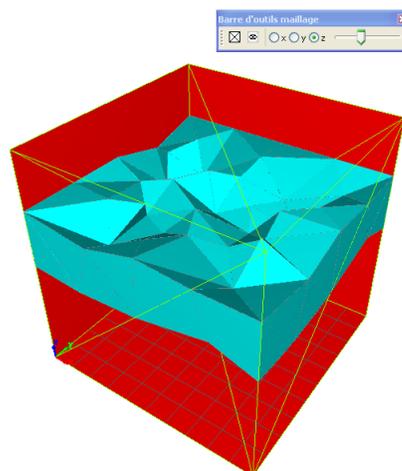
-  Pointeur en mode « Caméra ». Voir le paragraphe 3.2.5.6 pour le fonctionnement de la caméra ;
-  Pointeur en mode « Sélection de faces ». L'utilisateur sélectionne :
 - une face du modèle en cliquant sur la face correspondante avec le bouton gauche de la souris ;
 - simultanément toutes les faces coplanaires en double cliquant sur une face avec le bouton gauche de la souris ;
 - plusieurs faces en cliquant sur le bouton gauche de la souris et en maintenant la touche .



(a) Maillage suivant x



(b) Maillage suivant y



(c) Maillage suivant z

Figure 3.30 — Exemples de représentation du maillage dans une salle cubique.

► La (les) sélection(s) s'illumine(nt) en rouge (couleur par défaut, modifiable avec le Menu « Option », paragraphe 3.2.4.2).

► La (les) sélection(s) correspondante(s) apparaissent en surbrillance dans les dossiers « Surfaces » de l'arbre « Projet » (paragraphe 3.4.3.1.5).

-  Pointeur en mode « Extraction d'une valeur sur une cartographie ». Cet outil ne donnera d'information que si la vue 3D comporte une cartographie. L'utilisateur doit cliquer (bouton gauche de la souris) sur la cartographie en question pour faire afficher la valeur correspondante dans l'onglet « Message » de la « Console ».

3.4 Fenêtre « Projet »

3.4.1 Présentation générale

La fenêtre « Projet » permet d'organiser l'ensemble des informations nécessaire à la réalisation d'un projet, sous la forme de trois onglets : « Scène », « Calcul » et « Résultats ».

 Cette organisation en trois onglets correspond aux trois phases successives pour la réalisation d'un projet : (1) création et information de la scène, (2) paramétrage et exécution des calculs, (3) archivage, post-traitement et affichage des résultats. En principe l'utilisateur doit suivre les étapes dans cet ordre.

Chacun de ces arbres est organisé sous forme d'un ou plusieurs arbres, contenant des dossiers, lesquels contiennent éventuellement d'autres dossiers, et au final, des éléments. Les propriétés d'un élément sont organisées sous forme de tables de données accessibles dans la fenêtre « Propriétés » : ces données peuvent être des valeurs numériques, des chaînes de caractères, des listes déroulantes, des arbres, des actions pour ouvrir des boîtes de dialogue et des cases à cocher/décocher.

 La définition, comme la prise en compte d'un élément de l'arbre ou de certaines de ses propriétés, dépend du code de calcul utilisé. Se reporter au manuel de référence du code de calcul utilisé pour plus de détails.

 En utilisant des scripts Python™, il est possible de rajouter des éléments dans chacun arbre, ainsi que des menus contextuels. Se reporter à l'annexe G.

3.4.2 Fonctions communes

3.4.2.1 Développement et navigation dans un arbre

Le développement d'un arbre s'effectue en cliquant (bouton gauche de la souris) sur le symbole  ou  à gauche de l'élément de type dossier, ou en double cliquant sur le dossier en question.

La navigation dans un arbre peut nécessiter d'utiliser soit les barres de défilement situées sur les parties droite et inférieure de la fenêtre en question, soit la molette de la souris.

3.4.2.2 Fonctionnalités de Copier/Coller dans les arbres

3.4.2.2.1 Copier/Coller un élément d'un arbre

Un menu contextuel (bouton droit de la souris) est associé à chacun des éléments de ces arbres, mais diffère d'un élément à l'autre. Au minimum, un menu contextuel comporte les deux actions (les autres actions sont présentées ci-après, pour chacun des éléments) : **Copier** et **Coller**. En utilisant ces actions, il est donc possible de copier un élément depuis un emplacement particulier dans un arbre, puis de le coller dans un autre emplacement dans un autre arbre, tant que les emplacements sont « compatibles » (la compatibilité est testée automatiquement : la fonctionnalité **Coller** ne s'active que si l'emplacement dans l'arbre est compatible). Pour **Copier/Coller** un élément :

1. **placez** le pointeur de la souris sur l'élément en question ;
2. **cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez Copier** (figure 3.33(a)) ;
3. **placez** le pointeur de la souris sur l'élément parent de l'élément à copier ;
4. **cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez Coller** (figure 3.33(b)).

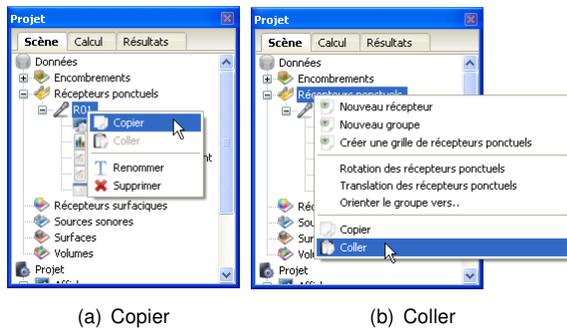


Figure 3.33 — Copier/Coller d'un élément d'un arbre : illustration de la copie d'un récepteur ponctuel.

3.4.2.2.2 Copier/Coller un code XML Le codage des données associées à chaque élément est réalisée en interne sous forme XML. Il est également possible de copier ces éléments de code depuis l'interface I-Simpa vers un éditeur de texte. La procédure est la suivante :

1. **placez** le pointeur de la souris sur l'élément en question ;
2. **cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez** *Copier* ;
3. **sélectionnez** un éditeur de texte (avec un document actif) ;
4. **placez** le pointeur de la souris à l'endroit où vous voulez insérer le code XML dans le document ;
5. **cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez** *Coller* (figure 3.34) (ou *via* le menu « **Édition** »).



Figure 3.34 — Copier/Coller du code XML d'un élément d'un arbre de I-Simpa vers un éditeur de texte : illustration de la copie de l'élément **Propriétés** d'un récepteur ponctuel.

3.4.2.2.3 Copier/Coller le contenu de cellules de données L'ensemble des données des éléments des arbres est géré sous forme de tables de données,

avec un libellé et une ou plusieurs colonnes de données. La copie de cellules d'une table de données associée à un élément, vers une autre table de données (associée à un autre élément) est possible tant que le format et le nombre de cellules sont similaires. La procédure est la suivante :

1. **sélectionnez** les cellules d'une table de données (données d'origine) ;
2. **cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez** *Copier* (figure 3.35(a)) ;
3. **sélectionnez** les cellules d'une table de données (données de destination, format et nombre de cellules compatibles) ;
4. **cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez** *Coller* (figure 3.35(c)).

 Pour le collage des cellules vers une table de données de destination, il n'est pas nécessaire de sélectionner exactement l'ensemble des cellules à coller. Seule la cellule d'origine est importante ; le collage s'effectue au delà de la cellule d'origine.

	Absorption	Diffusion	Transmission	Affaiblissement
50 Hz	0,45	0,3		0,0
63 Hz	0,45	0,3		0,0
80 Hz	0,45	0,3		0,0
100 Hz	0,45	0,3		0,0
125 Hz	0,45	0,3		0,0
160 Hz	0,45	0,3		0,0
200 Hz	0,6	0,4		0,0
250 Hz	0,6	0,4		0,0
315 Hz	0,6	0,4		0,0

(a) Copie des cellules d'une table de données (origine)

	Absorption	Diffusion	Transmission	Affaiblissement
50 Hz	0,15	0,15		0,0
63 Hz	0,15	0,15		0,0
80 Hz	0,15	0,15		0,0
100 Hz	0,15	0,15		0,0
125 Hz	0,15	0,15		0,0
160 Hz	0,15	0,15		0,0
200 Hz	0,08	0,13		0,0
250 Hz	0,08	0,13		0,0
315 Hz	0,08	0,13		0,0

(b) Choix d'une table de données de destination

	Absorption	Diffusion	Transmission	Affaiblissement
50 Hz	0,15	0,15		0,0
63 Hz	0,15	0,15		0,0
80 Hz	0,15	0,15		0,0
100 Hz	0,15	0,15		0,0
125 Hz	0,15	0,15		0,0
160 Hz	0,15	0,15		0,0
200 Hz	0,08	0,13		0,0
250 Hz	0,08	0,13		0,0
315 Hz	0,08	0,13		0,0

(c) Collage des cellules

	Absorption	Diffusion	Transmission	Affaiblissement
50 Hz	0,45	0,3		0,0
63 Hz	0,45	0,3		0,0
80 Hz	0,45	0,3		0,0
100 Hz	0,15	0,15		0,0
125 Hz	0,15	0,15		0,0
160 Hz	0,15	0,15		0,0
200 Hz	0,08	0,13		0,0
250 Hz	0,08	0,13		0,0
315 Hz	0,08	0,13		0,0

(d) Table de données après collage

Figure 3.35 — Copier/Coller des cellules d'une table de données : illustration de la copie de cellules d'un spectre associé à un matériau (audience) vers un autre matériau (stage).

3.4.2.3 Renommer un élément

Un nom est automatiquement attribué par l'interface à la création d'un élément par l'utilisateur (encombrement, récepteur ponctuel, récepteur surfacique, groupe de surfaces, source sonore, volume, matériau, spectre). Pour renommer un élément, plusieurs solutions sont possibles :

- en cliquant successivement deux fois (deux fois sur le bouton gauche, mais pas un double clic) directement sur l'élément en question, une première fois pour le mettre en surbrillance, une

seconde fois pour faire apparaître le curseur « texte », puis en modifiant le texte ;

- en cliquant avec le bouton droit pour faire apparaître le menu contextuel (figure 3.36), puis en sélectionnant *Renommer* et enfin en modifiant le texte ;
- en cliquant sur le libellé avec le bouton gauche (mise en surbrillance), puis en appuyant sur la touche **F2** pour entrer le texte ;



Figure 3.36 — Menu contextuel pour le changement de nom et la suppression d'un élément créé par l'utilisateur.

Le nom de l'élément (attribué par l'interface ou l'utilisateur) est dissocié de son identifiant (codage interne par l'interface). Plusieurs éléments peuvent avoir le même nom (même si cela n'est pas recommandé), mais l'identifiant est unique. Cet identifiant est accessible dans le codage XML de l'élément en question.

A la création de l'élément, le nom est modifiable par défaut.

3.4.2.4 Supprimer un élément

L'utilisateur peut supprimer tout élément qu'il a créé (encombrement, récepteur ponctuel, récepteur surfacique, groupe de surface, source sonore, volume, matériau, spectre), parfois sous certaines conditions (certains éléments non vides, comme des groupes de surfaces ne peuvent pas être supprimés) :

- en sélectionnant l'élément en question (bouton gauche de la souris), puis en appuyant sur la touche **Del** ;
- en cliquant avec le bouton droit pour faire apparaître le menu contextuel (figure 3.36), puis en sélectionnant *Supprimer*.

 Aucune validation de la suppression n'est demandée. La suppression peut être définitive si l'historique des changements n'est pas activé (cf. paragraphe 3.2.4.2.1).

3.4.2.5 Création de diagrammes à partir de données tabulées

3.4.2.5.1 Création de diagramme La plupart des valeurs représentées sous forme de tables de données dans une fenêtre « Propriétés » d'un élément d'un des arbres de la fenêtre « Projet » peuvent être affichées graphiquement sous forme de diagrammes configurables par l'utilisateur. La procédure consiste à sélectionner les cellules d'une table de données puis à cliquer avec le bouton droit de la souris sur la sélection correspondante (figure 3.37(a)), pour spécifier les options de représentation (figure 3.37(b)) :

- **Libellé de Onglet** : libellé de l'onglet contenant le diagramme créé dans la fenêtre « Feuille de données » qui sera créée ;
- **Libellé Axe X** : libellé de l'axe des abscisses ;
- **Libellé Axe Y** : libellé de l'axe des ordonnées ;
- **Orientation des séries de données** : choix de représentations données en lignes ou en colonnes ;
- **Libellés X en texte** : choix de l'affichage des libellés de l'axe des abscisses, soit en texte (courbe y avec un pas x constant), soit en valeur numérique (courbe $y = f(x)$) ;
- **Style par défaut** : style de représentation des diagrammes ;
 - **courbe** : représentation classique en courbe ;
 - **histogramme** : représentation en histogramme (affichage de spectres par exemple) ;
 - **échogramme** : représentation de type échogramme (affichage de réponses impulsionnelles par exemple) ;
 - **nuage d'images** : chaque valeur est représenté par un symbole de type « image » ;
 - **nuage de marqueurs** : chaque valeur est représenté par un symbole de type « marqueur » ;
 - **courbes arrondies (méthodes des splines)** : affichage de l'interpolation.

 Le choix des couleurs (pour les courbes, remplissages, points...) dans les représentations graphiques est aléatoire.

 Les libellés des séries de données (dans les tables de données) sont automatiquement associées aux données du diagramme (affichage des légendes et propriétés d'affichage graphique des séries de données).

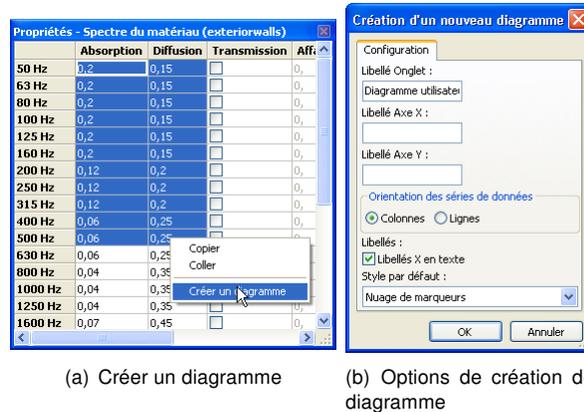


Figure 3.37 — Création d'un diagramme à partir des valeurs d'une table de données.

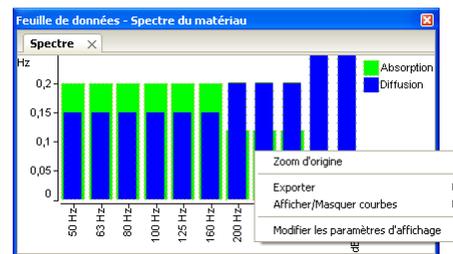


Figure 3.38 — Menu contextuel d'un diagramme.

3.4.2.5.2 Options de diagramme Une fois le diagramme créé plusieurs actions sont possibles en activant le menu contextuel associé (figure 3.38) :

- **Zoom d'origine** : réinitialise l'affichage du diagramme. L'utilisation de la souris (bouton gauche) permet de zoomer sur une partie de la figure. Le retour à la vue d'origine se fait via cette action ;
- **Exporter** : permet d'exporter le diagramme :
 - **Vers un fichier image** : exportation de la figure dans un fichier au format PNG, JPG ou BMP ;

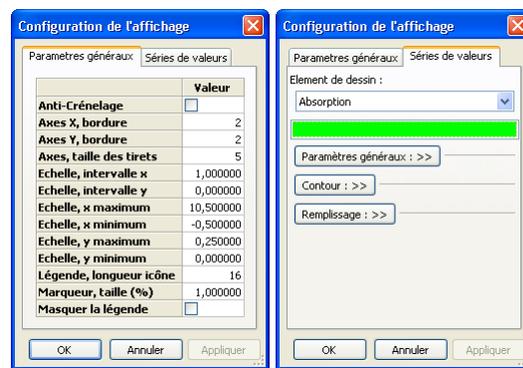
- *Vers le presse papier* : exportation de la figure dans la mémoire du système d'exploitation, pour « collage » dans une autre application ;
- *Afficher/Masquer courbes* : permet de sélectionner les courbes à afficher (principalement si plusieurs séries de données sont représentées) :
 - *Tout afficher* : affiche toutes les séries de données ;
 - *Tout masquer* : masque toutes les séries de données ;
 - « *Données* » : choix de l'affichage ou non de la série de données en question. Il y a autant de lignes que de séries de données.
- *Modifier les paramètres d'affichage* : permet de configurer toutes les propriétés graphiques du diagramme concernant les :
 - « Paramètres généraux » (affichage des axes et options générales d'affichage, figure 3.39(a)) :

- * *Anti-crénelage* : cocher pour activer l'anti-crénelage (procédé de lissage des droites obliques) ;

 *Ce traitement étant coûteux en termes CPU, la case est décochée par défaut.*

- * *Axes X, bordure* : épaisseur du trait de l'axe X ;
- * *Axes Y, bordure* : épaisseur du trait de l'axe Y ;
- * *Axes, taille des tirets* : taille des tirets sur les axes ;
- * *Échelle, intervalle x* : pas de l'axe X ;
- * *Échelle, intervalle y* : pas de l'axe Y ;
- * *Échelle, x maximum* : Valeur maximum de l'axe X ;
- * *Échelle, x minimum* : Valeur minimum de l'axe X ;
- * *Échelle, y maximum* : Valeur maximum de l'axe Y ;
- * *Échelle, y minimum* : Valeur minimum de l'axe Y ;
- * *Légende, longueur icône* : taille en pixel de l'icône des courbes dans la légende ;
- * *Marqueur, taille* : taille des marqueurs (en pourcentage de la largeur du graphique) ;

- * *Masquer la légende* : case à cocher pour masquer la légende.
- « *Séries de valeurs* » (représentation graphique des données, figures 3.39) et 3.40) :
 - * *Élément de dessin* : liste déroulante permettant de sélectionner l'élément de dessin à modifier (un axe ou une série de données) ;
 - * *Paramètres généraux* : paramétrage du graphique ;
 - * *Contour* : paramétrage du contour ;
 - * *Remplissage* : paramétrage du remplissage.



(a) Paramètres généraux

(b) Séries de valeurs

Figure 3.39 — Configuration de l'affichage graphique des diagrammes.



(a) Séries de valeurs : paramètres généraux

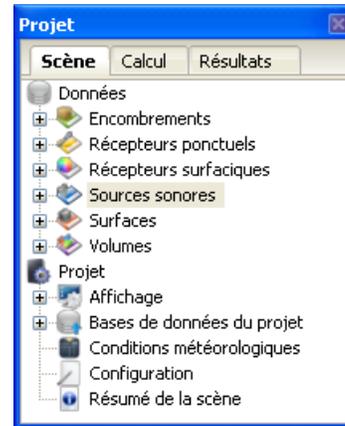


Figure 3.41 — Onglet « Scène ».



(b) Séries de valeurs : Contour (c) Séries de valeurs : Remplissage

Figure 3.40 — Configuration de l'affichage des séries de valeur.

3.4.3 Onglet « Scène »

Cette onglet permet de renseigner l'ensemble des informations géométriques et acoustiques nécessaires à la définition d'une scène. Ces informations sont organisées sous formes de deux arbres. L'arbre « Données » permet de définir les données propres à la scène à étudier. L'arbre « Projet » permet de définir et d'obtenir des informations générales.

3.4.3.1 Arbre « Données »

Les principaux éléments de l'arbre « Données » sont développés à la figure 3.42.

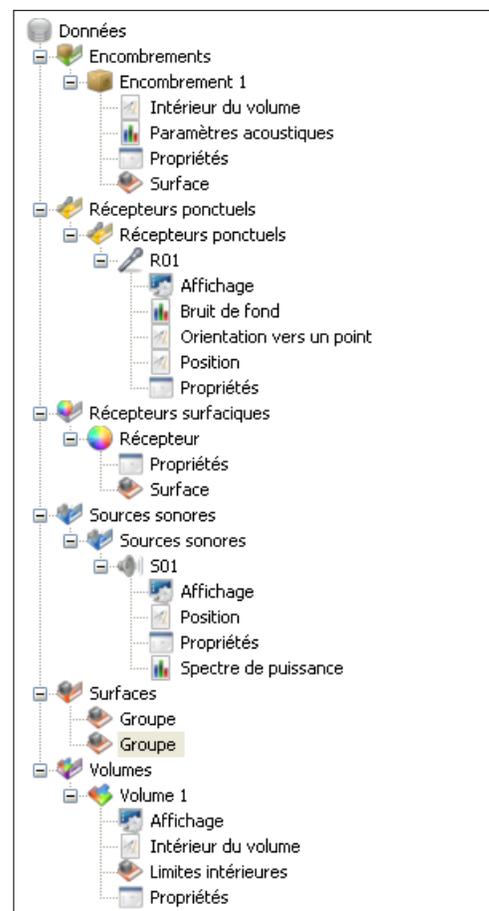


Figure 3.42 — Arbre « Données » de l'onglet « Scène ».

3.4.3.1.1 Élément « Encombrement »

3.4.3.1.1.1 Description Cette élément permet de définir dans le volume de propagation une zone contenant un ensemble d'objets créant un processus de diffusion acoustique. C'est typiquement le cas dans un hall industriel, lorsque de nombreux objets (boîtes, machines...) sont présents sur le sol du hall. La prise en compte de cette diffusion acoustique par l'encombrement est considérée de manière statistique, à partir du libre parcours moyen⁹ et de l'absorption acoustique des objets diffusants. Cette zone d'encombrement peut être définie manuellement sous la forme d'une zone rectangulaire orientée suivant les axes (x, y, z) , ou à partir de la géométrie de scène en sélectionnant un volume fermé. Dans ce dernier cas, ce volume doit être prévu à la création de la scène.

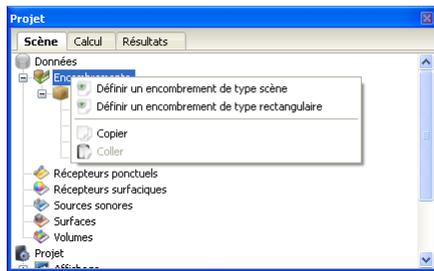


Figure 3.43 — Menu contextuel d'un encombrement.

3.4.3.1.1.2 Menu contextuel Le menu contextuel du dossier racine¹⁰ des encombrements (figure 3.43) permet en particulier de définir le type de zone d'encombrement à réaliser :

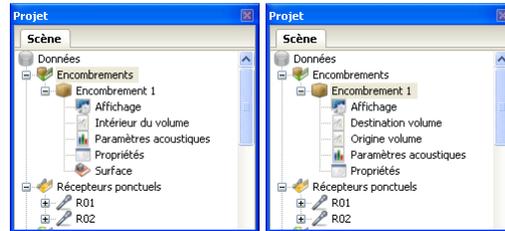
Définir un encombrement de type scène : permet de sélectionner un volume fermé de la scène (prévu à la construction de la scène) pour y attacher un encombrement. La sélection des faces du volume en question est réalisée :

- soit manuellement avec l'outil « Pointeur » en mode « Sélection de faces » avec un **glisser/déposer** des faces sélectionnées des groupes de surfaces de la scène, vers le dossier « Surface » de l'encombrement ;
- soit par un **glisser/déposer** de l'ensemble des surfaces du dossier « Limites intérieures » d'un élément « Volumes » après détection (cf. paragraphe 3.4.3.1.6) ;
- soit par conversion directe d'un volume en encombrement (cf. paragraphe 3.4.3.1.6).

⁹Paramètre acoustique définissant la *distance moyenne de collision* entre deux objets de l'encombrement.

¹⁰Tous les encombrements sont définis sous ce dossier racine.

Définir un encombrement de type rectangulaire : permet de définir manuellement dans la scène, une zone parallélépipédique pour y définir un encombrement.



(a) Encombrement de type scène (b) Encombrement de type rectangulaire

Figure 3.44 — Éléments d'un encombrement.

3.4.3.1.1.3 Propriétés d'un encombrement de type scène (figure 3.44(a))

- **Affichage** : cet élément détermine les propriétés d'affichage de l'encombrement dans la vue 3D :
 - **Afficher le libellé** : case à cocher/décocher pour afficher/cacher le libellé (nom donné à l'encombrement) de l'encombrement ;
 - **Couleur** : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur de représentation de l'encombrement dans la vue 3D ;
 - **Mode de rendu** : ouvre une liste déroulante pour choisir la forme de représentation de l'encombrement :
 - * **Volume** : sous forme d'un volume définie par des faces, dont l'opacité peut être modifiée (voir ci-après) ;
 - * **Bordures** : sous forme de bordures uniquement.
 - **Opacité** : valeur comprise entre 0 et 1 pour définir l'opacité des faces dans une représentation en volume.
- **Intérieur du volume** : cet élément définit une position à l'intérieure du volume. Ce point peut être défini en utilisant la fonction *Définir via la vue 3D* du menu contextuel sur cet élément (figure 3.45), puis en sélectionnant un point dans la scène avec la souris. Cette opération permet de remplir les valeurs x , y et z de la table de données correspondante (figure 3.46). L'autre solution consiste à remplir directement les cellules sans passer par la vue 3D.

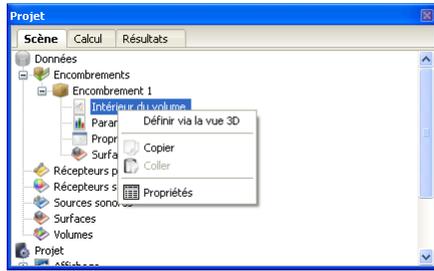


Figure 3.45 — Menu contextuel « Intérieur du volume » d'un encombrement.

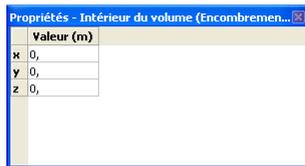


Figure 3.46 — Propriétés d'un encombrement : « Intérieur du volume ».

- **Paramètres acoustiques** : cet élément permet de définir les propriétés acoustiques de l'encombrement, par bande de fréquence :
 - **Alpha** : valeur de l'absorption α des objets de l'encombrement ;
 - **Lambda** : valeur du libre parcours moyen λ (en m), ou distance moyenne de collision, entre les objets de l'encombrement ;
 - **Loi de diffusion** : choix du type de réflexion sur les objets de l'encombrement (liste déroulante) :
 - * **uniforme** : définit normalement une réflexion équiprobable dans toutes les directions de l'espace ;
 - * **Lambert** : définit normalement une réflexion une direction de réflexion privilégiée autour de la normale à la direction incidente.
- **Propriétés** : cet élément permet de définir d'autres propriétés générales de l'encombrement :
 - **Description** : chaîne de caractères, définie par l'utilisateur, pour décrire l'encombrement ;
 - **Encombrement actif** : case à cocher/décocher pour activer l'encombrement dans les calculs. Il est ainsi possible de définir des encombrements sans pour autant les

prendre en compte dans les calculs acoustiques. Si désactivé (case décochée), l'encombrement est parfaitement « transparent » ;

- **Surface** : ce dossier contient les éléments de surface définissant la zone d'encombrement. Le menu contextuel associé (figure 3.47) permet de :
 - **Vider** le dossier (la zone d'encombrement n'est plus définie) ;
 - **Inverser l'orientation des faces** pour la totalité des faces du dossier (change le vecteur normal des faces).

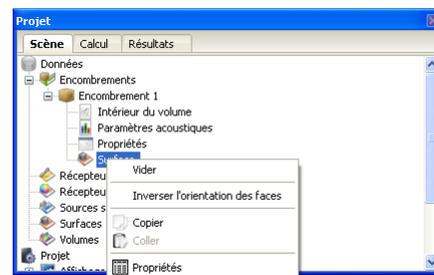


Figure 3.47 — Menu contextuel « Surface » d'un encombrement.

3.4.3.1.4 Propriétés d'un encombrement de type rectangulaire (figure 3.44(b)) Lorsque la zone d'encombrement n'a pas été définie au moment de la construction de la scène, il est possible de placer une zone parallélépipédique dans la scène définissant une zone d'encombrement. Cette zone est géométriquement définie par les deux points diagonalement opposés d'un parallélépipède (point d'origine et point de destination).

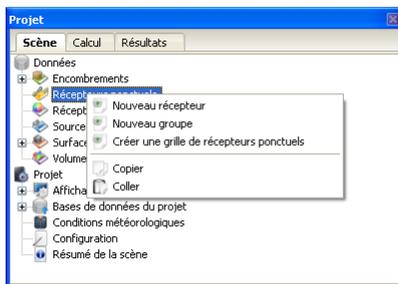
- **Affichage** : idem que pour un encombrement de type scène ;
- **Destination volume** : cet élément permet de définir les valeurs des coordonnées x , y et z du point de destination du parallélépipède. Un menu contextuel sur cet élément permet également de définir ces valeurs via l'action *Définir via la vue 3D* ;
- **Origine volume** : idem que pour l'élément **Destination volume**, pour le point d'origine du parallélépipède ;
- **Paramètres acoustiques** : idem que pour un encombrement de type scène ;

- **Propriétés** : idem que pour un encombrement de type scène ;

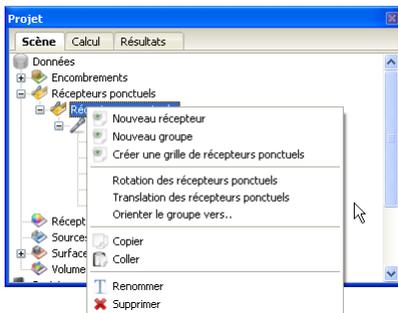
3.4.3.1.2 Élément « Récepteurs ponctuels »

3.4.3.1.2.1 Description Le calcul de certains indicateurs acoustiques nécessite de positionner des récepteurs ponctuels dans le volume de propagation. Outre leur position et leur direction d'observation, il peut être également nécessaire de définir d'autres propriétés acoustiques, telles que la directivité, le bruit de fond.

Pour des raisons pratiques, plusieurs groupes de récepteurs ponctuels peuvent être créés, à l'intérieur même de groupes existants.



(a) Dossier vide



(b) Dossier non vide

Figure 3.48 — Menu contextuel d'un groupe de récepteurs ponctuels (suivant que le groupe est vide ou non).

3.4.3.1.2.2 Menu contextuel Le menu contextuel sur le dossier racine ainsi sur les dossiers de groupe de récepteurs   permet plusieurs actions (en complément des fonctions communes) :

- **Nouveau récepteur** : crée un nouveau récepteur ponctuel dans le dossier correspondant ;
- **Nouveau groupe** : crée un nouveau groupe (*i.e.* un nouveau dossier) dans le dossier correspondant ;

- **Créer une grille de récepteurs ponctuels** : permet de créer automatiquement des plans ou des lignes de récepteurs ponctuels (figure 3.49) :

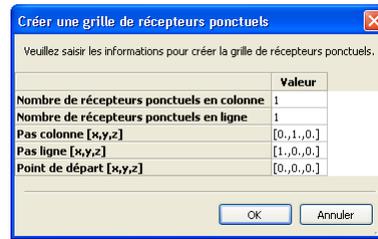


Figure 3.49 — Boîte de dialogue pour la création d'une grille (plan, ligne) de récepteurs.

- **Nombre de récepteurs ponctuels en colonne** : nombre de points sur une colonne (nombre entier supérieur ou égale à 1) ;
- **Nombre de récepteurs ponctuels en ligne** : nombre de points sur une ligne (nombre entier supérieur ou égale à 1) ;
- **Pas colonne** : vecteur (x, y, z) de déplacement des points sur la colonne ;
- **Pas ligne** : vecteur (x, y, z) de déplacement des points sur la ligne ;
- **Point de départ** : origine de la grille ; point de coordonnées (x, y, z) .

- **Rotation des récepteurs ponctuels** : permet de réaliser une rotation d'un groupe de récepteurs ponctuels, d'un certain angle autour d'un axe (figure 3.50) au niveau d'un point d'origine ;



Figure 3.50 — Boîte de dialogue pour la rotation d'un groupe de récepteurs.

- **Angle (degrés)** : angle (en degrés) de la rotation ;
- **Centre de rotation** : point d'origine de la rotation ;
- **Vecteur de rotation** : axe de rotation, défini par un vecteur x, y, z)

- **Translation des récepteurs ponctuels** : permet de réaliser une translation d'un groupe de récepteurs ponctuels suivant un vecteur (figure 3.51).

La translation est définie par un vecteur de coordonnées (x, y, z) .



Figure 3.51 — Boîte de dialogue pour la translation d'un groupe de récepteurs.

- **Orientation du groupe vers une source** : permet d'orienter automatiquement tous les récepteurs¹¹ vers un même point de coordonnées (x, y, z) (figure 3.52).



Figure 3.52 — Boîte de dialogue pour l'orientation d'un groupe de récepteurs vers un point (x, y, z) .

3.4.3.1.2.3 Propriétés

- **Affichage** : définit les paramètres d'affichage du récepteur ponctuel sur la vue 3D ;
 - **Afficher le libellé** : case à cocher/décocher pour afficher/cacher le libellé du récepteur ;
 - **Couleur** : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur de représentation du récepteur dans la vue 3D ;
- **Bruit de fond** : permet de définir le spectre d'un bruit de fond au niveau d'un récepteur ponctuel. Cette information peut être utile pour le calcul de certains paramètres acoustiques. Le spectre est choisi parmi les bases de données « Spectres » de référence et « Utilisateurs » (cf. paragraphe 3.4.3.2.2), dans la liste déroulante « Type de spectre ». Le niveau sonore par bande de fréquence, ou en global peut être ajusté par l'utilisateur en modifiant les valeurs dans la colonne « Atténuation ».



La valeur globale de l'atténuation est liée aux valeurs d'atténuation imposées pour chaque bande de fréquence : si l'atténuation est nulle pour chaque bande de fréquence, elle n'est pas nulle en valeur globale : $A_{global} = 10 \log \sum_{n=1}^N 10^0 = 10 \log N$, N désignant le nombre de bandes de fréquence (soit $A_{global} = 14.31$ dB pour $N = 27$). Inversement, en imposant une valeur globale d'atténuation nulle (soit $A_{global} = 0$ dB), la valeur d'atténuation sera la même pour toutes les bandes de fréquence, soit $-10 \log N = -14.31$ dB pour $N = 27$.



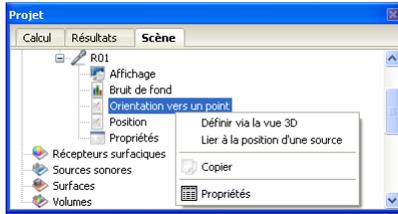
Pour imposer un spectre de bruit de fond particulier, l'utilisateur doit au préalable définir le spectre en question dans la base de données « Spectres ».



« Orientation vers un point » : permet d'orienter un récepteur vers un point particulier (x, y, z) . Cette propriété est importante pour le calcul de certains paramètres acoustiques. Un menu contextuel (figure 3.53) est disponible sur cet élément, permettant :

- de définir les valeurs (x, y, z) directement via la vue 3D (action *Définir via la vue 3D*) ;
- de lier l'orientation d'un récepteur vers une source donnée. La lien est actif : une modification de la position de la source agit sur l'orientation en question. Une fois lié, le lien peut être supprimé à partir du même menu contextuel (figure 3.53(c)) (l'action apparaît uniquement si un lien a déjà été créé).

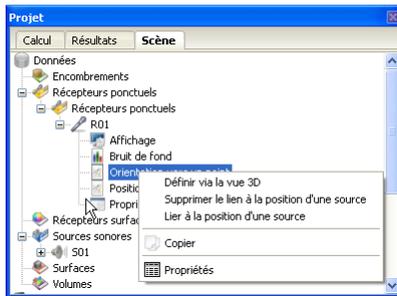
¹¹ Chaque récepteur ponctuel peut toutefois être orienté individuellement vers un point, voire être lié à une source sonore (cf. les propriétés d'un récepteur ponctuel).



(a) Menu contextuel sur l'élément « Orientation vers un point »



(b) Boite dialogue pour lier un récepteur à une source



(c) Suppression d'un lien

Figure 3.53 — Orientation d'un récepteur ponctuel vers une source (avec lien).



En définissant une orientation vers un point ou en liant à une source, les éléments « Orientation x », « Orientation y » et « Orientation z » des **Propriétés** du point récepteur sont automatiquement définies.

- Position** : définit les coordonnées (x, y, z) du point récepteur ;
- Propriétés** : définit certaines propriétés du point récepteur :
 - **Description** : chaîne de caractères permettant de décrire le point récepteur ;
 - **Orientation x** : orientation suivant x du point récepteur. Cette donnée est automatiquement calculée à partir de la propriété « Orientation vers un point » mais peut être modifiée ici ;
 - **Orientation y** : idem « Orientation x » ;

- **Orientation z** : idem « Orientation x » ;
- **Type** : type (directivité) du point récepteur :
 - **Omnidirectionnel** : directivité uniforme (*i.e.* microphone omnidirectionnel).

3.4.3.1.3 Élément « Récepteurs surfaciques »



3.4.3.1.3.1 Description Il est courant lors d'une étude en acoustique de s'intéresser à la distribution des niveaux sonores sur une surface (cartographie sonore). La notion de cartographie peut également être généralisée à la représentation surfacique de tout paramètre acoustique. L'interface I-Simpa permet de définir des surfaces pour la représentation de ces cartographies :

- soit en sélectionnant des surfaces de la scène ;
- soit en définissant des plans de coupe.

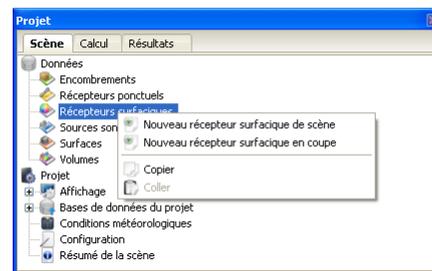


Figure 3.54 — Menu contextuel d'un récepteur surfacique.

3.4.3.1.3.2 Menu contextuel Le menu contextuel associé aux récepteurs surfaciques permet de définir deux types de récepteur (figure 3.54) :

- **Nouveau récepteur surfacique de scène** : certaines éléments de surface de la scène (pas nécessairement joints) peuvent être sélectionnés pour la réalisation d'une carte de bruit ;
- **Nouveau récepteur surfacique en coupe** : un plan de coupe est une zone rectangulaire définie par trois sommets A, B et C (la connaissance du 4^{ème} sommet n'est pas utile).

3.4.3.1.3.3 Propriétés d'un récepteur surfacique de scène

- **Propriétés** : définit certaines propriétés du récepteur de surface :

- **Description** : chaîne de caractères permettant de décrire le récepteur surfacique.
-  **Surface** : ce dossier contient les éléments de surface définissant la zone d'encombrement. Le menu contextuel associé et la procédure de sélection des faces de la scène est identique à ceux définis pour la définition d'un encombrement de type « scène » (figure 3.47 et paragraphe 3.4.3.1.1.3)

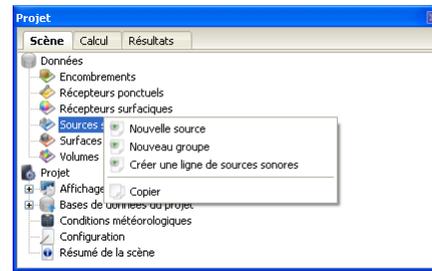
3.4.3.1.3.4 Propriétés d'un récepteur surfacique de coupe

-  **Affichage** : cet élément détermine les propriétés d'affichage d'un récepteur surfacique de coupe dans la vue 3D :
 - **Afficher la grille** : case à cocher/décocher pour faire apparaître/disparaître la grille du récepteur surfacique sur la vue 3D ;
 - **Afficher le nom des sommets** : affiche les libellés A, B et C des sommets du plan de coupe ;
 - **Couleur de la coupe** : ouvre une boîte dialogique pour sélectionner la couleur de la grille ;
-  **Propriétés** : définit certaines propriétés du récepteur de surface :
 - **Description** : chaîne de caractères permettant de décrire le récepteur surfacique.
-  **Sommet A** : définit les coordonnées (x, y, z) du point A d'un récepteur de coupe. Cette donnée peut être renseignée à partir du menu contextuel sur cet élément, ou en choisissant l'action *Définir via la vue 3D* ;
-  **Sommet B** : idem **Sommet A** ;
-  **Sommet C** : idem **Sommet A** ;

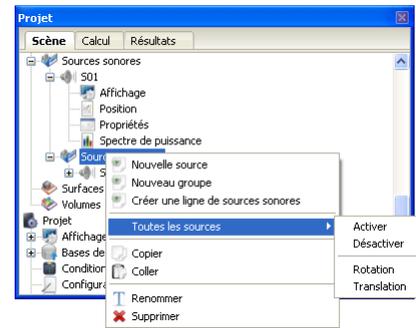
3.4.3.1.4 Élément « Sources sonores »

3.4.3.1.4.1 Description Cet élément permet de définir les propriétés acoustiques des sources sonores, telles que la puissance acoustique et la directivité, ainsi que la position de la source et son orientation.

Les sources sonores peuvent être regroupées au sein de groupes de sources. Un groupe peut contenir d'autres groupes.



(a) Groupe vide



(b) Groupe contenant des récepteurs

Figure 3.55 — Menu contextuel associé à un groupe de sources, vide ou contenant des sources.

3.4.3.1.4.2 Menu contextuel

- **Nouvelle source** : crée une nouvelle source dans le groupe parent ;
 - **Nouveau groupe** : crée un nouveau groupe de sources sonores dans le groupe parent ;
 - **Créer une grille de sources sonores** : permet de créer une grille (ou une ligne) de sources sonores. Même principe que pour les récepteurs ponctuels (cf. paragraphe 3.4.3.1.2) ;
 - **Toutes les sources** (action activée uniquement si le dossier contient des sources) :
 - **Activer** : permet d'activer simultanément toutes les sources sonores contenues dans le groupe ;
 - **Désactiver** : permet de désactiver simultanément toutes les sources sonores contenues dans le groupe ;
-  Chaque source peut également être activée/désactivée individuellement, en cochant/décochant la propriété « Source active » de l'élément « Propriétés » de la source (cf. ci-après).

- **Rotation** : permet de faire une rotation des sources sonores contenues dans le groupe. Même principe que pour les récepteurs ponctuels (cf. paragraphe 3.4.3.1.2) ;
- **Translation** : permet de faire une translation des sources sonores contenues dans le groupe. Même principe que pour les récepteurs ponctuels (cf. paragraphe 3.4.3.1.2) ;
- **Orientation z** : coordonnée z du vecteur d'orientation de la source ;
- **Source active** : case à cocher/décocher pour activer/désactiver la source.

- **Spectre de puissance** : permet de choisir le spectre et le niveau sonore de la source :

- « Type de spectre » : ouvre une fenêtre déroulante pour choisir le spectre de la source parmi les bases de données « Spectres » de référence et « Utilisateurs » (cf. paragraphe 3.4.3.2.2). Le niveau sonore par bande de fréquence, ou en global peut être ajusté par l'utilisateur en modifiant les valeurs dans la colonne « Atténuation ».

✎ Cette donnée est identique à celle définissant le bruit de fond au niveau d'un récepteur ponctuel. Voir le paragraphe 3.4.3.1.2.3 pour la description de la procédure.

✎ Pour imposer un spectre de puissance particulier, l'utilisateur doit au préalable définir le spectre en question dans la base de données « Spectres ».

3.4.3.1.4.3 Propriétés

- **Affichage** : cet élément détermine les propriétés d'affichage d'une source sonore :

- **Afficher le libellé** : case à cocher/décocher pour faire apparaître/disparaître le libellé de la source sur la vue 3D ;
- **Couleur** : ouvre une boîte dialogue pour sélectionner la couleur de la source ;

- **Position** : définit les coordonnées (x, y, z) de la source. Cette données peut être obtenue à partir du menu contextuel sur cet élément, en choisissant l'action *Définir via la vue 3D* ;

- **Propriétés** : définit certaines propriétés du récepteur de surface :

- **Description** : chaîne de caractères permettant de décrire le récepteur surfacique ;
- **Directivité** : liste déroulante permettant de définir la directivité de la source :

- * **Omnidirectionnel** : source omnidirectionnelle ;
- * **Unidirectionnel** : la source émet uniquement dans une seule direction de l'espace. En choisissant cette option, les éléments « Orientation x », « Orientation y » et « Orientation z » deviennent actifs (cf. ci-après) ;
- * **Plan XY** : la source émet uniquement dans le plan de l'espace (x, y) ;
- * **Plan YZ** : la source émet uniquement dans le plan de l'espace (y, z) ;
- * **Plan XZ** : la source émet uniquement dans le plan de l'espace (x, z) ;

- **Délai de déclenchement** : valeur en seconde (nombre réel) du retard au déclenchement de la source ;
- **Orientation x** : coordonnée x du vecteur d'orientation de la source ;
- **Orientation y** : coordonnée y du vecteur d'orientation de la source ;

3.4.3.1.5 Élément « Surfaces »

3.4.3.1.5.1 Description Cet élément contient l'ensemble des surfaces de la scène. Ces surfaces ont été soit créées par l'interface I-Simpa dans le cas d'une création d'une géométrie parallélépipédique, soit renseignées à l'importation d'une scène dans l'interface I-Simpa. Suivant le logiciel utilisé pour la création de la scène, il est possible d'importer les faces déjà organisées en groupes. L'organisation en groupe de faces permet de définir les propriétés acoustiques pour l'ensemble d'un groupe.

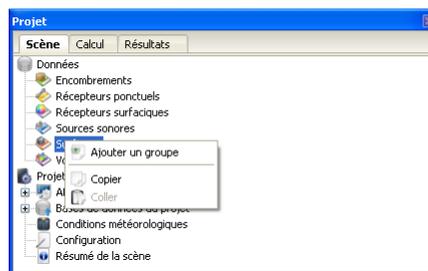


Figure 3.56 — Menu contextuel associé à une surface.

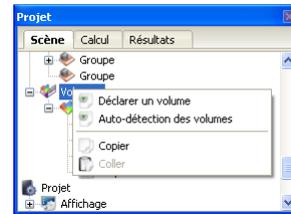
3.4.3.1.5.2 Menu contextuel

- **Inverser l'orientation des faces** : permet de changer l'orientation des faces du groupe sélectionné ;
- **Ajouter un groupe** : permet de créer un nouveau groupe de surfaces. Les surfaces peuvent ensuite être déplacées d'un groupe à l'autre en glisser/déposer ;
- **Propriétés** : permet d'affecter les propriétés d'un groupe de faces :
 - **Aire de la surface (m²)** : aire de l'ensemble des faces contenu dans le groupe (en m²) ;
Cette valeur est calculée automatiquement par I-Simpa et ne peut pas être modifiée.
 - **Matériau** : permet d'associer un matériau à un groupe de faces. Ouvre un arbre contenant l'ensemble des matériaux définis dans le projet (matériaux de « référence » et « Utilisateur ») (cf. paragraphe 3.4.3.2.2.2).

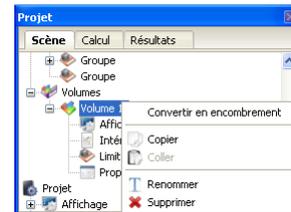
3.4.3.1.5.3 Propriétés

3.4.3.1.6 Élément « Volumes »

3.4.3.1.6.1 Description Dans certains cas et en fonction des codes de calcul utilisés, il peut être nécessaire de définir des volumes (fermés) de propagation spécifiques (définition d'une zone d'encombrement, affectation d'un volume à chaque pièce de la salle...). Cet élément permet de définir manuellement ou automatiquement plusieurs volumes de la scène (quand ils existent), en sélectionnant les faces délimitants les volumes en question.



(a) Dossier racine



(b) Volume existant

Figure 3.57 — Menus contextuels d'un volume, sur le dossier racine ou associé à un volume existant.

3.4.3.1.6.2 Menu contextuel Menu contextuel associé au dossier racine (figure 3.57(a)) :

- **Déclarer un volume** : crée un volume fermé dont les limites intérieures (faces) sont déclarées par l'utilisateur ;
- **Auto-détection des volumes** : détecte automatiquement les volumes fermés présents dans la scène (certaines propriétés du volume sont alors automatiquement définies). Au minimum, la scène comporte un volume fermé (celui de la scène), mais ce dernier n'est pas considéré.

Menu contextuel associé à un volume existant (figure 3.57(b)) :

- **Convertir en encombrement** : permet de définir le volume en question en zone d'encombrement. Un élément de type « encombrement » est automatiquement créé et certaines propriétés sont automatiquement définies.

3.4.3.1.6.3 Propriétés

- **Affichage** : cet élément détermine les propriétés d'affichage du volume :
 - **Couleur du volume** : ouvre une boîte de dialogue pour sélectionner la couleur de la source ;
- **Intérieur du volume** : définit les coordonnées (x, y, z) d'un point à l'intérieur du volume. Cette donnée peut être obtenue à partir du menu

contextuel sur cet élément, en choisissant l'action *Définir via la vue 3D* ;

 Si l'option *Auto-détection des volumes* est choisie, un point à l'intérieur du volume est obtenu automatiquement.

-  **Limites intérieures** : dossier contenant les éléments de face délimitant le volume en question. Ce dossier est alimenté par des faces et groupes de faces (paragraphe 3.4.3.1.5), par glisser/déposer ;
-  **Propriétés** : définit certaines propriétés du récepteur de surface :
 - **Volume de propagation** : case à cocher/décocher pour définir si le volume en question est un volume de propagation.

3.4.3.2 Arbre « Projet »

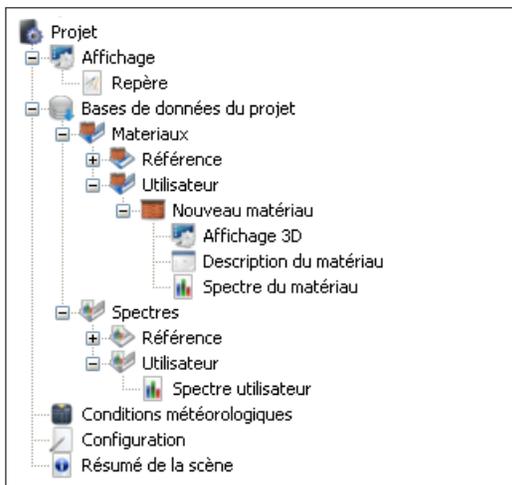


Figure 3.58 — Arbre « Projet » de l'onglet « Scène ». Détail des éléments de l'arbre.

L'arbre « Projet » contient des informations générales et bases de données pour le projet en cours.

3.4.3.2.1 Élément « Affichage »

Cet élément permet de définir certaines propriétés générales pour le rendu de la scène.

3.4.3.2.1.1 Élément « Repère »

- **Afficher le repère** : case à cocher/décocher pour afficher le repère sur la vue 3D ;

- **Couleur de la flèche x** : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur de représentation de la direction x du repère ;
- **Couleur de la flèche y** : idem ci-dessus pour la direction y ;
- **Couleur de la flèche z** : idem ci-dessus pour la direction z ;
- **Couleur de la grille** : ouvre une boîte de dialogue pour choisir la couleur de représentation des grilles associées au repère ;
- **Échelle de la grille** : pas suivant x , y et z pour la représentation de la grille ;
- **Grille plan xy** : case à cocher/décocher pour activer l'affichage de la grille dans le plan xy ;
- **Grille plan xz** : idem ci-dessus pour le plan xz ;
- **Grille plan yz** : idem ci-dessus pour le plan yz ;
- **Largeur flèche** : largeur du trait (nombre réel) de représentation d'une flèche de direction du repère ;
- **Longueur flèche** : longueur (du trait nombre réel) de représentation d'une flèche de direction du repère ;

3.4.3.2.2 Élément « Bases de données du projet »

3.4.3.2.2.1 Principe Les spectres et matériaux nécessaires à la définition des éléments de la scène (« Sources sonores » et « Récepteurs ponctuels » pour les spectres, et « Surfaces » pour les matériaux) sont définis pour l'ensemble du projet dans des bases de données. Deux types de bases de données sont définies :

- des bases de données de « Référence » définies « en dur » dans l'interface, non modifiables ;
- des bases de données « Utilisateur » définies par l'utilisateur et modifiables.

 Il est possible de copier un élément d'une base de données de « Référence » vers une base de données « Utilisateur » pour modifier si besoin les données de « Référence ».

3.4.3.2.2.2 Élément « Matériaux »

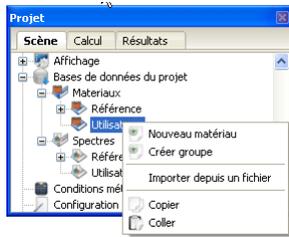


Figure 3.59 — Menu contextuel associé à un groupe de matériau.

3.4.3.2.3 Menu contextuel Le menu contextuel d'un groupe de matériaux permet les actions suivantes (figure 3.59) :

- **Nouveau matériau** : crée un nouveau matériau dans le groupe correspondant ;
- **Créer un groupe** : crée un nouveau groupe dans le groupe correspondant ;
- **Importer depuis un fichier** : permet d'importer des matériaux depuis un fichier. Plusieurs formats sont reconnus :
 - **Format CATT-Acoustic** : format de fichier utilisé par le logiciel CATT-Acoustic (information sur le site de l'éditeur <http://www.catt.se/>); fichier au format texte, d'extension .txt ;
 - **Format Odeon** : format de fichier utilisé par le logiciel Odeon (information sur le site de l'éditeur <http://www.odeon.dk/>); fichier au format texte, d'extension .li8 ;

 Les données des fichiers issus de ces logiciels sont définies en bande d'octave, alors que les données dans l'interface *I-Simpa* sont définies en tiers d'octave. Les valeurs par bande d'octave sont donc attribuées sur les tiers d'octave correspondantes. Par ailleurs, les fréquences inférieures et supérieures des bandes de fréquences sont moins étendues que celles définies dans *I-Simpa* : les données sont donc extrapolées sur les bandes de fréquence correspondantes.

 Tous les champs de données des fichiers importés ne sont pas repris.

3.4.3.2.4 Propriétés

-  **Affichage** : ouvre une boîte de dialogue pour associer une couleur au matériau, pour la représentation du matériau dans la scène (suivant les options d'affichage, cf. paragraphe 3.2.5) ;
-  **Description du matériau** :
 - **Description** : chaîne de caractères permettant de décrire le matériau ;
 - **Masse volumique (kg/m³)** : masse volumique du matériau (nombre réel) ;
 - **Référence** : chaîne de caractères permettant de donner une référence bibliographique associée au matériau ;
 - **Résistivité (kN.m.m⁻⁴)** : résistivité du matériau (valeur réelle) ;
 - **Sens de prise en compte** : liste déroulante permettant de choisir la façon dont les propriétés du matériaux sont considérées en fonction de la direction de propagation par rapport à la normale au matériau :
 - * **Bilatéral** : le matériau a les mêmes propriétés des deux cotés de la surface à laquelle il est associé ;
 - * **Unilatéral** : le matériau est transparent dans un sens (propagation à « travers le matériau ». Les propriétés acoustiques du matériaux sont considérées uniquement dans un sens de propagation opposé à la normale à la face ;

 La façon exacte dont cette propriété est traitée, dépend du code de calcul utilisé.

3.4.3.2.5 Élément « Spectre »

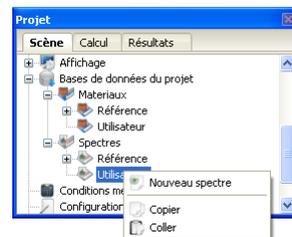


Figure 3.60 — Menu contextuel associé à un groupe de spectres.

Le menu contextuel d'un groupe de spectres permet les actions suivantes (figure 3.60) :

- **Nouveau spectre** : crée un nouveau spectre dans le groupe correspondant ;
- **Créer un groupe** : crée un nouveau groupe dans le groupe correspondant ;

	dB	dB(A)
50 Hz	47,9	17,7
63 Hz	47,9	21,7
80 Hz	47,9	25,4
100 Hz	47,9	28,8
125 Hz	46,2	30,1
160 Hz	48,4	35,
200 Hz	51,6	40,7
250 Hz	53,3	44,7
315 Hz	54,7	48,1
400 Hz	56,2	51,4
500 Hz	58,7	55,5
630 Hz	62,9	61,
800 Hz	66,	65,2
1000 Hz	69,9	69,9
1250 Hz	69,5	70,1
1600 Hz	68,5	69,5
2000 Hz	66,7	67,9
2500 Hz	63,8	65,1
3150 Hz	61,2	62,4
4000 Hz	58,2	59,2
5000 Hz	55,6	56,1
6300 Hz	55,6	55,5
8000 Hz	55,6	54,5
10000 Hz	55,6	53,1
12500 Hz	55,6	51,4
16000 Hz	55,6	48,9
20000 Hz	55,6	46,3
Global	76,58	76,77

Figure 3.61 — Exemple d'un spectre sonore.

3.4.3.2.2.6 Propriétés

- **Spectre** : valeur des niveaux sonores en bande de tiers d'octave, avec un calcul en valeur global. L'utilisateur peut indépendamment entrer les valeurs pondérées A ou non-pondérées, les calculs de pondération étant réalisés automatiquement ;

 Le calcul en niveau global est automatiquement réalisé lorsqu'une valeur est entrée sur une bande donnée. Inversement, la modification de la valeur globale modifie toutes les bandes de fréquences, d'une même valeur.

 Seuls des spectres de la base de données « Utilisateur » peuvent créés et modifiés.

3.4.3.2.3 Élément « Conditions météorologiques »

	Valeur
Absorption atmosphérique - Coefficient (Np/m)	0,
Absorption atmosphérique imposée	<input type="checkbox"/>
Conditions atmosphériques - Humidité relative (%)	50
Conditions atmosphériques - Pression atmosphérique (Pa)	101325,
Conditions atmosphériques - Température (°C)	20,
Effets météo - Gradient de célérité a_log (m/s)	0,
Effets météo - Gradient de célérité b_lin (m/s)	0,
Effets météo - Profil du gradient de célérité	Homogène
Effets météo - Rugosité - Hauteur z_0 (m)	0,02
Effets météo - Rugosité - Types de sol	Sol nu

Figure 3.62 — Données sur les conditions atmosphériques.



Les modalités de prise en compte des conditions météorologiques dépendent du code de calcul utilisé.

- **Absorption atmosphérique - Coefficient Np/m** : coefficient d'absorption atmosphérique (actif si l'élément suivant est activé) ;
- **Absorption atmosphérique imposée** : case à cocher/décocher pour activer le calcul du coefficient d'absorption atmosphérique en fonction des conditions atmosphériques (température T , pression P et humidité relative h) selon la norme ISO 9613-1 :1993). Si la case est décochée, la valeur de l'élément « Absorption atmosphérique - Coefficient Np/m » est considérée ;

 Cet élément permet d'imposer la valeur du coefficient d'absorption atmosphérique dans les calculs. La prise en compte de l'absorption atmosphérique peut éventuellement être désactivée au moment du calcul (option du code de calcul).

- **Absorption atmosphérique - Humidité relative (%)** : valeur de l'humidité relative (valeur réelle en pourcentage) ;
- **Absorption atmosphérique - Pression atmosphérique (Pa)** : valeur de la pression atmosphérique ambiante (valeur réelle en Pa) ;
- **Absorption atmosphérique - Température (°C)** : valeur de la température atmosphérique ambiante (valeur réelle en °C) ;
- **Effets météo - Gradient de célérité a_log (m/s)** : valeur du coefficient a_{log} de profils de célérité acoustique usuels (valeur réelle en m/s). Bien que modifiable, cette valeur est également définie par le choix du type de profil de célérité acoustique (cf. ci-après) ;
- **Effets météo - Gradient de célérité b_lin (m/s)** : idem ci-dessus pour le coefficient b_{lin} ;

- **Effets météo - Profil du gradient de célérité** : type de profil de gradient de célérité acoustique. Le choix du type de profil de célérité impose les valeurs des coefficients a_{\log} et b_{lin} , ces dernières pouvant toutefois être modifiées manuellement :

- **Très favorable** : $a_{\log} = +1$, $b_{\text{lin}} = +0.12$;
- **Favorable** : $a_{\log} = +0.4$, $b_{\text{lin}} = +0.04$;
- **Homogène** : $a_{\log} = 0$, $b_{\text{lin}} = 0$;
- **Défavorable** : $a_{\log} = -0.4$, $b_{\text{lin}} = -0.04$;
- **Très défavorable** : $a_{\log} = -1$, $b_{\text{lin}} = -0.12$.

- **Effets météo - Rugosité - Hauteur z_0 (m)** : valeur du coefficient de rugosité z_0 de profils de célérité acoustique usuels (valeur réelle en m). Bien que modifiable, cette valeur est également définie par le choix du type de rugosité (cf. ci-après) ;

- **Effets météo - Rugosité - Types de sol** : type de rugosité. Le choix du type de rugosité impose la valeur de la rugosité z_0 , cette dernière pouvant toutefois être modifiées manuellement :

- **Eau libre** : $z_0 = 0.006$;
- **Sol nu** : $z_0 = 0.02$;
- **Gazon ras** : $z_0 = 0.01$;
- **Gazon dense** : $z_0 = 0.02$;
- **Blé (1m de haut)** : $z_0 = 0.16$;
- **Habitat épars (fermes, villages, arbres, haies)** : $z_0 = 0.6$;
- **Périurbain peu dense (zone résidentielles, jardins)** : $z_0 = 1.2$;
- **Urbain dense** : $z_0 = 10$;
- **Périurbain dense** : $z_0 = 1.8$;

3.4.3.2.4 Élément « Configuration »

Propriétés - Configuration (Projet)	
	Valeur
Auteur	
Date	25-02-2011 11h03m
Description du projet	
Nom du projet	Nouveau projet

Figure 3.63 — Données générales sur le projet.

Cet élément permet de préciser certaines informations relatives au projet (figure 3.63) :

- **Auteur** : chaîne de caractères définissant le nom de l'auteur ;

- **Date** : chaîne de caractères définissant la date. Une date par défaut est automatiquement proposée à la création du projet, mais peut être modifiée ;

- **Description du projet** : chaîne de caractères décrivant le projet ;

- **Nom du projet** : chaîne de caractères définissant le nom du projet ;

3.4.3.2.5 Élément « Résumé de la scène »

Propriétés - Résumé de la scène (Projet)	
	Valeur
Nombre d'encombres	2
Nombre d'encombres actifs	2
Nombre de faces de la scène	12
Nombre de groupes de surface	4
Nombre de récepteurs ponctuels	2
Nombre de récepteurs surfaciques	2
Nombre de sources sonores	1
Nombre de sources sonores actives	1
Surface totale de la scène (m ²)	216,
Volume total de la scène (m ³)	180,

Figure 3.64 — Informations géométriques sur la scène 3D.

Cet élément donne un résumé des éléments de la scène. Les valeurs sont données par l'interface et sont non modifiables :

- **Nombre d'encombres** ;
- **Nombre d'encombres actifs** ;
- **Nombre de faces de la scène** ;
- **Nombre de groupes de surfaces** ;
- **Nombre de récepteurs ponctuels** ;
- **Nombre de récepteurs surfaciques** ;
- **Nombre de sources sonores** ;
- **Surface totale de la scène (m²)** : somme cumulée de la surface de toutes les faces ;
- **Volume total de la scène (m³)** ;

3.4.4 Onglet « Calcul »

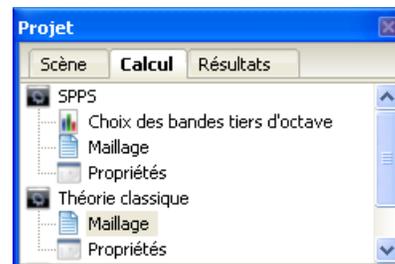


Figure 3.65 — Onglet « Calcul ».

L'onglet « Calcul » contient la liste des codes de calcul installé dans I-Simpa. Chaque code de calcul dispose de ses propres paramètres que l'utilisateur devra renseigner.

 Par défaut, l'interface I-Simpa est livrée avec les codes TCR (Théorie Classique de la Réverbération) et SPPS (Simulation de la Propagation de Particules Sonores). L'utilisateur peut installer ses propres codes de calcul dans l'interface I-Simpa, à condition que le format d'échange de données entre I-Simpa et le code tiers soit compatible. Se reporter à l'annexe G et à l'exemple du paragraphe 5.4.2 pour plus de détails.

3.4.4.1 Menu contextuel

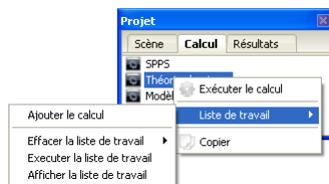


Figure 3.66 — Menu contextuel associé à un code de calcul.

Un menu contextuel peut être associé à chaque code de calcul (suivant l'implémentation du code en question dans l'interface). Par défaut, le menu contextuel permet :

- **Exécuter le calcul** : lance le code de calcul ;
- **Liste de travail** : gère une liste de tâche. Cette fonction permet de lancer plusieurs calculs successivement sans autre intervention de l'utilisateur :
 - **Ajouter le calcul** : ajoute le calcul à la liste des tâches ;
 - **Effacer la liste de travail** : exécute la liste des tâches ;
 - **Exécuter la liste de travail** : ajoute le calcul à la liste des tâches ;
 - **Affiche la liste de travail** : affiche la liste des tâches dans la console Python™ ;



Une tâche correspond à un projet donné, associé à un jeu de paramètres de calcul donné, correspondant à la dernière sauvegarde du fichier « projet ». Pour lancer le même projet avec différents paramétrages d'un même code de calcul, il faut autant de projets (i.e. autant de fichiers « projet »).

- **Copier** : copie le code XML des paramètres de calcul ;

3.4.4.2 Paramétrage des codes de calcul



Le descriptif des paramétrages des codes de calcul ci-dessous correspond à la version des codes à la date de rédaction de la présente documentation. Il est conseillé de se reporter à la dernière version du manuel de référence associé à chacun des codes de calcul.

Propriétés - Maillage (Théorie classique)	
	Valeur
Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques	<input checked="" type="checkbox"/>
Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques : valeur en m ²	0,1
Contrainte de volume	<input type="checkbox"/>
Contrainte de volume : valeur en m ³	100,
Correction de la scène 3D avant maillage	<input checked="" type="checkbox"/>
Paramètres supplémentaires	
Paramètres utilisateurs	
Rapport rayon/arête	2,

Figure 3.67 — Paramétrage du maillage.

3.4.4.2.1 Code TCR Les paramètres associés au code de calcul TCR dans l'interface I-Simpa sont les suivants (figure 3.67) :

- **Maillage** : ces paramètres sont associés au mailleur tétraédrique TetGen installé dans l'interface I-Simpa. Se reporter au manuel de TetGen pour plus d'informations concernant les paramètres de maillage (cf. paragraphe ??) :
 - **Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques** : case à cocher/décocher pour imposer une contrainte sur la valeur de l'aire des récepteurs surfaciques ;
 - **Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques : valeur en m²** : valeur de la contrainte (nombre réel) sur l'aire des récepteurs surfaciques. Les surfaces sont maillées de telle manière que l'aire d'un élément de surface soit inférieure à cette valeur ;
 - **Contrainte de volume** : case à cocher/décocher pour imposer une contrainte sur la valeur du volume des mailles ;
 - **Contrainte de volume : valeur en m³** : valeur de la contrainte (nombre réel) sur le volume des mailles. Les volumes sont maillés

de telle manière que le volume d'une maille soit si possible inférieur à cette valeur ;

- **Contrainte de dimension : rapport rayon/arête** : contrainte sur le rapport entre le rayon englobant une maille et la longueur d'une arête. Cette option permet de créer des mailles de taille homogène, si nécessaire, et d'éviter les mailles allongées ;
 - **Correction de la scène 3D avant maillage** : voir le paragraphe 3.2.1.3 ;
 - **Paramètres supplémentaires** : paramètres supplémentaires de maillage (en complément des paramètres déjà renseignés) ;
 - **Paramètres utilisateurs** : paramètres de maillage (en remplacement des paramètres déjà renseignés).
- **Propriétés** : définit les paramètres de calcul du code :
 - **Calcul de l'absorption atmosphérique** : case à cocher/décocher pour activer/désactiver la prise en compte de l'absorption atmosphérique dans le calcul (définit le paramètre `disable_absatmo_computation` du fichier de configuration `config.xml` du code de calcul, créé par I-Simpa, cf. paragraphe H.2.4) ;
 - **Récepteur surfacique : export par bande de fréquence** : case à cocher/décocher pour conserver (ou non) l'ensemble des valeurs calculées au niveau des récepteurs surfaciques, par bande de fréquence (définit le paramètre `output_recs_byfreq` du fichier de configuration du code TRC). Si décochée, seules les valeurs globales sont conservées ;

3.4.4.2.2 Code SPPS Les paramètres associés au code de calcul SPPS dans l'interface I-Simpa sont les suivants :

- **Choix des bandes tiers d'octave** : liste des bandes de tiers d'octave à cocher/décocher. Un menu contextuel sur cet élément (**Sélection automatique**) permet de faire des (dé)sélections automatiques de plusieurs bandes simultanément :
 - **Tout désélectionner** : désélectionne toutes les bandes de fréquence ;
 - **Tiers d'octave centrées sur les octaves** :
 - * **Toutes les bandes [63-16000] Hz** ;

- * **Bâtiment/Routier [125-4000] Hz** : bandes d'octave standards pour la prévision acoustique en acoustique routière et en acoustique du bâtiment ;

- **Tiers d'octave** :

- * **Toutes les bandes [50-20000] Hz** ;

- * **Bâtiment/Routier [100-5000] Hz** : bandes de tiers d'octave standards pour la prévision acoustique en acoustique routière et en acoustique du bâtiment.

- **Maillage** : ces paramètres sont associés au mailleur tétraédrique TetGen installé dans l'interface I-Simpa. Se reporter au manuel de TetGen pour plus d'informations concernant les paramètres de maillage (cf. paragraphe ??) :

- **Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques** : case à cocher/décocher pour imposer une contrainte sur la valeur de l'aire des récepteurs surfaciques ;

- **Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques : valeur en m²** : valeur de la contrainte (nombre réel) sur l'aire des récepteurs surfaciques. Les surfaces sont maillées de telle manière que l'aire d'un élément de surface soit inférieure à cette valeur ;

- **Contrainte de volume** : case à cocher/décocher pour imposer une contrainte sur la valeur du volume des mailles ;

- **Contrainte de volume : valeur en m³** : valeur de la contrainte (nombre réel) sur le volume des mailles. Les volumes sont maillés de telle manière que le volume d'une maille soit si possible inférieur à cette valeur ;

- **Contrainte de dimension : rapport rayon/arête** : contrainte sur le rapport entre le rayon englobant une maille et la longueur d'une arête. Cette option permet de créer des mailles de taille homogène, si nécessaire, et d'éviter les mailles allongées ;

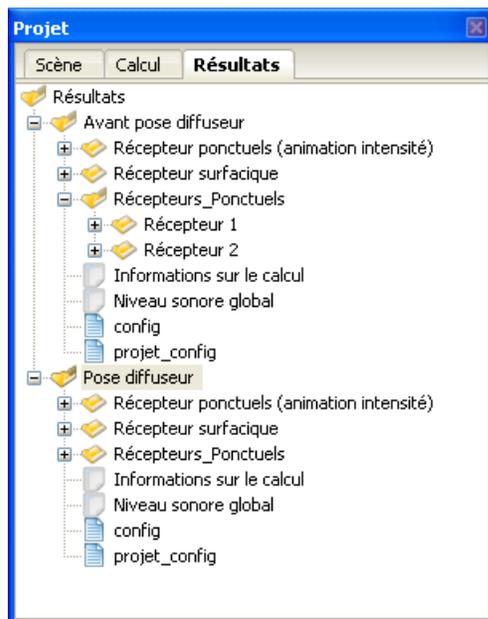
- **Correction de la scène 3D avant maillage** : voir le paragraphe 3.2.1.3 ;

- **Paramètres supplémentaires** : paramètres supplémentaires de maillage (en complément des paramètres déjà renseignés) ;

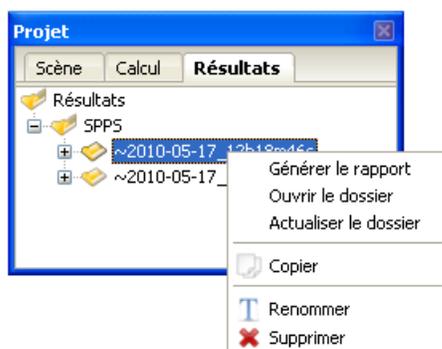
- **Paramètres utilisateurs** : paramètres de maillage (en remplacement des paramètres déjà renseignés).

- **Propriétés** : définit les paramètres de calcul du code :
 - **Calcul de l'absorption atmosphérique** : case à cocher/décocher pour activer/désactiver la prise en compte de l'absorption atmosphérique dans le calcul (définit le paramètre `disable_absatmo_computation` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Calcul de la diffusion par l'encombrement** : case à cocher/décocher pour activer/désactiver la prise en compte des encombrements dans le calcul (définit le paramètre `enc_calc` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Calcul de la transmission acoustique** : case à cocher/décocher pour activer/désactiver la prise en compte de la transmission acoustique dans le calcul (définit le paramètre `trans_calc` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Calcul du champ direct uniquement** : si la case est cochée, seul le champ direct est calculé (définit le paramètre `direct_calc` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Durée de la simulation (s)** : durée en seconde (valeur réelle) de la simulation (définit le paramètre `duree_simulation` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Limite d'extinction des particules (en 10 r)** : valeur réelle r définissant la limite de l'énergie des particules sonores. Les particules dont l'énergie a décru d'un facteur supérieur à 10^r ne sont plus considérées dans les calculs (définit le paramètre `trans_epsilon` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Méthode de calcul** : liste déroulante pour le choix de la méthode de calcul (définit le paramètre `computation_method` du fichier de configuration du code SPPS) :
 - * **Aléatoire** : méthode de calcul rapide mais moins précise ;
 - * **Énergétique** : méthode de calcul précise mais lente ;
 - **Nombre de particules par source** : nombre entier définissant le nombre de particules sonores émises par source sonore (définit le paramètre `nbparticules` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Nombre de particules par source (animation)** : nombre entier définissant le nombre de particules sonores émises par source sonore, dont l'historique des trajets est stocké pour les besoins de représentations animées (définit le paramètre `nbparticules_rendu` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Pas de temps (s)** : pas de temps en seconde (valeur réelle) de la simulation (définit le paramètre `Pasdetemps` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Rayon des récepteurs ponctuels (m)** : rayon des récepteurs ponctuels (valeur réelle) (définit le paramètre `rayon_recepteurp` du fichier de configuration du code SPPS) ;
 - **Récepteur surfacique : export par bande de fréquence** : case à cocher/décocher pour conserver (ou non) l'ensemble des valeurs calculées au niveau des récepteurs surfaciques, par bande de fréquence (définit le paramètre `output_recs_byfreq` du fichier de configuration du code SPPS). Si décochée, seules les valeurs globales sont conservées ;
 - **Récepteur surfacique : type de calcul** : liste déroulante permettant de définir quelles quantités doivent être conservées pour les récepteurs surfaciques (définit le paramètre `surf_receiv_method` du fichier de configuration du code SPPS) :
 - * **Cartographie intensité** : cartographie en niveau d'intensité sonore (adaptée pour une cartographie sur une surface de type scène) ;
 - * **Cartographie SPL** : cartographie en niveau de pression acoustique (adaptée pour une cartographie sur une surface de type plan de coupe dans le volume de propagation) ;

3.4.5 Onglet « Résultats »



(a) Arbre des résultats



(b) Menu contextuel associé à un dossier de résultats

Figure 3.70 — Onglet « Résultats » et menu contextuel associé.

3.4.5.1 Arborescence

L'onglet « Résultats » contient l'ensemble des données issues des codes de calcul et des post-traitements.

Lorsque un projet est chargé dans I-Simpa, les données de résultats sont organisées sous la forme d'une arborescence (figure 3.70(a)), correspondant exactement à l'arborescence physique sur le disque dur pour le projet en cours. Il est possible d'accéder directement au contenu d'un dossier depuis le menu contextuel associé (figure 3.70(b)), en choisissant l'option *Ouvrir le dossier*.

Si des modifications sont apportées dans l'arborescence physique, il est possible de rafraîchir l'arbre de résultats en sélectionnant l'action *Actualiser le dossier*. L'action *Générer le rapport* (version de test) permet de créer un rapport au format html (cette fonction n'est pas pleinement fonctionnelle dans cette version de I-Simpa).

 La suppression d'un dossier ou d'un fichier depuis l'interface I-Simpa ou depuis un explorateur de fichiers externe est définitive.

Les résultats de chaque calcul sont ajoutés dans l'arbre au fur-et-à-mesure des calculs, dans un dossier reprenant le nom du code de calcul (par défaut, mais modifiable ensuite par l'utilisateur) avec un nom de dossier généré automatiquement avec la date et l'heure du lancement du calcul (modifiable ensuite par l'utilisateur).

Deux fichiers XML sont systématiquement déposés dans le dossier qui est créé à chaque exécution d'un code de calcul :

- le fichier `config.xml`, généré par I-Simpa, contient l'ensemble des informations nécessaires au calcul et les paramètres de simulation (en fonction du code de calcul utilisé). Se reporter au paragraphe H.2 pour plus de détails ;
- le fichier `projet_config.xml` contient toutes les informations contenues dans les 3 onglets « Scène », « Calcul » et « Résultats ». Ce fichier est rappelé pour mémoire (fonction d'archivage, cahier de laboratoire) ;

3.4.5.2 Format des fichiers reconnus par I-Simpa

Chaque code de calcul génère ses propres fichiers de résultats. Pour être reconnus par l'interface, ces fichiers doivent respecter des formats particuliers, auxquels sont associées des fonctions particulières (menu contextuel et traitement) sous I-Simpa. Deux types de format de fichier sont considérés :

- **Formats de fichier reconnus par le système d'exploitation** : l'interface I-Simpa reconnaît de la même façon les fichiers dont le format est reconnu par le système d'exploitation (fichiers `txt`, `xml`, `html`, `pdf`... par exemple). Un double clic sur le fichier question lance le programme associé par le système d'exploitation. Ces fichiers étant propres au système d'exploitation, ils ne sont pas détaillés par la suite ;

- **Formats de fichier natifs I-Simpa** : des formats spécifiques ont été créés de manière à associer des actions et traitements spécifiques de certains fichiers sous I-Simpa. Ces fichiers et les actions associées sont détaillés ci-après. Le format de ces fichiers est décrit en annexe H :

- Fichier de type « récepteur ponctuel » (.recp);
- Fichier de type « récepteur ponctuel » (.gap);
- Fichier de type « récepteur surfacique » (.csbin);
- Fichier de type « données tabulées » (.gabe);
- Fichier de type « animation intensité » (.rpi);
- Fichier de type « animation objet » (.pbin);

3.4.5.2.1 Fichier de type « récepteur ponctuel » (.recp) Ce type de fichier contient l'évolution temporelle, par bande de fréquence, d'une quantité homogène à une pression acoustique instantanée au carré p^2 au niveau d'un point récepteur (paragraphe H.5.2.1). Typiquement, ce type de fichier peut contenir par exemple une réponse impulsionnelle. Les actions associées par I-Simpa découlent directement du format.



Les opérations réalisées par l'interface I-Simpa sur ce type de fichier n'ont de sens que si les données dans le fichier .recp sont bien homogènes à une pression acoustique instantanée au carré p^2 .

3.4.5.2.1.1 Affichage des données L'ouverture sous I-Simpa de ce type de fichier (par un double clic) ouvre une nouvelle fenêtre (figure 3.71) contenant trois onglets :

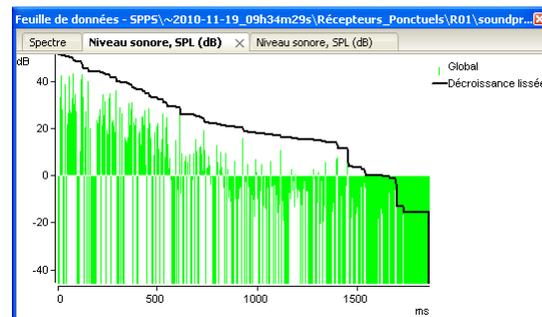
- l'onglet « Niveau sonore, SPL (dB) » (ouvert par défaut, figure 3.71(a)) contient l'évolution temporelle de la quantité énergétique, en fonction du temps, pour chaque bande de fréquence, sous forme de table de données. Les valeurs sont représentées en niveaux sonores « SPL ». En complément, le cumul est réalisé par bande de fréquence (niveau sonore « Global ») par colonne et en temporel (niveau sonore « Total » par ligne).
- l'onglet « Niveau sonore, SPL (dB) » (figure 3.71(b)) propose un affichage graphique du niveau sonore « Global » (cumulé sur les bandes

de fréquence), associé à une décroissance lissée obtenue par la méthode d'intégration inverse de Schroeder (cf. annexe A) ;

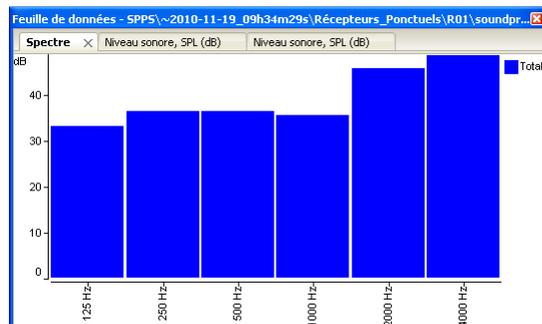
- l'onglet « Spectre » propose une représentation du spectre au point considéré (cf. figure 3.71(c)).

	4 ms	9 ms	14 ms	19 ms	24 ms	29 ms	34 ms	39 ms	44 ms	49 ms	54
125 Hz	-Inf	-Inf	16,8901	26,5605	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	21,6754	26,
250 Hz	-Inf	-Inf	-Inf	24,7621	-Inf	-Inf	-Inf	31,5701	-Inf	-Inf	-Inf
500 Hz	-Inf	-Inf	12,0200	32,0517	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
1000 Hz	-Inf	-Inf	-Inf	29,3193	27,7720	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
2000 Hz	-Inf	-Inf	32,8715	41,6440	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
4000 Hz	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	37,6272	-Inf	-Inf	-Inf
Global	-Inf	-Inf	33,0144	42,5073	27,7720	-Inf	-Inf	38,5891	-Inf	21,6754	26,

(a) Niveau SPL (données)



(b) Niveau SPL (graphique)



(c) Spectre

Figure 3.71 — Affichage des données d'un fichier de type « récepteur ponctuel » (.recp).

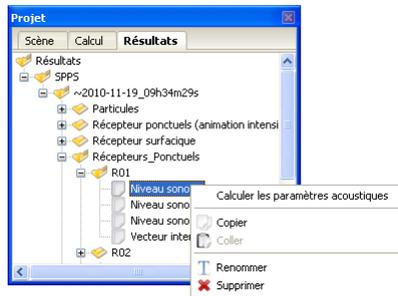


Figure 3.72 — Menu contextuel associé à un fichier de type récepteur ponctuel `.recp`.

3.4.5.2.1.2 Calcul de paramètres acoustiques

Compte tenu de la nature du fichier (normalement de type « échogramme »), le menu contextuel associé à ce fichier (figure 3.72) permet de calculer différents paramètres acoustiques (la définition et le mode de calcul des paramètres acoustiques sont détaillés dans l'annexe A) :

- le Niveau sonore L_{SPL} en dB ;
- le Niveau sonore L_{SPL} en dB(A) ;
- la Force sonore G (en dB) ;
- la Clarté C (en dB) ;
- la Définition D (en %) ;
- le Temps central t_s (en ms) ;
- la Durée de réverbération T (en s) ;
- la Durée de réverbération précoce EDT (en s) ;
- le Support précoce $ST_{Précoce}$.

Les options de calcul des paramètres de Clarté (limite d'intégration en ms), de Définition (limite d'intégration en ms) et de Durée de réverbération (intervalle de la décroissance en dB) sont modifiables par l'utilisateur (figure ??). En fonction des valeurs données par l'utilisateur pour chacun des champs correspondant (valeurs séparées par des points-virgules « ; »), il est possible de calculer plusieurs valeurs d'un même paramètre. Après validation des options de calcul des paramètres, deux fichiers sont créés dans le dossier de résultats correspondant :

- un fichier libellé Paramètres acoustiques sous I-Simpa (nom de fichier `acoustic_param.gabe`) : un double clic sur ce fichier permet d'accéder aux résultats sous la forme d'une table de données (figure ??). Les paramètres acoustiques sont donnés pour chaque bande de fréquence considérée. En

complément, la ligne « Globale » donne la valeur obtenue suivant les mêmes procédures de calcul, mais sur la RI « globale » (la RI « globale » est obtenue en cumulant les contributions énergétiques de toutes les bandes de fréquence), et la ligne « Moyenne » donne la valeur moyenne (soit en linéaire – *i.e.* moyenne arithmétique—, soit en énergie ; cf. annexe H) ;



Le calcul de la valeur moyenne des paramètres acoustiques n'a de sens (au sens de la norme de référence NF EN ISO 3382-1 (NF EN ISO 3382-1 :2010)), que si les bandes de fréquence considérées dans le calcul sont bien celles spécifiées dans la norme de référence. Par ailleurs, il est important de préciser que la méthode même de calcul de la valeur moyenne diffère en fonction du paramètre acoustique considéré.

- un fichier libellé Courbes de Schroeder (nom de fichier `schroedercurves.gabe`) : ce fichier contient les données obtenues par la méthode d'intégration de Schroeder pour chacune des bandes de fréquence (données nécessaires au calcul des paramètres acoustiques par bande de fréquence).

3.4.5.2.2 Fichier de type « récepteur ponctuel »

(`.gap`) En complément des paramètres acoustiques calculés précédemment, I-Simpa propose également le calcul de paramètres dits « avancés » (voir l'annexe A) :

- la Fraction d'énergie latérale précoce LF (en %) ;
- la Fraction d'énergie latérale précoce LFC (en %) ;
- le Niveau sonore de l'énergie latérale tardive LG (en dB).

Ces paramètres se calculent à partir de l'énergie acoustique en un point récepteur « pondérée » par l'angle entre la direction d'observation du récepteur et la direction de l'intensité incidente. Si le code de calcul utilisé produit ce type de donnée (dans un fichier au format `.gap`, cf. paragraphe H.5.2.2), le menu contextuel associé permet d'activer le calcul de ces paramètres, en définissant certains paramètres de calcul (figure 3.74(a)). Un fichier `acoustic_param_advance.gabe` libellé Paramètres acoustiques avancés est alors créé

sous I-Simpa dans le dossier correspondant. L'ouverture de ce fichier sous I-Simpa permet d'afficher les résultats sous forme d'une table de données (figure 3.74(b)). En complément, la ligne « Globale » de cette table de donnée donne la valeur obtenue à partir de la RI « globale », et la ligne « Moyenne » par moyennage (linéaire ou énergétique) des résultats obtenus par bande de fréquence (cf. remarques ci-dessus) ;



(a) Paramètres de calcul

Feuille de données - ..10-11-19_09h34m29s\Récepteur... x

Paramètres acoustiques avancés

	LF80	LFC80	LG (dB)	G (dB)
125 Hz	-Inf	-Inf	6,475332260132	7,235385894775
250 Hz	-Inf	-Inf	3,926917314529	7,235837459564
500 Hz	-Inf	-Inf	8,312921524048	10,206500053406
1000 Hz	-Inf	-Inf	4,923433780670	7,082586765289
2000 Hz	-Inf	-Inf	-0,148695051670	1,236551523209
4000 Hz	-Inf	-Inf	2,222037076950	4,796961784363
Global	-Inf	-Inf	3,158304452896	5,366581916809

(b) Exemple de résultats

Figure 3.74 — Calcul de paramètres acoustiques sur un fichier .gape.

3.4.5.2.3 Fichier de type « récepteur surfacique » (.csbin) Un fichier .csbin contient l'évolution au cours du temps d'une quantité homogène à une intensité acoustique sur des éléments de surfaces, par bande de fréquence (cf. paragraphe H.5.3.1). Ce type de fichier permet de réaliser des cartes de bruit dynamiques (au sens large), pouvant représenter des niveaux acoustiques, ainsi que des paramètres acoustiques.



Les données dans le fichier .csbin sont des intensités (amplitude linéaire). Le calcul des niveaux sonores (en dB, par rapport à l'intensité de référence $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$) ou de pression acoustique (en dB, par rapport à la pression de référence $p_0 = 20^6 \text{ Pa}$) est réalisé par l'interface I-Simpa.



Figure 3.75 — Menu contextuel associé à un fichier de type récepteur surfacique .csbin.

Le menu contextuel associé à ce type de fichier (cf. figure 3.75) permet différentes actions :

- **Paramètres acoustiques :**

- **Calcul du TR :** calcul de la durée de réverbération TR sur la surface correspondante. Cette action génère un fichier Cartographie du TR.csbin libellé Cartographie du TR sous I-Simpa qui peut ensuite être chargé pour représenter les cartes de bruit ;
- **Calcul de l'EDT :** calcul de la durée de réverbération précoce EDT sur la surface correspondante. Cette action génère un fichier Cartographie de l'EDT.csbin libellé Cartographie de l'EDT sous I-Simpa qui peut ensuite être chargé pour représenter les cartes de bruit ;
- le lancement de l'animation est réalisé en activant le menu contextuel associé aux fichiers ainsi créés, de la même façon que celle présentée ci-après.

- **Charger l'animation :**

- **Niveau sonore (instantané) :** affiche l'évolution temporelle de l'intensité (en dB) sur les surfaces correspondantes de la vue 3D (cf. paragraphes 3.2.3 et 3.3.4 pour les options du magnétophone) ;
- **Niveau sonore (instantané avec cumul) :** même action que précédemment mais en cumulant les intensités au cours du temps ;
- **Niveau sonore (cumul) :** affiche la carte de bruit en régime permanent (cumul sur le temps des intensités).

3.4.5.2.4 Fichier de type « données tabulées » (.gabe) Les fichiers de type .gabe contiennent des « données tabulées » (cf. paragraphe H.5.1), représentées sous forme de tables de données sous

I-Simpa. Divers actions sont dès lors possibles : copier/coller des données, création de diagrammes. . .

☀ Le format `.gabe` est le format générique de la plupart des formats reconnus par I-Simpa. Il est possible de renommer l'extension des fichiers (avec un explorateur de fichier) de type `.recp`, `.gap` et `.rpi` en `.gabe` pour visualiser le contenu de ces fichiers sous I-Simpa.

3.4.5.2.5 Fichier de type « animation intensité » (.rpi) Les fichiers de type `.rpi` contiennent des quantités homogènes à des vecteurs intensités acoustiques (i.e. plusieurs jeux de données (x, y, z)), ayant une évolution au cours du temps. Le menu contextuel associé à ces fichiers (figure 3.76) permet de générer une animation sous forme de vecteurs.

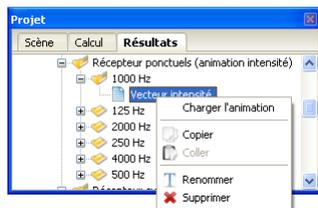


Figure 3.76 — Menu contextuel associé à un fichier type « animation intensité » `.rpi`.

3.4.5.2.6 Fichier de type « animation objet » (.pbin) Les fichiers de type `.pbin` contiennent des informations d'énergie et de position (x, y, z) , évoluant au cours du temps, associées à des objets (par exemple des particules sonores s'il s'agit du code SPPS). Le menu contextuel associé (figure 3.77) permet d'exécuter une animation du mouvement de ces objets, sous forme de :

- particules : représentation des objets à chaque pas de temps (voir l'illustration de la figure 4.7(a)) ;
- rayons : représentation de la trajectoire des objets (la trace de la trajectoire est conservée, voir l'illustration de la figure 4.7(b)).

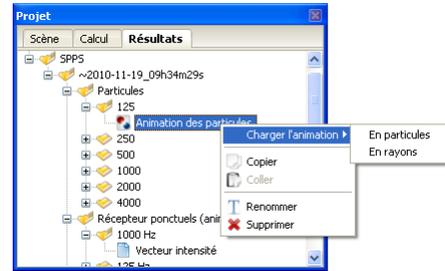


Figure 3.77 — Menu contextuel associé à un fichier type « animation objet » `.pbin`.

3.5 Fenêtre « Propriétés »

La fenêtre « Propriétés » contient des éléments sous forme d'une table de données, avec des champs et des valeurs. Les valeurs peuvent prendre différentes formes : données numériques, sélection dans une liste déroulante, sélection dans un arbre de données. L'ensemble des éléments affichés dépend de l'élément sélectionné dans l'arbre « Projet ».

3.6 Fenêtre « Console »

La fenêtre « Console » contient deux onglets :

- l'onglet « Message » affiche des messages à destination de l'utilisateur, avec un code couleur (cf. annexe B pour la liste et signification des messages) :
 - des messages d'**information** (en noir) en fonction des opérations réalisées par l'utilisateur ;
 - des messages d'**avertissement** (en rouge) sur certaines opérations à réaliser ;
 - des messages d'**information** (en bleu) issus de programmes internes ou externes (codes de calcul, outils de correction d'une scène, mailleur...). Pour la signification des messages issus des programmes externes, se reporter à la documentation du programme correspondant.

 Tous les messages sont horodatés.

 Les informations contenues dans l'onglet « Message » peuvent être sauvegardés au format `.txt` (cf. paragraphe 3.2.6.3).

 La console peut être réinitialisée (cf. paragraphe 3.2.6.3).

- l'onglet « Python » permet d'exécuter des scripts Python™, à la fois pour réaliser des traitements sur les données de I-Simpa ou à la fois pour développer de nouvelles fonctionnalités. Se reporter à l'annexe G et à la documentation Python™, par exemple sur le site <http://docs.python.org/tutorial/>.

3.7 Fenêtre « Vue 3D » (ou fenêtre centrale)

La fenêtre « Vue 3D » contient le modèle 3D de la scène. En fonction de mode retenu pour l'outil pointeur (cf. paragraphe 3.3.5) plusieurs actions sont possibles (sélection de faces, navigation dans la scène (caméra), extraction de données). Se reporter au paragraphe 3.2.5.6 pour la navigation dans la scène.

 *La fenêtre centrale peut être détachée de l'interface (option pratique en multi-écrans) : cf. paragraphe 3.2.6.2.*

Thématiques

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous développons la procédure générale pour la réalisation d'un projet, de la configuration de la scène (section 4.2) à la visualisation des résultats des calculs (section 4.5), en passant par la configuration des calculs (section 4.3) et le post-traitement des résultats de calcul (section 4.4). Dans chacun des cas, nous ne présentons que la procédure de « base ». Pour les fonctionnalités plus avancées, reportez-vous à la présentation détaillée (chapitre 3 ou aux exemples des tutoriaux (chapitre 5).

4.2 Configuration d'une scène

4.2.1 Créer la scène

4.2.1.1 Modéliser la scène avec I-Simpa

L'interface I-Simpa n'intègre pas d'outils avancés de création de scène 3D, mais propose la création d'une scène parallélépipédique depuis le menu « Fichier » (paragraphe 3.2.1) avec l'option **Créer la scène** (paragraphe 3.2.1.5). Pour des scènes dont la géométrie est plus complexe, il est nécessaire de recourir à des outils externes.

4.2.1.2 Modéliser la scène avec des outils externes à I-Simpa

4.2.1.2.1 Formats d'importation et remarques

Le choix d'un outil externe dépend principalement de sa compatibilité avec les formats d'importation de I-Simpa (cf. paragraphe 3.2.1.3) :

3D Studio 3DS (*.3ds) ;

Polygon File Format (*.ply) ;

Volumetric Information Polygon (*.poly) ;
(*.stl) .

Remarques d'importation :

- la construction de la scène peut être sujette à des contraintes de maillage du modèle (se reporter à la documentation du maillage et du codes de calcul utilisés ;
- le maillage d'un modèle nécessite normalement que celui-ci soit parfaitement fermé (cf. ci-après) et que deux surfaces ne soit raccordées que par des sommets communs ;
- pour certains codes de calcul, le volume de propagation doit être fermé. Si le projet « acoustique » correspondant à un espace extérieur (acoustique de l'environnement), il est nécessaire de créer un parallélépipède englobant la scène. Sous I-Simpa, les limites de ce volume englobant pourront être affecté à une surface totalement absorbante (« ciel » et faces latérales), le sol étant associé à un matériau spécifique¹. C'est la taille du cube englobant qui définira la limite du volume de propagation : il faut judicieusement définir la taille de ce volume afin de prendre en compte intégralement les effets de gradient de célérité si besoin ;
- il est conseillé d'effectuer un import depuis I-Simpa à intervalle régulier tout au long du processus de construction afin de vérifier que la scène est exportée correctement, et éventuellement d'identifier facilement la dernière modification qui a entraînée une violation de contrainte.

¹Le « sol » (i.e. la face inférieure du volume englobant), peut également être affecté à une surface totalement absorbante, si cette face est située en « dessous » du sol de la scène.

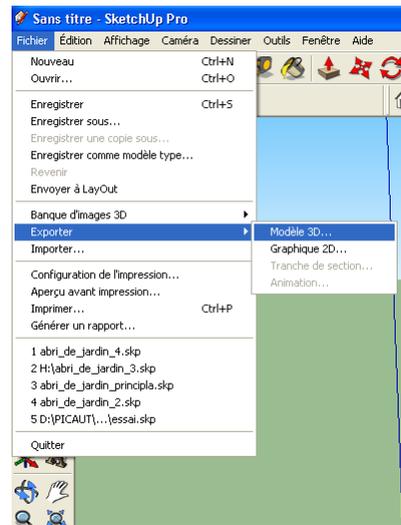
4.2.1.2.2 Logiciel Google SketchUp Ce logiciel (gratuit en version « standard ») offre des fonctionnalités qui le rendent parfaitement adapté à I-Simpa. Le lecteur pourra se reporter à la page internet suivante pour l'installation et l'utilisation de Google SketchUp.

4.2.1.2.2.1 Remarques

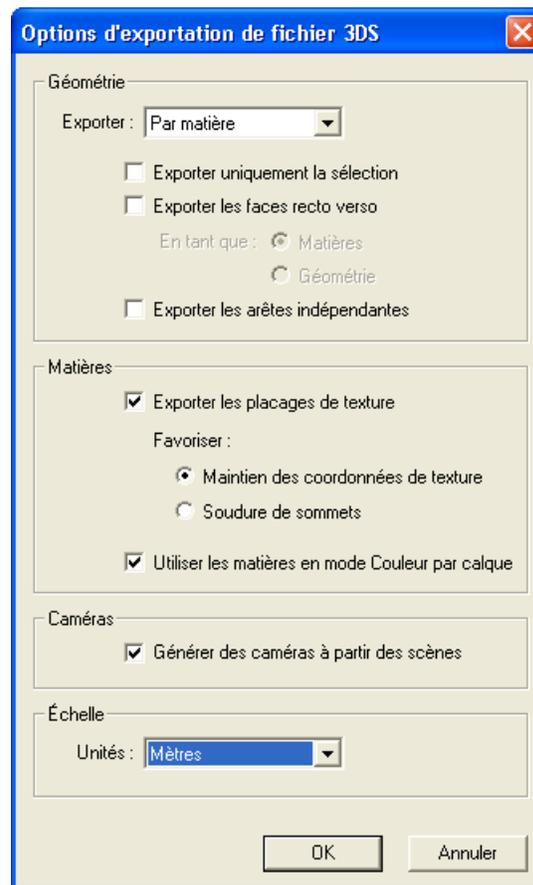
- Les textures sont prise en charge par I-Simpa ;
- Il est conseillé de mettre en place des calques afin de retrouver les groupes de surfaces dans I-Simpa, et d'y associer plus facilement des matériaux par la suite ;
- Il est conseillé de conserver une sauvegarde du projet au format SKP, avant exportation, afin de revenir sur le projet de modélisation si nécessaire.

4.2.1.2.2.2 Exportation au format 3DS Suivant la version utilisée du logiciel Google SketchUp, la procédure d'exportation au format 3DS diffère :

- avec la version Google SketchUp Pro :
 - Allez** dans le menu **Fichier** ▾ **Exporter** ► **Modèle 3D...** (figure 4.1(a)). Il se peut que plusieurs fichiers soit créés au moment de l'exportation, il est donc conseillé de créer un nouveau dossier propre à cette exportation ;
 - Sélectionnez** le format 3DS dans la liste déroulante ;
 - Renseignez** les options d'exportation (figure 4.1(b)) après avoir appuyé sur le bouton **Options** ;
 - cliquez** sur le bouton **Exporter**.
- avec la version Google SketchUp gratuite, une méthode est proposée sur Internet² et consiste à convertir le fichier de sauvegarde d'une scène créé par Google SketchUp, en utilisant le logiciel gratuit de conversion FBX Converter de Autodesk® (KMZ ⇒ ZIP ⇒ DAE ⇒ FBX ⇒ 3DS) :
 - téléchargez** puis **installez** le programme FBX Converter depuis l'adresse suivante : http://images.autodesk.com/adsk/files/fbx20113_1_converter_win.exe ;
 - Créez** la scène avec le logiciel SketchUp ;



(a) Menu d'exportation



(b) Paramètres d'exportation

Figure 4.1 — Exportation d'une scène SketchUp Pro au format 3DS et options.

²Voir la page <http://sketchupfrance.blogspot.com/2008/04/convertir-fichier-sketchup-en-3ds.html>.

- c) **Exportez** le document au format KMZ version 4 (obligatoire) ;
- d) **Changez** l'extension du fichier KMZ en ZIP.
- e) **Ouvrez** le fichier ZIP et **extrayez** le fichier DAE ;
- f) **Lancez** le logiciel FBX Converter ;
- g) Dans la partie « Source files », **cliquez** sur le bouton **Add...** ;
- h) **Sélectionnez** le fichier DAE ;
- i) **Laissez** le format d'exportation par défaut « Destination format » (normalement la version la plus récente du format FBX), puis **cliquez** sur le bouton **Convert** ;
- j) **Cliquez** sur le bouton **Remove all** ;
- k) Dans la partie « Source files », **cliquez** sur le bouton **Add...** ;
- l) **Sélectionnez** le fichier FBX que vous venez de créer ;
- m) **Changez** le format d'exportation par défaut « Destination format » (normalement la version la plus récente du format FBX) en « 3DS (Autodesk) », puis **cliquez** sur le bouton **Convert** ;
- n) **Cliquez** de nouveau sur « Convert ».

 *Suivant la version utilisée du logiciel FBX Converter, la procédure peut différer.*

4.2.1.2.2.3 Exportation au format STL Il existe également un script Ruby à installer dans le répertoire plugins de Google Sketchup, permettant d'exporter une scène au format STL :

1. **Téléchargez** le script `skp_to_dxf.rb` depuis le site <http://www.guitar-list.com/download-software/convert-sketchup-skp-files-dxf-or-stl> ;
2. **Installez** ce script dans le répertoire plugins du dossier d'installation de Google Sketchup (ou dossier équivalent suivant la version du logiciel Google SketchUp utilisée) ;
3. un nouveau menu d'exportation « Export to DXF or STL) est disponible dans le menu « Outils » du logiciel Google SketchUp, avec plusieurs options dont le format STL. **Sélectionnez** ce format et **exportez** la scène.

4.2.1.2.3 Logiciel Blender Blender est un logiciel gratuit de modélisation, d'animation et de rendu. Même si la prise en main est moins aisée que Google Sketchup, ce logiciel vous permettra de modéliser votre scène, avec une exportation aux formats PLY ou 3DS.

4.2.2 Importer un modèle 3D

L'importation d'un modèle 3D se fait via le menu principal **Fichier** ▾ **Importer une scène**. Les options d'importation et les outils de correction de la scène sont détaillés au paragraphe 3.2.1.3 (figure 3.3).

Pour simplifier, les possibilités sont les suivantes :

- une importation exacte de la scène (sans réparation et sans création d'une scène « approchée ») : pour une scène « parfaitement » construite dans les « règles de l'art » (options « Essayer de réparer le modèle » et « Opération de remaillage approximatif du modèle » décochées) ;
- une réparation de la scène, en cochant l'option « Essayer de réparer le modèle » : pour une scène avec des défauts mineurs ;
- une création de scène dite « approchée » en cochant l'option « Essayer de réparer le modèle » : pour des scènes contenant un grand nombre d'erreurs de modélisation. La scène obtenue n'est qu'une approximation de la scène originale.

En complément, il est possible :

- d'effectuer un maillage surfacique pour augmenter la qualité du maillage avec un mailleur tétraédrique ;
- de fusionner toutes les surfaces coplanaires contiguës ; cela n'a d'intérêt que si toutes les surfaces coplanaires contiguës sont censées être définies avec le même matériau ;

4.2.3 Définir les surfaces et les matériaux associés

4.2.3.1 Définir les groupes de surface

La création de groupes de surface facilite le travail :

- affectation d'un même matériau pour un ensemble de surfaces ;
- définition d'un groupe de surfaces pour la réalisation d'une cartographie sonore surfacique (*i.e.* carte de bruit) ;
- définition d'encombres.

4.2.3.1.1 Procédure de création d'un groupe de surfaces

1. Cliquez sur l'outil pointeur « Sélection de faces » pour **sélectionnez** une ou plusieurs surfaces de la scène : afin de sélectionner toutes les faces coplanaires, **maintenez** la touche  puis dans la vue 3D, puis double-cliquez sur les surfaces à isoler dans un groupe. La touche  vous permet également de désélectionner les surfaces en cliquant sur une surface déjà sélectionnée ou d'ajouter de nouvelles surfaces à la sélection existante en cliquant sur les surfaces en question. Les éléments sélectionnés sont mis en surbrillance à la racine ou dans un des dossiers (s'ils existent) du dossier « Surface » de l'arbre « Données » de l'onglet « Scène » de la fenêtre « Projet » ;
2. Dans l'arbre en question, **cliquez** avec le bouton droit sur une des surfaces, puis **cliquez** sur « Envoyer vers un nouveau groupe » : les éléments de l'arbre n'apparaissent plus à l'endroit d'origine, mais sont déplacés dans un nouveau groupe de surface. Les surfaces peuvent également être déplacées d'un groupe à un autre, avec la souris sous forme de glisser/déposer ;
3. Vous pouvez ensuite renommer le groupe de surfaces.

4.2.3.1.2 Associer un matériau à un groupe de surfaces Une fois les groupes de surfaces constitués, il est nécessaire d'associer à chacun de ces groupes un matériau propre, avec les propriétés acoustiques souhaité. À cet effet, I-Simpa dispose de deux bases de données de matériaux, la première nommée « Référence » en lecture seule, la seconde nommée « Utilisateur », en lecture/écriture et liée au projet :

1. Cliquez avec le bouton droit de la souris sur un groupe de surfaces, puis **sélectionnez** *Propriétés* :

► La fenêtre « Propriétés » affiche l'aire de la surface et le matériau associé.

2. **Double-cliquez** dans le champ « Valeur » de la propriété « Matériau » ;

► Une zone contenant une arborescence de matériau s'affiche.

3. **Dépliez** l'arborescence en cliquant sur le bouton  et **sélectionnez** le matériau souhaité avec le bouton gauche de la souris.

► Le matériau est associé au groupe de surfaces.

 Pour associer un matériau à un groupe de surface, le matériau doit déjà être créé. Si ce n'est pas le cas, il faut créer un nouveau matériau ou importer un matériau existant.

 Par défaut, le matériau « Défaut » est systématiquement associé à chaque groupe de surfaces.

4.2.3.1.3 Renseigner la base de données Si le matériau souhaité n'existe pas, il est possible de créer une nouvelle entrée dans la base de données matériaux « Utilisateur ». La procédure ci-dessous ne s'applique qu'à la base de données « Utilisateur » :

1. Afin d'ajouter un nouveau matériau, **cliquez** avec le bouton droit de la souris sur un dossier de l'arbre « Projet/Base de données du projet/Matériau/Utilisateur » de l'onglet « Scène », puis sélectionnez *Nouveau matériau* ;

► Un nouveau matériau nommé « Nouveau matériau » apparaît en bleu.

2. **Modifiez** si nécessaire le nom du nouveau matériau directement, puis **appuyez** sur la touche  afin d'accepter le nom ;
3. **Cliquez** sur le bouton  du matériau créé pour déplier ses propriétés (cf. paragraphe 3.4.3.2.2 pour le descriptif des propriétés) ;
4. **Renseignez** une à une les propriétés du matériau.

☀ Vous pouvez vérifier que tous les groupes de surfaces sont associés en cliquant dans le menu principal sur **Affichage ▼ Couleur modèle ► Matériau associé**. Le matériau par défaut étant rouge, les surfaces non renseignées apparaissent en rouge.

4.2.3.1.4 Importer un matériau

4.2.3.1.4.1 Importer depuis un fichier externe

I-Simpa importe des fichiers de matériau au format CATT-Acoustic .geo et au format ODEON .li8 :

1. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur le dossier « Utilisateur » de l'arbre « Projet/Base de données du projet/Matériau » de l'onglet « Scène » ;

2. **Sélectionnez** *Importer depuis un fichier* ;

▮▮▮ La fenêtre de sélection du fichier apparaît.

3. **Sélectionnez** le format recherché « Fichiers de type », puis **sélectionnez** le fichier correspondant sur votre ordinateur.

▮▮▮ Un groupe de matériau est créé portant le nom complet du fichier.

4. **Renommez** si nécessaire les matériaux créés.

4.2.3.1.4.2 Importer depuis un autre projet

I-Simpa I-Simpa utilise le format XML afin de décrire les données du projet. Ce choix vous permet d'exporter, d'importer et de stocker des matériaux sous forme XML :

1. La première étape consiste à générer le code XML correspondant à un ou des matériaux : **sélectionnez** le groupe de matériau ou le matériau dans l'arbre « Projet/Base de données du projet/Matériau/, **cliquez** avec le bouton droit de la souris et **sélectionnez Copier** ;

▮▮▮ Le presse-papier du système d'exploitation contient maintenant un bloc de texte. Vous pouvez soit le coller dans un fichier texte et le sauvegarder, soit le coller dans un nouveau projet.

2. La seconde étape consiste à coller le code XML correspondant : **Chargez** le projet de destination puis **sélectionnez** le groupe de matériaux où transférer les matériaux, **cliquez** avec le bouton droit de la souris sur le groupe en question, puis **sélectionnez Coller**.

4.2.4 Définir les sources sonores

I-Simpa permet d'ajouter des sources sonores ponctuelles dans la scène :

1. Dans l'arbre de la scène, **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Données/Sources sonores » de l'onglet « Scène », puis **sélectionnez Nouvelle source** ;

▮▮▮ Il est également possible de créer dans un premier temps un nouveau groupe de sources (en sélectionnant **Nouveau groupe**), puis de créer une source dans ce groupe.

▮▮▮ Les sources peuvent être déplacées d'un groupe à un autre à l'aide de la souris (glisser/déposer).

▮▮▮ Il est possible de placer un groupe dans un groupe.

▮▮▮ Un nouvel élément apparaît dans l'arbre nommé « S01 » (s'il s'agit de la première source).

2. **Renseignez** si nécessaire le libellé de la nouvelle source ;

3. **Placez** la source dans la scène 3D :

- a) soit en saisissant directement les coordonnées x , y et z dans l'élément « Position » de la source ;

- b) soit *via* la vue 3D : cliquez avec le bouton droit sur l'élément « Position », puis **sélectionnez Définir via la vue 3D**, et **cliquez** avec le bouton gauche de la souris dans la vue 3D à l'endroit désiré ;

▮▮▮ Les données de position sur la surface visée sont directement collées dans l'élément « Position ».



Suivant le code de calcul utilisé, il est possible que la source ne fonctionne pas si elle est positionnée au contact d'une surface. Il est nécessaire dans ce cas de modifier manuellement les coordonnées de la source afin de la déplacer.

4. **Définissez** le spectre de puissance :

- a) **double-cliquez** avec le bouton gauche sur la propriété « Spectre de puissance » ;
- b) **sélectionnez** un spectre dans la liste déroulante « Type de spectre » ;

▮▮▮ Pour imposer un spectre de bruit de fond particulier, l'utilisateur doit au préalable définir le spectre en question dans la base de données « Spectres » (cf. paragraphe 4.2.9).

- c) **renseignez** la valeur globale du niveau sonore du spectre original ;
- d) **renseignez** si besoin la valeur globale ou les valeurs par bande de fréquence de l'atténuation sonore ;

5. Les autres éléments de « Propriétés » de la source doivent être également renseignés si besoin (cf. paragraphe 3.4.3.1.4.3).

4.2.5 Définir les encombrements

Un volume d'encombrement correspond à la représentation statistique d'un ensemble d'objets disposés de manière aléatoire dans un volume de propagation tel que des chaises, des machines. . . Deux types d'encombrement peuvent être définis dans I-Simpa :

- Un encombrement de type « scène » doit déjà avoir été modélisé dans le modèle 3D importé : il s'agit d'un espace clos défini dans le domaine de propagation et permettant de modéliser n'importe quelle forme d'encombrement ;
- Un encombrement de type « rectangulaire » est un volume parallélépipédique crée sous I-Simpa, quelque soit la scène. Ce type d'encombrement présente l'avantage d'être facilement modifiable, mais est limité à un volume parallélépipédique orienté obligatoirement sur les axes du modèle 3D.

 Le tutoriel de la section 5.3.12 présente l'étude acoustique d'un hall industriel, intégrant ces deux types d'encombrement.

4.2.5.1 Ajout d'un encombrement de type « scène »

4.2.5.1.1 Ajout automatique Si la scène 3D est compatible avec le maillage tétraédrique proposé par I-Simpa, il est possible d'automatiser la recherche de volumes fermés dans la scène, pour ensuite affecter certains de ces volumes à des encombrements :

1. **Effectuez** une prévisualisation du maillage (en fonction du code de calcul utilisé) en appuyant sur le bouton  de la barre d'outils ;
2. Dans l'arbre « Données », **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Volumes » puis **sélectionnez** *Auto-détection des volumes* ;

 *Au moins deux nouveaux éléments de volume apparaissent dans l'arbre « Données/Volumes ».*

3. **Renommez** si nécessaire les libellés des volumes ;
4. **Localisez** dans l'arbre « Données/Volumes » le volume à transformer en encombrement, **cliquez** avec le bouton droit sur le volume en question puis **sélectionnez** *Convertir en encombrement* ;

 *Le volume est supprimé de l'arbre « Données/Volumes » et un nouvel élément est ajouté dans dans l'arbre « Données/Encombrements ».*

 *Pour une meilleure localisation du volume, passez en mode de rendu filaire (bouton  de la barre d'outils), recherchez visuellement le volume en question, et notez son libellé.*

4.2.5.1.2 Ajout manuel

1. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur l'élément « Données/Encombrements » puis **sélectionnez** *Définir un encombrement de type scène* ;

 *Un nouvel élément apparaît nommé par défaut « Encombrement 1 » (s'il s'agit du premier encombrement).*

2. **Saisissez** si nécessaire le libellé de l'encombrement puis **appuyez** sur le bouton  pour valider.
3. L'élément « Intérieur du volume » des propriétés d'un encombrement désigne une position (x, y, z) permettant à l'interface de retrouver le volume correspondant à cet élément : **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Intérieur du volume », puis **cliquez** à l'intérieur du volume de l'encombrement. **Modifiez** ensuite éventuellement les coordonnées obtenues en double cliquant sur cet élément, de sorte à placer le marqueur visible dans la vue 3D plutôt au centre de l'encombrement en question.

 *Vous pouvez vérifier si le volume est bien reconnu en effectuant un aperçu du maillage. Les mailles situées à l'intérieur de l'encombrement seront colorés de la même couleur que celle définie dans l'élément « Couleur » de la propriétés « Affichage » de l'encombrement.*

4. Il faut également définir les surfaces délimitant l'encombrement qui seront « transparentes », étant entendu que certaines surfaces délimitant l'encombrement peuvent également être associées à des matériaux : **sélectionnez** les surfaces *via* la vue 3D avec le pointeur en mode « Sélection de faces », en maintenant la touche  appuyée.

 *Suivant le code de calcul utilisé, toutes les surfaces délimitant l'encombrement peuvent être*

éventuellement sélectionnées, le code en question détectant automatiquement les surfaces associées à des matériaux.

► Dans la vue 3D, et dans l'arbre « Données/Surfaces » des éléments sont sélectionnés.

5. **Glissez** les surfaces sélectionnées depuis l'élément « Données/Surfaces » vers l'élément « Encombrement/Surface » de l'encombrement en question.

☀ Si vous n'y parvenez pas vous pouvez d'abord attribuer votre sélection à un nouveau groupe de surface en cliquant sur le bouton droit sur la sélection dans l'arbre « Données/Surfaces » puis en sélectionnant Envoyez vers un nouveau groupe, en repliant les groupes, et enfin en glissant le nouveau groupe vers l'élément « Encombrement/Surface » de l'encombrement.

4.2.5.2 Ajout d'un encombrement de type « rectangulaire »

Un encombrement de type « rectangulaire » est défini par les deux points diagonalement opposés d'un volume parallélépipédique, dénommé « Origine volume » et « Destination volume » :

1. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur l'élément « Données/Encombrements » et **sélectionnez Définir un encombrement de type rectangulaire** ;

► Un nouvel élément apparaît en surbrillance dans l'arbre « Données/Encombrements ».

2. **Saisissez** le libellé du nouvel encombrement puis **validez** avec la touche **[Enter]** ;
3. La position des points « Origine volume » et « Destination volume » peut être définie soit manuellement en attribuant des valeurs aux champs x , y et z des éléments « Origine volume » et « Destination volume », soit graphiquement :
 - a) **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Origine volume » puis **sélectionnez Définir via la vue 3D** et **cliquez** à l'endroit de la vue 3D où se situera le premier point du nouvel encombrement ;
 - b) **Cliquez** bouton droit sur l'élément « Destination volume » puis **sélectionnez Définir via la vue 3D** et **cliquez** à l'endroit de la vue 3D où se situera le point opposé du nouvel encombrement ;

- c) Vous pouvez être amené ensuite à modifier les positions obtenues en modifiant directement les valeurs dans les champs x , y et z des éléments « Origine volume » et « Destination volume ».

4.2.5.3 Configuration du spectre acoustique associé à un encombrement

Les paramètres acoustiques de l'encombrement (absorption, libre parcours moyen, loi de diffusion) doivent ensuite être renseignés (cf. paragraphe 3.4.3.1.1) pour chaque bande de fréquence considérée.

4.2.6 Définir les volumes

Cet élément a été créé afin de pouvoir définir des paramètres acoustiques de propagation propre à un volume donné. L'utilisation et la fonction de cet élément dépend principalement du code de calcul utilisé.

Dans la version actuelle de I-Simpa, cet élément permet la déclaration ou la recherche automatique de volumes fermés dans la scène, puis de convertir un volume donné en élément « Encombrement » (cf. paragraphe 3.4.3.1.6).

4.2.7 Définir les récepteurs ponctuels

Le calcul de paramètres acoustiques nécessite la création de récepteurs ponctuels (cf. paragraphe 3.4.3.1.2 pour le détail) :

1. Dans l'arbre de la scène « Données » de l'onglet « Scène », **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Récepteurs ponctuels » puis **sélectionnez Nouveau récepteur** ;

► Un nouvel élément nommé « R01 » est créé (s'il s'agit du premier récepteur).

2. **Changez** si nécessaire le libellé du nouveau récepteur puis validez avec la touche **[Enter]** ;
3. Afin de placer le récepteur ponctuel, **cliquez** avec le bouton droit sur la propriété « Position » puis **sélectionnez Définir via la vue 3D** ;
4. Dans la vue 3D, **cliquez** sur la surface où vous désirez placer le récepteur ;
5. **Modifiez** si nécessaire les coordonnées x , y et z de la propriété « Position » ;

► Un récepteur peut être défini directement en imposant les valeurs x , y et z de la propriété « Position », sans passer par la vue 3D.

 En fonction du code de calcul utilisé, le placement d'un récepteur ponctuel exactement sur une surface ou à proximité d'une surface peut éventuellement poser problème. Se reporter à la documentation du code de calcul.

6. Le calcul de certains paramètres acoustiques nécessite de préciser de l'orientation du récepteur ponctuel, il faut alors compléter la propriété « Orientation vers un point » :

a) **Cliquez** avec le bouton droit sur cette propriété ;

b) Vous pouvez :

i. soit définir la direction d'orientation en indiquant la position (x, y, z) vers laquelle le récepteur va s'orienter :

A. **cliquez** avec le bouton droit sur la propriété « Orientation vers un point » et **sélectionnez** *Définir via la vue 3D* ;

B. dans la vue 3D, **cliquez** sur la surface où vous désirez placer le point vers lequel doit s'orienter le récepteur ;

C. **modifiez** si nécessaire les coordonnées x, y et z de la propriété « Position » ;

 *Le point vers lequel doit s'orienter le récepteur peut être défini directement en imposant les valeurs x, y et z de la propriété « Orientation vers un point », sans passer par la vue 3D.*

ii. soit orienter automatiquement le récepteur vers une source sonore :

A. **cliquez** avec le bouton droit sur la propriété « Orientation vers un point » et **sélectionnez** **Lier à la position d'une source** ;

B. une boîte de dialogue avec une liste déroulante s'ouvre et vous permet de choisir une source sonore : **sélectionnez** la source choisie ;

 *Le lien entre la source et le récepteur ponctuel est dynamique. Un changement de position de la source ou du récepteur affecte l'orientation du récepteur. Ce lien peut-être désactivé en cliquant à*

nouveau avec le bouton droit sur la propriété « Orientation vers un point » et en sélectionnant « Supprimer le lien à la position d'une source ».

7. Le calcul de certains paramètres acoustiques nécessite de préciser le bruit de fond (ou bruit ambiant) au niveau du récepteur ponctuel :

a) **double-cliquez** avec le bouton gauche sur la propriété « Bruit de fond » ;

b) **sélectionnez** un spectre dans la liste déroulante « Type de spectre » ;

 *Pour imposer un spectre de bruit de fond particulier, l'utilisateur doit au préalable définir le spectre en question dans la base de données « Spectres » (cf. paragraphe 4.2.9).*

c) **renseignez** la valeur globale du niveau sonore du spectre original ;

d) **renseignez** si besoin la valeur globale ou les valeurs par bande de fréquence de l'atténuation sonore.

4.2.8 Définir les récepteurs surfaciques

Un récepteur de surface permet de générer une cartographie de niveaux sonores et de paramètres acoustiques sur des surfaces de la scène (cf. paragraphe 3.4.3.1.3.3) ou sur plans de coupe (cf. paragraphe 3.4.3.1.3.4) définies par l'utilisateur.

4.2.8.1 Définir un récepteur surfacique de scène

1. **Cliquez** sur l'élément « Récepteurs surfaciques » avec le bouton droit de la souris et **sélectionnez** *Nouveau récepteur surfacique de scène* ;

 *Un élément « Récepteur » avec les deux propriétés « Propriétés » et « Surface » est créé.*

2. **Changez** si nécessaire le libellé du récepteur :

3. **Cliquez** sur l'outil pointeur « Sélection de faces » pour **sélectionnez** une ou plusieurs surfaces de la scène. Les éléments sélectionnés sont mis en surbrillance à la racine ou dans un des dossiers (s'ils existent) du dossier « Surface » de l'arbre « Données » de l'onglet « Scène » de la fenêtre « Projet » ;

4. Dans l'arbre en question, **cliquez** avec le bouton gauche sur une des surfaces, puis **déplacez** ces surfaces dans la propriété « Surface » de l'élément « Récepteurs surfaciques » ;
5. Pour terminer, **remplissez** si besoin le champ « Description » de la propriété « Propriétés ».

4.2.8.2 Définir un récepteur surfacique en coupe

1. **Cliquez** sur l'élément « Récepteurs surfaciques » avec le bouton droit de la souris et **sélectionnez** *Nouveau récepteur surfacique en coupe* ;

 *Un élément « Récepteur coupe » est créé avec les propriétés « Affichage », « Propriétés », « Sommet A », « Sommet B » et « Sommet C ».*

2. **Changez** si nécessaire le libellé du récepteur :
3. **Définissez** les coordonnées des trois sommets du plan de coupe (procédure identique pour les trois sommets) :
 - a) **cliquez** avec le bouton droit sur la propriété « Sommet A » (respectivement pour les deux autres sommets) et **sélectionnez** *Définir via la vue 3D* ;
 - b) dans la vue 3D, **cliquez** sur la surface où vous désirez placer le sommet ;
 - c) **modifiez** si nécessaire les coordonnées x , y et z de la propriété « Sommet A » ;

 *La position du sommet peut être définie directement en imposant les valeurs x , y et z de la propriété « Sommet A », sans passer par la vue 3D.*

 *Par défaut, le plan de coupe est défini parallèlement au sol, sur toute l'étendue de la scène.*

4. **Définissez** la résolution spatiale du plan de coupe (dimension d'une maille du plan de coupe) : **cliquez** sur la propriété « Propriétés », puis **renseignez** la valeur « Résolution (m) » ;
5. **Remplissez** si besoin le champ « Description » de la propriété « Propriétés » ;
6. Pour terminer, **modifiez** si besoin les propriétés de l'affichage (propriété « Affichage »).

4.2.9 Définir les spectres sonores

Plusieurs éléments de la scène nécessitent de renseigner un spectre sonore (spectre de puissance d'une source sonore, spectre de bruit de fond au niveau d'un récepteur ponctuel). Des spectres dits de « Référence », dont le niveau global est modifiable par l'utilisateur, sont proposés par défaut, et présentés dans la base de données « Spectres » (cf. paragraphe 3.4.3.2.2). En complément, l'utilisateur peut définir ces propres spectres dans la bse de données « Utilisateur » :

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Projet/Base de données du projet/Spectres/Utilisateur » puis **sélectionnez** *Nouveau spectre* ;

 *Un nouvel élément nommé « Spectre utilisateur » est créé.*

2. Vous passez automatiquement en mode d'édition du libellé du nouveau spectre ; **saisissez** le nouveau libellé si besoin puis **appuyez** sur la touche  pour accepter ;
3. **Renseignez** les valeurs d'émission pour chaque bande de fréquence, indifféremment en dB ou en dB(A) (la conversion est automatique). Le niveau global est calculé automatiquement.

 *La valeur globale peut également être renseignée. Dans ce cas, le profil du spectre reste identique, mais la valeur de chaque bande est modifiée avec une même valeur pour toutes les bandes.*

4.3 Configuration et exécution du calcul

4.3.1 Principe

Une fois l'ensemble des données du projet renseigné, l'étape suivante consiste à réaliser le calcul acoustique (*i.e* à exécuter un programme tiers, externe à I-Simpa). En général, la réalisation d'un calcul nécessite (liste non exhaustive) :

- de définir les fréquences ou bandes de fréquence retenues pour le calcul ;
- de paramétrer le code de calcul ;
- d'exécuter le calcul.

En complément, il peut être également nécessaire, suivant le code de calcul utilisé :

- de réaliser un maillage de la scène 3D.

L'interface I-Simpa permet d'intégrer ces différentes étapes quelque soit le code de calcul utilisé, l'intégration étant réalisée à l'aide d'un script Python™ (se reporter à l'exemple 5.4.2.3 et à la documentation de script de I-Simpa). Dans ces conditions, l'onglet « Calcul » se présente en général sous forme d'un arbre, avec à la racine la dénomination du code de calcul (éventuellement plusieurs codes de calcul peuvent être proposés), ce dernier contenant en général trois éléments (cf. figure 3.65) :

- « Choix des bandes tiers d'octave » (ou similaire), pour la sélection des fréquence ou bandes de fréquence retenues pour le calcul ;
- « Maillage » (ou similaire), pour le paramétrage du mailleur TetGen (ou autre mailleur tiers) ;
- « Propriétés » (ou similaire), pour paramétrage du code de calcul.

L'interface I-Simpa intègre par défaut deux codes de calcul, TCR et SPPS. Le lecteur pourra se reporter au paragraphe 3.4.4 pour le paramétrage de ces deux codes.

4.3.2 Configuration du calcul

La configuration des calculs dépend du code de calcul utilisé :

1. **Sélectionnez** l'onglet « Calcul » dans la fenêtre « Projet » ;
2. **Double-cliquez** sur le code de calcul à utiliser pour faire apparaître les éléments de configuration ;
3. **Renseignez** chacune des propriétés des éléments de configuration (cf. documentation du code de calcul utilisé. Voir également le paragraphe 3.4.4).

4.3.3 Exécution du calcul

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément correspondant au code de calcul utilisé (cf. paragraphe 4.3.2) ;
2. **Sélectionnez** *Exécuter le calcul* ;

► En fonction des codes de calcul, vous pouvez suivre le déroulement du calcul dans la fenêtre « Messages » de la « Console » de I-Simpa : le texte d'un programme tiers est affiché (normalement) en bleu.

4.4 Post-traitement des résultats

Les outils de post-traitement proposés dans I-Simpa sont utilisés sur les fichiers de résultats issus des codes de calculs (les formats de sortie des codes de calcul doivent respecter les formats reconnus par I-Simpa, cf. annexe H).

4.4.1 Calculer les paramètres acoustiques

4.4.1.1 Récepteur ponctuel

Pour des raisons pratiques, le calcul de paramètres acoustiques a été séparé en deux :

1. le premier traitement permet de calculer les paramètres « classiques » (cf. paragraphe 3.4.5.2.1) à partir de simples échogrammes ;
2. le second permet de calculer les paramètres acoustiques « avancés » (cf. paragraphe 3.4.5.2.2) à partir de l'orientation du récepteur par rapport à (aux) à source(s) sonores.

L'utilisateur pourra se reporter à l'annexe A pour plus de détails sur le calcul des paramètres acoustiques.

4.4.1.1.1 Paramètres « classiques » Pour des récepteurs ponctuels, il est possible de calculer les paramètres acoustiques « classiques » (cf. paragraphe 3.4.5.2.1) :

- Durées de réverbération EDT , $RT15$, $RT30$ et utilisateur ;
- Clarté $C50$, $C80$ et utilisateur ; Définition $D50$, $D80$ et utilisateur ;
- Support précoce ST ;
- Temps central t_s ;
- Niveau sonore en régime permanent ;
- Force sonore G .

 Les données nécessaires au calcul de ces paramètres sont obligatoirement dans un fichier au format `.recp`.

 Pour bénéficier de la traduction automatique « Niveau sonore » de ce fichier sous I-Simpa, le fichier en question doit être libellé `soundpressure.recp`.

1. Dans la fenêtre « Projet », **cliquez** sur l'onglet « Résultats » ;
2. Dans un dossier de résultats correspondant à un récepteur ponctuel, **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Niveau sonore » ou équivalent (fichier `.recp`), puis **sélectionnez** « classiques » Calculer les paramètres acoustiques ;

▀ Une fenêtre de saisie apparaît.

3. Cette fenêtre vous donne la possibilité de modifier certains paramètres de calcul des paramètres acoustiques, à savoir des durées (en ms) pour la Clarté et la Définition, et des taux de décroissance (en dB) pour les durées de réverbération. Vous pouvez ajouter un nouveau paramètre en ajoutant un point-virgule puis la valeur du paramètre. Par défaut, les paramètres nécessaires aux calculs des *C50*, *C80*, *D50*, *TR15* et *TR30* sont proposés. **Appuyez** sur le bouton **OK** afin d'exécuter les calculs :

▀ Deux nouveaux éléments nommés « Paramètres acoustiques » (fichier `acoustic_param.gabe`) et « Courbes de Schroeder » (fichier `schroedercurves.gabe`) sont créés dans l'arbre.

- a) Afin d'afficher le résultat du calcul des paramètres acoustiques, **double-cliquez** sur l'élément « Paramètres acoustiques » dans le même dossier que le récepteur ponctuel ;

▀ Une table de données apparaît et présente les paramètres acoustiques par bande de fréquence ainsi qu'en valeur globale et en valeur moyenne (cf. annexe A).

- b) Afin d'afficher le résultat du calcul des courbes de Schroeder, **double-cliquez** sur le fichier « Courbes de Schroeder » dans le même dossier que le récepteur ponctuel ;

▀ Une table de données apparaît et présente les valeurs des courbes de Schroeder par bande de fréquence. La courbe de Schroeder (en valeur globale) est représentée graphiquement dans l'onglet « Niveau sonore, dB (SPL) » (associé à l'échogramme) de l'élément « Niveau sonore ».

☀ Vous pouvez créer rapidement un graphique à partir de ces données. Reportez-vous au paragraphe 3.4.2.5.

4.4.1.1.2 Paramètres « avancés » Certains paramètres acoustiques requiert des informations qui ne sont pas contenues dans un « simple » échogramme. C'est le cas des paramètres acoustiques « avancés » qui nécessitent une pondération de l'échogramme en fonction de l'orientation du récepteur par rapport à la source.

▀ Les données nécessaires au calcul de ces paramètres sont obligatoirement dans un fichier au format `.recp`.

▀ Pour bénéficier d'une traduction automatique « Niveau sonore avancé » de ce fichier sous *I-Simpa*, le fichier en question doit être libellé `advParams.gap`.

1. Dans un dossier de récepteur ponctuel, **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Niveau sonore avancé » puis **sélectionnez** « Calculer les paramètres acoustiques » ;

▀ Une fenêtre de saisie apparaît.

2. Cette fenêtre vous donne la possibilité de modifier certains paramètres de calcul des paramètres acoustiques, à savoir des durées (en ms). Vous pouvez ajouter un nouveau paramètre en ajoutant un point-virgule puis la valeur du paramètre. Par défaut, les paramètres nécessaires aux calculs des *LF80* et *LFC80* sont proposés. **Appuyez** sur le bouton **OK** afin d'exécuter les calculs ;

▀ Un nouvel élément « Paramètres acoustiques avancés » (fichier `acoustic_param_advance.gabe`) est ajouté l'arbre.

3. Afin d'afficher le résultat du calcul **double-cliquez** sur l'élément « Paramètres acoustiques avancés » dans le même dossier que le récepteur ponctuel.

▀ Une table de données apparaît et présente les paramètres acoustiques avancés par bande de fréquence ainsi qu'en valeur globale et en valeur moyenne.

☀ Vous pouvez créer rapidement un graphique à partir de ces données. Reportez-vous au paragraphe 3.4.2.5.

4.4.1.2 Récepteur de surface

À partir de la cartographie de la décroissance sonore, il est également possible de générer des cartographies du paramètre acoustique $TR30$ ou EDT :

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur un fichier de résultats de cartographie de format³ `.csbin`, puis sélectionnez « Paramètre acoustique ► Calcul du TR (ou « Paramètre acoustique ► Calcul de l'EDT) » ;

► Une nouvel élément nommé « Cartographie du TR » (ou « Cartographie de l'EDT ») est ajouté dans l'arbre de données (fichiers de type `.csbin`).

 Vous pouvez ensuite visualiser la cartographie de la durée de réverbération correspondante.

4.4.1.3 Différencier les résultats de deux récepteurs surfaciques

Afin de comparer graphiquement plusieurs résultats issus de deux simulations différentes, un outil est proposée par I-Simpa pour faire la comparaison de deux résultats obtenus pour un même récepteur surfacique.

 La comparaison n'est possible que si les paramètres des récepteurs surfaciques considérés sont identiques pour toutes les simulations : même géométrie, même dimension de mailles... En pratique, ces contraintes imposent que la comparaison concerne plutôt les résultats issus de plusieurs simulations pour un même récepteur surfacique, plutôt que plusieurs récepteurs surfaciques différents.

1. Dans la barre des menu, **sélectionnez** « Outils », puis **Traitement des fichiers de résultats ► Différencier des récepteurs de surface** ;

► Une fenêtre apparaît.

2. Dans cette première page de l'assistant (figure 4.2(a)), **sélectionnez** dans la liste déroulante (en dépliant l'arbre des résultats) le résultat d'un récepteur de surface qui sera utilisé comme référence pour la comparaison, puis **cliquez** sur *Suivant* > ;

³Si le nom du fichier est `rs_cut.csbin`, une traduction est proposée par I-Simpa, à savoir « Récepteur plan » (récepteur surfacique en coupe).

3. À la page suivante (figure 4.2(b)), **sélectionnez** dans la liste déroulante (en dépliant l'arbre des résultats) le résultat d'un récepteur de surface que vous voulez comparer à la référence ;

4. **Renseignez** la boîte de texte avec un nom au fichier de comparaison (par défaut `Gain`, ou le même nom avec incrémentation automatique en fonction du nombre de comparaisons effectuées) ;

5. **Précisez** si nécessaire, si vous voulez sélectionner un autre fichier de résultat pour la comparaison, en cochant la case « Ajouter d'autres fichiers » ;

6. Lorsque tous les fichiers de résultat ont été renseignés, **appuyez** sur le bouton *Finir* afin de générer les cartographies.

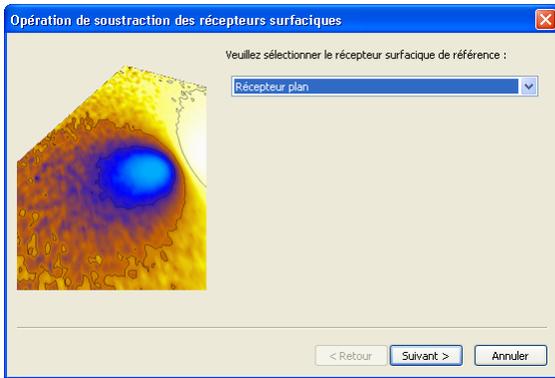
► Dans chaque dossier des récepteurs de surface considéré (sauf celui contenant le fichier de référence), un nouveau fichier de cartographie est ajouté portant le nom précisé pendant la procédure.

 Vous pouvez à tout moment revenir à l'étape précédente de l'assistant en cliquant sur le bouton < Retour.

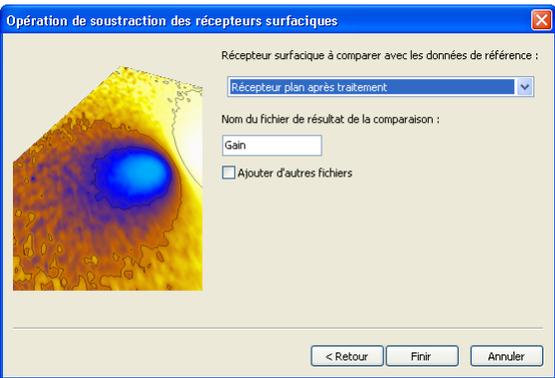
4.4.1.4 Exporter des données vers un tableur

Vous pouvez exporter les données d'une table de données vers un tableur (programme externe) pour réaliser vos propres traitements, soit *via* un fichier au format CSV (Comma separated values) reconnu par tous les tableurs, soit *via* le presse-papier du système d'exploitation :

1. **Commencez** par sélectionner avec le bouton gauche de la souris, la plage de cellules que vous souhaitez exporter ;
2. Pour exporter les données au format CSV, **cliquez** avec le bouton droit sur une des cellules puis **sélectionnez** *Sauvegarder les données sous...*, et enfin **ouvrez** le fichier avec le tableur ;
3. Pour copier les données *via* le presse papier, **cliquez** avec le bouton droit sur une des cellules puis sur *Copier* (ou bien **appuyez** simultanément sur les touches `Ctrl` + `C`), **ouvrez** un document depuis le tableur et **collez** les données dans une des feuilles de calcul (*via* la menu édition du tableur, ou par les touches `Ctrl` + `V`).



(a) Sélection du fichier de référence



(b) Sélection du (des) fichier(s) à comparer

Figure 4.2 — Assistant pour la comparaison de récepteurs surfaciques.

4.5 Visualisation des résultats

Les outils de visualisation proposés dans I-Simpa sont utilisés sur les fichiers de résultats issus des codes de calcul (les formats de sortie des codes de calcul doivent respecter les formats reconnus par I-Simpa, cf. annexe H).

4.5.1 Réaliser un diagramme

4.5.1.1 Création du diagramme

Les données présentées dans les tables de données (en particulier celles issues des résultats des calculs, mais pas uniquement) peuvent être représentées sous forme de diagrammes. La procédure générale est la suivante (le détail des options graphiques est présenté au paragraphe 3.4.2.5) :

1. **Ouvrez** une table de données contenant des valeurs ;
2. **Sélectionnez** tout ou une partie des cellules à représenter, avec la souris (maintenir le bou-

ton gauche de la souris tout en sélectionnant la plage de données) ;

3. **Cliquez** sur le bouton droit de la souris, puis **sélectionnez** *Créer un diagramme* ;

Une fenêtre « *Création d'un nouveau diagramme* » apparaît et vous permet de configurer le graphique (cf. paragraphe 3.4.2.5.1).

- a) **Renseignez** les libellés du diagramme et des deux axes ;
- b) **Choisissez** l'orientation des données : une série de données correspond à une courbe. Par défaut I-Simpa mettra en série de données l'orientation qui correspond à la plus grande dimension ;
- c) **Cochez** si nécessaire l'option « Libellés X en texte ». Si cette option est décochée le libellé de la série de données sera converti en un nombre décimale. En pratique, **décochez** cette option pour la représentation de séries temporelles (comme un échogramme) et **cochez** cette option pour les séries qui ne peuvent être converties en un nombre (représentation en bandes de fréquence) ;
- d) **Sélectionnez** dans la liste déroulante le type de diagramme souhaité ;
- e) **Cliquez** sur le bouton **OK** pour générer le graphique.

4.5.1.2 Paramétrage du diagramme

Une fois le diagramme créé, le paramétrage du graphique peut être modifié :

1. **Cliquez** sur le diagramme avec le bouton droit, puis **sélectionnez** *Modifier les paramètres d'affichage* ;
2. **Spécifiez** les paramètres généraux du diagramme (onglet « Paramètres généraux ») ;
3. **Spécifiez** le style de représentation de chacune des séries de données (onglet « Séries de valeurs », cf. paragraphe 3.4.2.5.2) ; chaque élément de dessin peut être modifié : un élément peut être une série de valeur ou bien un axe du graphique ;
4. **Cliquez** sur le bouton **OK** pour actualiser le graphique.

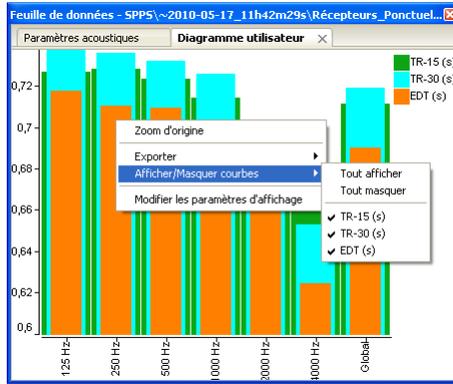


Figure 4.3 — Afficher et masquer des séries de données d'un diagramme.

4.5.1.3 Masquer des séries de données

Une fois le diagramme créé, il est possible de masquer ou d'afficher une série de données :

1. Cliquez sur le diagramme avec le bouton droit, puis **sélectionnez** *Afficher/Masquer courbes* ;
2. **Choisissez** les courbes à afficher ou à masquer parmi les propositions (figure 4.3).

 Chaque série de valeurs est automatiquement détectée par *I-Simpa* et proposée pour être masquée ou affichée.

4.5.1.4 Exporter un diagramme

Une fois le diagramme créé, il est possible de l'exporter soit dans un format de fichier de type image, soit dans la presse papier :

1. Cliquez sur le diagramme avec le bouton droit, puis **sélectionnez** *Exporter* (figure 4.4) :
 - a) **Sélectionnez** *Vers un fichier image* et **précisez** l'extension .jpg, .bmp ou .png pour le format de fichier ;
 - b) **Sélectionnez** *Vers le presse papier* : l'image est alors disponible pour tout application ;

4.5.2 Visualisation 3D

Certaines données peuvent être représentées directement dans la « Vue 3D » :

- cartographies sonores en régime permanent ou en régime variable, associées à des récepteurs de surface ;

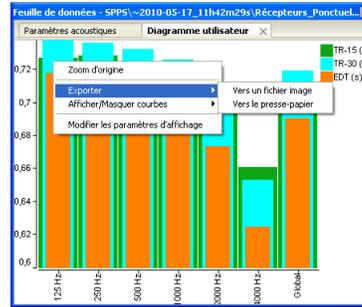


Figure 4.4 — Exporter un diagramme.

- vecteurs intensités en régime variable, associé à des récepteurs ponctuels ;
- quantités énergétiques (particules sonores, rayons sonores ou autres) en mouvement dans la scène.

4.5.2.1 Cartographies sonores

Suivant les codes de calcul et leur paramétrage, il est possible d'obtenir des représentations temporelles ou stationnaires associées aux récepteurs surfaciques. Le fichier associé aux récepteurs surfaciques, au format .csbin, contient alors pour chaque élément de face une donnée de niveau sonore instantanée, pour plusieurs pas de temps. De ce fait, il est possible de calculer et donc de représenter :

- l'évolution temporelle de la cartographie sonore : animation du niveau sonore instantané en fonction du temps ;
- l'évolution temporelle cumulée : animation du niveau sonore instantané avec un cumul de l'intensité au cours temps ;
- le régime établi (ou permanent, ou stationnaire) : niveau sonore avec un cumul de l'intensité sur tous les pas de temps. Ce choix autorise en parallèle la construction de courbes iso-niveaux (iso-lignes) en fonction du paramétrage.

 Si vous désirez exporter les données de cette cartographie, vous pouvez utiliser la librairie *libsimpa* en Python™ afin de lire les données du fichier. La documentation technique de *libsimpa* contient toute les informations à ce sujet.

1. Dans l'onglet « Résultat », cliquez avec le bouton droit sur un fichier .csbin (« Récepteur plan » ou « Niveau sonore » ou équivalent) du dossier « Récepteur surfacique » pour la bande de fréquence désirée ou en global ;

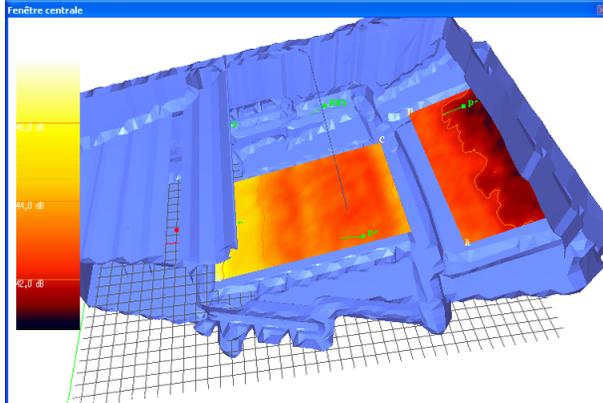


Figure 4.5 — Illustration d'une cartographie sonore.

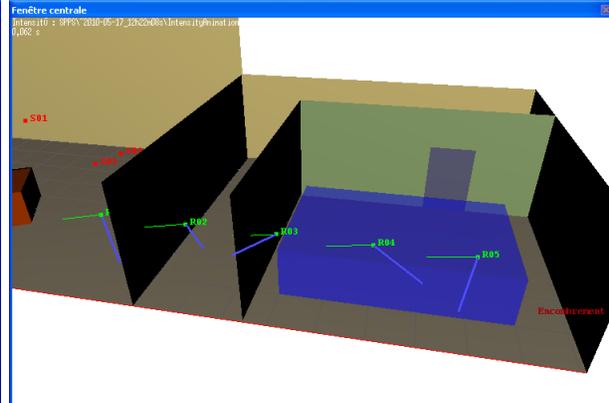


Figure 4.6 — Illustration d'une représentation de vecteurs intensités : en trait bleu, pour chacun des 5 récepteurs R01 à R05. Le trait vert représente l'orientation du récepteur.

2. **Sélectionnez** dans le menu contextuel l'action *Charger l'animation* puis *Niveau sonore (instantané avec cumul)* ;

► Une fenêtre de progression vous indique l'état de chargement et de traitement du fichier.

3. Une fois les données chargées, l'animation (figure 4.5) est lancée automatiquement. L'animation peut être contrôlée avec les boutons de la barre d'outils « Magnétophone » (cf. paragraphe 3.3.4) ou avec les actions du menu « Simulation » (cf. paragraphe 3.2.3).

✎ Vous pouvez continuer à utiliser *I-Simpa* pendant l'animation. Néanmoins, suivant la taille des fichiers d'animation, il peut être préférable de mettre l'animation en pause.

4. Dans la barre d'outil « Pointeur » (cf. paragraphe 3.3.5), le mode « Extraction d'une valeur sur une cartographie » vous permet d'afficher dans l'onglet « Messages » de la console, le niveau sonore au point sélectionné dans la vue 3D.

✎ Il est conseillé de mettre en pause l'animation avant d'utiliser cet outil.

4.5.2.2 Vecteurs intensités

Les fichiers au format *.rpi* contiennent l'évolution temporelle des vecteurs intensités calculés pour chacun des récepteurs ponctuels considérés (un fichier par bande de fréquence). Il est possible d'obtenir une représentation graphique sous forme de vecteurs dont l'orientation et l'amplitude évolue dans le temps :

1. Dans l'onglet « Résultats », **cliquez** avec le bouton droit sur un fichier d'animation des vecteurs d'intensité localisé dans un répertoire du dossier « Récepteur ponctuels (animation intensité) » (ou similaire), puis sélectionnez *Charger l'animation* ;

► L'animation se présente sous forme de vecteurs « animés », localisés à chaque position de récepteurs ponctuels.

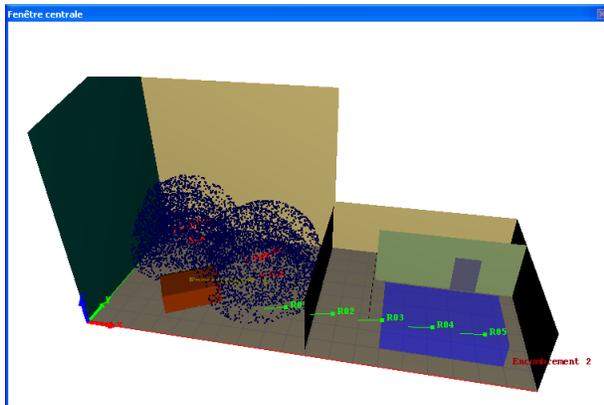
2. L'animation (figure 4.6) peut être contrôlée avec les boutons de la barre d'outils « Magnétophone » (cf. paragraphe 3.3.4) ou avec les actions du menu « Simulation » (cf. paragraphe 3.2.3).

4.5.2.3 Quantités énergétiques en mouvement

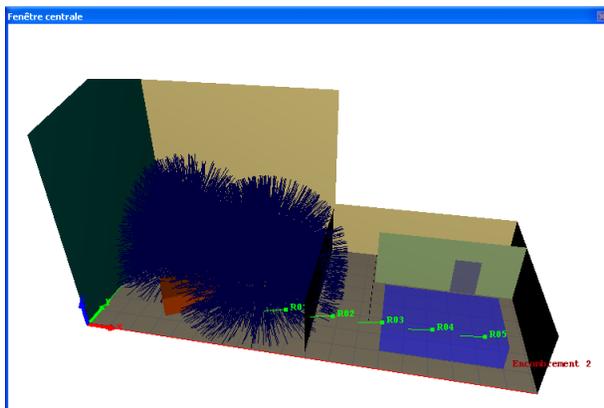
I-Simpa permet d'afficher également le déplacement au cours du temps de quantités énergétiques dans la scène, telles que des particules sonores ou des rayons sonores. Ces données sont contenues dans un fichier au format *.pbin* :

1. Dans l'onglet « Résultats », **cliquez** avec le bouton droit sur un fichier « Animation des particules » (ou similaire), puis sélectionnez *Charger l'animation*, soit *En particules*, soit *En rayons* (trace des particules).

► Une fenêtre de progression vous indique l'état de chargement du fichier de particules.



(a) En particules



(b) En rayons

Figure 4.7 — Illustration de l'animation de quantités énergétiques : en particules et en rayons.

2. L'animation (figure 4.7) se présente sous forme de particules ou rayons. L'animation peut être contrôlée avec les boutons de la barre d'outils « Magnétophone » (cf. paragraphe 3.3.4) ou avec les actions du menu « Simulation » (cf. paragraphe 3.2.3).



Ce type d'animation peut être très coûteux en mémoire vive. Si vous ne parvenez pas à charger le fichier dans *I-Simpa*, relancez un nouveau calcul en diminuant le nombre de quantités générées, puis rechargez le fichier.

Tutoriaux

Cette partie de la documentation propose des tutoriaux d'utilisation de I-Simpa. Ces exemples sont destinés à faciliter la prise en main de l'interface et présentent une grande partie des fonctionnalités de l'interface. Les simulations sont réalisées soit avec le code de la théorie classique de la réverbération (code TCR de l'fsttar), soit avec le code de lancer de particules (code SPPS de l'fsttar). Quatre exemples sont proposés :

- étude d'une salle de cours rectangulaire ;
- étude d'une salle de spectacle ;
- étude d'un hall industriel ;
- réalisation de scripts « utilisateur » en Python™.

 Les illustrations et tables de données présentées dans ce chapitre peuvent être différentes de celles obtenues par l'utilisateur en suivant les tutoriels.

5.1 Étude acoustique d'une salle de cours

Notre premier exemple concerne l'étude acoustique d'une salle parallélépipédique de 6 m × 10 m × 3 m (largeur × longueur × hauteur), et illustre la manipulation :

- des faces de la scène ;
- de matériaux ;
- de récepteurs ;
- de sources ;

ainsi que :

- l'exécution des calculs ;
- la représentation de résultats élémentaires.

5.1.1 Création de la scène :

1. **Lancez** l'interface I-Simpa ;

 Si vous avez déjà utilisé I-Simpa, le dernier projet est ouvert par défaut.

2. **Créez** un nouveau projet : **cliquez** avec le bouton gauche de la souris sur le bouton  « Nouveau projet » de la barre d'outils ;
3. Dans le menu **Fichier**, sélectionnez *Créer la scène* et **entrez** respectivement les dimensions 6 m × 10 m × 3 m pour la largeur, longueur et la hauteur ;
4. Une fenêtre s'affiche vous proposant des options de correction du modèle. **Laissez** les valeurs par défaut et **cliquez** sur le bouton **OK** ;
5. Afin d'affecter les matériaux, il est d'abord nécessaire de créer des groupes de surface :

- a) **Cliquez** sur l'outil  « Sélection de faces » de la barre d'outils ;
- b) 3 groupes de surface devront être créés : un pour le sol, un pour le plafond et un pour les murs : **maintenez** appuyé la touche  et **double-cliquez** sur le sol de la scène dans la « Vue 3D » ;

 Deux surfaces sont mises en surbrillance dans l'arbre du projet.

- c) **Cliquez** avec le bouton droit sur les éléments en surbrillance dans l'arbre du projet et **sélectionnez** *Envoyer vers un nouveau groupe* ;
- ▮▮▮ *Un nouveau groupe composé de deux surface est créé.*
- d) **Cliquez** avec le bouton droit sur le nouveau groupe et **sélectionnez** *Renommer* ;
- ▮▮▮ *Une zone de saisie apparaît et le texte est sélectionné.*
- e) **Entrez** le mot « Sol ».
- f) **Répétez** la procédure afin de définir les 2 groupes restants : le plafond et les murs.
-  *Pour le dernier groupe, il est inutile de créer un nouveau groupe, il suffit de renommer le dossier contenant les faces restantes.*
6. **Revenez** sur l'outil caméra en cliquant sur le bouton  de la barre d'outils ;
7. Nous allons maintenant ajouter une source sonore au milieu de la salle à 1.5 m de hauteur :
- a) **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Sources sonores » de l'arbre « Données » puis **sélectionnez** *Nouvelle source* ;
- ▮▮▮ *Un élément nommé « S01 » est ajouté dans l'arbre.*
- b) **Dépliez** le nouvel élément en cliquant sur le  à gauche de l'élément « S01 » ;
- c) **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Position » de « S01 » et **sélectionnez** *Définir via la vue 3D* ;
- d) Sur la vue 3D, **cliquez** avec le bouton gauche sur le sol au milieu de la salle ;
- e) **Double-cliquez** sur l'élément « Position » de « S01 » ;
- ▮▮▮ *La fenêtre « Propriétés » affiche les données de la position de la source.*
- f) **Entrez** la valeur 1.5 pour la coordonnée z ;
-  *Les positions x et y ne sont pas renseignées avec précision dans notre exemple. Pour rentrer des coordonnées précises, il est plus rapide de renseigner les valeurs x , y et z sans passer par la vue 3D.*
8. Nous allons maintenant placer deux récepteurs ponctuels en (1, 1, 1.8) et (3, 7, 1.8) :
- a) **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Récepteurs ponctuels » de l'arbre « Données », puis **sélectionnez** *Nouveau récepteur* ;
- ▮▮▮ *Un élément nommé « R01 » est créé.*
- b) **Modifiez** la valeur de position du récepteur et **faites** de même pour le deuxième récepteur (procédure identique à celle utilisée pour positionner la source sonore) ;
9. Nous allons maintenant définir une surface de la scène en tant que récepteur surfacique :
- a) Dans le menu contextuel de l'élément « Récepteur surfaciques », **cliquez** sur *Nouveau récepteur surfacique de scène* ;
- ▮▮▮ *Un élément nommé « Récepteur » est créé.*
- b) **Faites glisser** le groupe « Sol » vers l'élément « Surface » du nouveau récepteur.
10. Nous allons maintenant associer des matériaux à chaque groupe de surface :
- a) **Cliquez** avec le bouton droit sur le groupe de surface « Sol » puis **sélectionnez** « Propriétés » (ou **double-cliquez** sur le groupe de surface « Sol ») ;
- ▮▮▮ *La fenêtre « Propriétés » affiche l'aire de la surface ainsi que le matériau « Défaut ».*
- b) **Double-cliquez** sur la valeur « Défaut » et **sélectionnez** « I-SIMPA/Théorique/10% absorbant » dans l'arbre des matériaux ;
- c) **Faites** de même pour le groupe « Murs » en choisissant le matériau « 30% absorbant » et pour le plafond avec le matériau « 10% absorbant ».
11. La configuration de la scène est maintenant terminée (figure 5.1) : vous pouvez vérifier que tous les matériaux ont bien été assignés en modifiant l'affichage des surfaces : **cliquez** sur l'option **Affichage** ▼ **Couleur modèle** ► **Matériau associé**.
- ▮▮▮ *Les matériaux non définis sont représentés avec la couleur du matériau par défaut (rouge) correspondant à un matériau « 0% absorbant »*

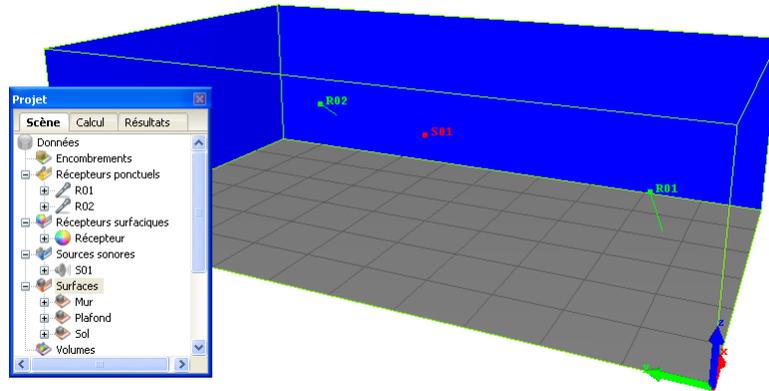


Figure 5.1 — Représentation de la salle de cours et détail des éléments de l'arbre « Données ».

5.1.2 Réalisation de calculs

5.1.2.1 Utilisation de la théorie classique de la réverbération (code TCR)

Étant donné que nous avons défini un récepteur surfacique de type scène (dans notre cas, constitué de deux éléments de face), il est préférable de spécifier un paramètre permettant d'avoir un rendu plus fin des cartes de bruit sur ce récepteur de surface, en raffinant la discrétisation de la surface du récepteur en question.

Ce raffinement est réalisé grâce à une option de l'élément « Maillage » du code « Théorie classique » dans l'onglet « Calcul » :

1. **Cochez** l'option « Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques » ;
2. **Saisissez** « 0.1 » dans le champ « Contrainte d'aire des récepteurs surfaciques : valeur en m^2 ».

Afin d'exécuter le calcul, **cliquez** avec le bouton droit sur le code « Théorie classique », puis **sélectionnez** *Exécuter le calcul*. Dans cet exemple, les options de calcul sont laissées par défaut.

5.1.2.2 Utilisation du code de lancer de particules (code SPPS)

1. Comme vous l'avez fait pour la théorie classique, **modifiez** les propriétés de maillage du code SPPS ;
2. **Cliquez** avec le bouton droit sur le code « SPPS », puis **sélectionnez** *Exécuter le calcul*. Dans cet exemple, les options de calcul et la sélection des bandes de fréquences sont laissées par défaut.

► Une fenêtre de progression s'affiche.

5.1.3 Post-traitement et visualisation des résultats

1. Une fois le calcul terminé, **cliquez** sur l'onglet « Résultats » ;
2. **Double-cliquez** sur l'élément « Résultats » ;

► Cet onglet représente l'arborescence d'un dossier de votre disque dur. Les noms des éléments présents dans l'arborescence de *I-Simpa* sont toutefois une traduction des noms des fichiers réels sur le disque dur.

► Le dossier « Résultats » contient deux sous-dossiers « Théorie classique » et « SPPS », chacun de ces dossiers contenant un dossier de résultat de calcul avec un nom correspondant à la date et l'heure de lancement du calcul.

3. Résultats de la théorie classique :
 - a) **Dépliez** l'élément « Théorie classique », puis **cliquez** sur l'élément « Calculs généraux » ;

► Une table de données s'ouvre et présente les valeurs des durées de réverbération, d'aire d'absorption équivalentes et des niveaux sonores du champ réverbéré, obtenus à partir des formules classiques de Sabine et Eyring, par bande de tiers d'octave (figure 5.2).
 - b) **Dépliez** l'élément « Récepteurs ponctuels », et **double-cliquez** sur un des récepteurs ponctuels ;

▮▮▮ Une table de données s'ouvre et présente les valeurs des niveaux sonores du champ direct et du champ total, obtenus à partir des formules classiques de Sabine et Eyring, par bande de tiers d'octave.

- c) **Dépliez** l'élément « Champ total Eyring », **sélectionnez** une bande de fréquence, **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Niveau_sonore » et **sélectionnez** *Charger l'animation* ► **Niveau sonore (cumul)** ;

▮▮▮ La cartographie sonore s'affiche sur le sol.

4. Résultats du code SPPS :

- a) **Dépliez** l'arborescence de « SPPS » afin d'accéder à l'élément « Niveau sonore » d'un des récepteurs ponctuels. Cliquez sur cet élément ;

▮▮▮ Une table de données avec trois onglets s'ouvre.

- b) **Naviguez** dans les onglets pour visualiser les résultats.

- c) **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Niveau sonore » puis **sélectionnez** *Calculer les paramètres acoustiques* ;

▮▮▮ Une fenêtre s'ouvre avec 3 lignes de paramètres.

- d) **Laissez** les valeurs par défaut et **appuyez** sur le bouton **OK** ;

▮▮▮ Deux nouveaux éléments sont créés dans le même dossier.

- e) **Double-cliquez** sur l'élément « Paramètres acoustiques » qui vient d'être créé ;

▮▮▮ Une nouvelle table de données s'affiche, présentant différents paramètres acoustiques (figure 5.3), par bande de tiers d'octave.

- f) Comme pour la théorie classique, vous **pouvez** également afficher la cartographie sonore pour le récepteur de surface (figure 5.4).

Feuille de données - Théorie classique\~2010-12-07_10h49m37s\main_calculations.gabe						
Calculs généraux						
	A_Sabine m ²	TR_Sabine s	L_Sabine dB	A_Eyring m ²	TR_Eyring s	L_Eyring dB
50 Hz	40,800003051758	0,7189	-42,80544	45,219654083252	0,6486	-43,25198
63 Hz	40,8000	0,7188	-41,80622	45,219654083252	0,6485	-42,25269
80 Hz	40,80000	0,7186	-40,80748	45,219654083252	0,6484	-41,25381
100 Hz	40,800003051758	0,7183	-39,80925	45,219654083252	0,6481	-40,25541
125 Hz	40,8000	0,7178	-38,81182	45,219654083252	0,6478	-39,25773
160 Hz	40,80000	0,7172	-37,81588	45,219654083252	0,6472	-38,26140
200 Hz	40,800003051758	0,7163	-36,82087	45,219654083252	0,6466	-37,26590
250 Hz	40,800003051758	0,7153	-35,82712	45,219654083252	0,6457	-36,27154
315 Hz	40,800003051758	0,7141	-34,83472	45,219654083252	0,6447	-35,27841
400 Hz	40,800003051758	0,7126	-33,84340	45,219654083252	0,6435	-34,28624
500 Hz	40,800003051758	0,7112	-32,85194	45,219654083252	0,6424	-33,29396
630 Hz	40,800003051758	0,7097	-31,86136	45,219654083252	0,6412	-32,30246
800 Hz	40,800003051758	0,7079	-30,87248	45,219654083252	0,6397	-31,31251
1000 Hz	40,800003051758	0,7057	-29,88562	45,219654083252	0,6379	-30,32439
1250 Hz	40,800003051758	0,7028	-28,90372	45,219654083252	0,6355	-29,34075
1600 Hz	40,800003051758	0,6980	-27,93362	45,219654083252	0,6316	-28,36780
2000 Hz	40,800003051758	0,6913	-26,97517	45,219654083252	0,6261	-27,40541
2500 Hz	40,800003051758	0,6813	-26,03840	45,219654083252	0,6179	-26,46272
3150 Hz	40,800003051758	0,6658	-25,13876	45,219654083252	0,6051	-25,55383
4000 Hz	40,800003051758	0,6417	-24,29849	45,219654083252	0,5852	-24,69925
5000 Hz	40,800003051758	0,6095	-23,52221	45,219654083252	0,5583	-23,90370
6300 Hz	40,800003051758	0,5641	-22,85874	45,219654083252	0,5199	-23,21291
8000 Hz	40,800003051758	0,5036	-22,35129	45,219654083252	0,4681	-22,66884
10000 Hz	40,800003051758	0,4370	-21,96741	45,219654083252	0,4100	-22,24427
12500 Hz	40,800003051758	0,3658	-21,73963	45,219654083252	0,3467	-21,97257
16000 Hz	40,800003051758	0,2898	-21,75172	45,219654083252	0,2776	-21,93726
20000 Hz	40,800003051758	0,2297	-21,76036	45,219654083252	0,2220	-21,90809
Global	0,000000000000	0,0000	-12,15767	0,000000000000	0,0000	-12,46872

Figure 5.2 — Paramètres acoustiques calculés pour la salle de cours, avec le code TCR.

Feuille de données - SPPS\~2010-12-07_10h50m04s\Récepteurs_Ponctuels\R01\acoustic_param.gabe									
Paramètres acoustiques									
	Niveau sonore (dB)	Niveau sonore (dBA)	C-50 (dB)	C-80 (dB)	D-50 (%)	Ts (ms)	TR-15 (s)	TR-30 (s)	EDT (s)
50 Hz	-43,982	-43,982	95,5683	99,6977	59,046	59,5785	0,669	-Inf	0,673
63 Hz	-43,056	-43,056	95,6184	99,4825	59,325	60,9709	0,710	-Inf	0,665
80 Hz	-41,9201	-41,920	95,5427	99,3280	58,903	61,6553	0,711	0,713	0,701
100 Hz	-41,0482	-41,048	95,5620	99,4407	59,011	61,7576	0,762	-Inf	0,672
125 Hz	-40,144	-40,144	95,7388	99,6531	59,992	60,2269	0,707	0,745	0,656
160 Hz	-39,1037	-39,104	95,7340	99,5178	59,965	60,6770	0,695	0,867	0,671
200 Hz	-38,165	-38,165	95,4368	99,4818	58,312	60,3043	0,632	0,736	0,670
250 Hz	-37,064	-37,064	95,6290	99,8804	59,383	58,3650	0,588	-Inf	0,626
315 Hz	-36,099	-36,099	95,8032	99,8076	60,347	59,1486	0,701	-Inf	0,646
400 Hz	-34,989	-34,989	95,4796	99,4182	58,551	60,1110	0,599	0,666	0,671
500 Hz	-34,064	-34,064	95,5395	99,4539	58,885	60,4147	0,646	-Inf	0,664
630 Hz	-33,066	-33,066	95,6122	99,5523	59,290	60,9809	0,666	-Inf	0,685
800 Hz	-31,967	-31,967	95,7716	99,8244	60,173	59,0109	0,693	0,685	0,654
1000 Hz	-31,138	-31,138	95,7343	99,7398	59,967	60,1768	0,774	0,805	0,658
1250 Hz	-30,004	-30,004	95,7643	99,8291	60,132	59,0695	0,671	-Inf	0,654
1600 Hz	-29,152	-29,152	95,8808	99,8345	60,774	58,5656	0,672	0,573	0,652
2000 Hz	-28,244	-28,244	95,9137	99,8261	60,954	59,0348	0,680	0,571	0,659
2500 Hz	-27,203	-27,203	95,6140	99,6205	59,300	60,2803	0,694	0,740	0,672
3150 Hz	-26,545	-26,545	96,2321	100,2404	62,684	56,8014	0,632	0,761	0,620
4000 Hz	-25,629	-25,629	96,3241	100,4221	63,179	55,3679	0,599	-Inf	0,607
5000 Hz	-24,886	-24,886	96,3122	100,9335	63,115	55,3084	0,743	0,582	0,578
6300 Hz	-24,317	-24,317	97,3219	102,0279	68,344	50,0338	0,551	0,875	0,510
8000 Hz	-23,911	-23,911	98,0644	103,1423	71,922	45,5638	0,398	-Inf	0,454
10000 Hz	-23,980	-23,980	99,0726	104,3334	76,364	41,8746	0,398	-Inf	0,413
12500 Hz	-24,067	-24,067	100,2357	106,3687	80,854	38,2409	0,286	-Inf	0,367
16000 Hz	-24,662	-24,662	102,4271	108,9176	87,492	33,8653	0,279	-Inf	0,297
20000 Hz	-25,711	-25,711	105,0151	112,9270	92,697	30,5212	0,233	-Inf	0,250
Global	-14,061	-14,061	97,8718	102,2765	71,018	48,2744	0,585	0,655	0,503

Figure 5.3 — Paramètres acoustiques calculés pour la salle de cours, avec le code SPPS.

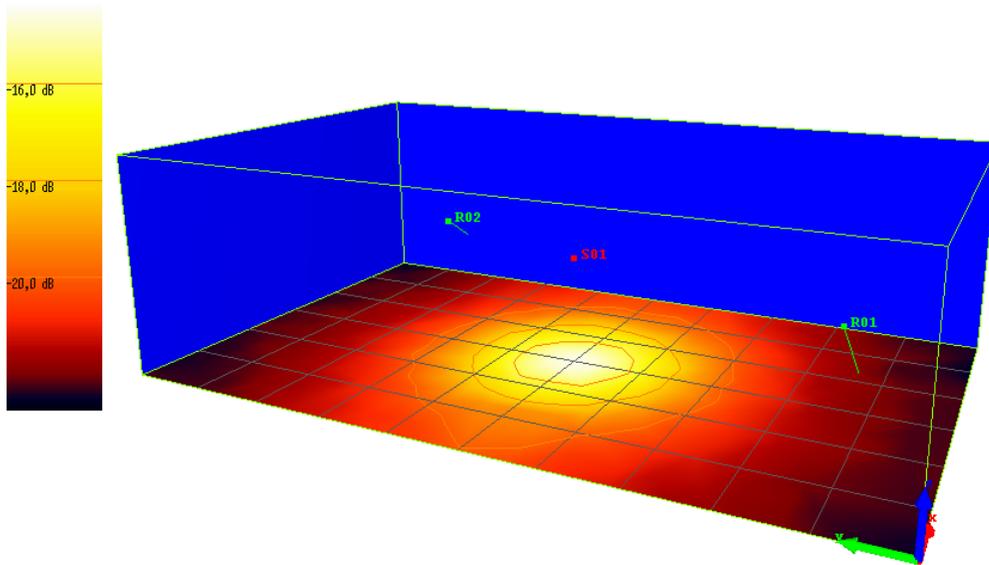


Figure 5.4 — Cartographie sonore sur le sol de la salle de cours, calculée avec le code SPPS.

5.2 Étude acoustique du Hall Elmia

Dans cet exemple, nous nous intéressons au cas d'une salle de spectacle. Cette salle, le hall Elmia, a fait l'objet de mesures et d'une étude comparative de plusieurs logiciels d'acoustique des salles. L'utilisateur pourra se reporter au site suivant pour plus de renseignements : http://www.ptb.de/en/org/1/17/173/roundrob2_1.htm

5.2.1 Import d'une géométrie défectueuse

Le modèle géométrique « Elmia Hall » peut être téléchargé depuis la page internet http://www.ptb.de/en/org/1/17/173/roundrob2_1.htm. Ce modèle présente toutefois de nombreuses irrégularités (surfaces en intersection notamment). Suivant le code de calcul utilisé, notamment ceux nécessitant que le domaine de propagation soit fermé (comme le code SPPS), il est possible que cette géométrie ne puisse pas donner lieu à des calculs. Dans ce cas, l'utilisation des outils avancés de correction du modèle proposés par I-Simpa permet de créer un nouveau modèle 3D proche du modèle d'origine, et totalement fermé.

1. Le modèle d'origine est déjà divisé en groupes de surface correspondant aux matériaux à associer. La première étape consiste à charger ce modèle sans effectuer de traitement d'approxi-

mation géométrique de manière à récupérer les groupes de surface existants :

- a) **Créez** un nouveau projet ;
- b) **Cliquez** dans le menu principal sur *Fichier* ▼ *Importer une scène* et **ouvrez** le fichier `elmia.ply` localisé dans le dossier `C:\Program Files\I-SIMPA\Models3D\indoor_self_inter`

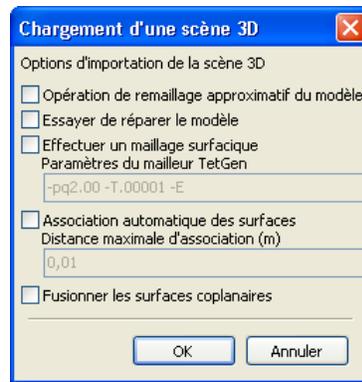
■ La fenêtre « Chargement d'une scène 3D » s'ouvre.

- c) **Décochez** toutes les options de la fenêtre (figure 5.5(a)) et **cliquez** sur **OK** ;

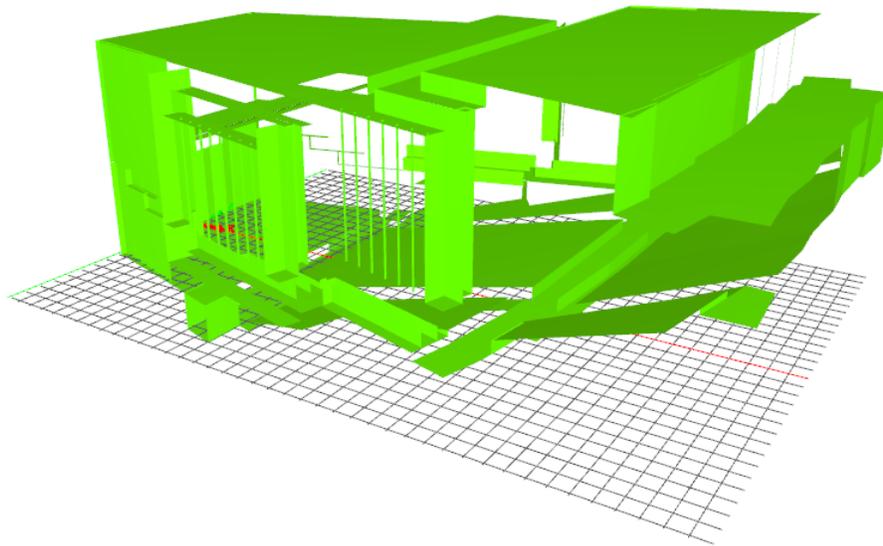
■ Le modèle s'affiche dans la vue 3D, certaines faces mal orientées donnent l'impression que des surfaces sont manquantes (figure 5.5(b)).

✎ Vous pouvez remarquer que 10 groupes de surface sont visibles dans l'arborescence de l'onglet « Scène ». Cette première opération n'avait que pour but de charger ces groupes de surfaces afin de permettre de ré-associer automatiquement chaque surface à partir du modèle qui sera générée dans la tâche suivante.

2. De nouveau, **sélectionnez** le menu d'importation de la scène *Fichier* ▼ *Importer une scène*, et **ouvrez** le même fichier que précédemment,



(a) Paramètres d'importation



(b) Scène originale

Figure 5.5 — Importation de la scène sans correction.

en cochant cette fois l'option « Opération de remaillage approximatif du modèle » et **faites glisser** la barre de « Distance maximale d'association » à 10 cm (figure 5.6(a)) ;

3. Cliquez ensuite sur **OK** ;

La fenêtre « Opération de correction de modèle 3D » s'affiche.

4. **Diminuez** le paramètre de résolution du modèle à 6 (sans changer les autres paramètres de correction) afin de réduire le nombre de surfaces générées (figure 5.6(b)), puis **cliquez** sur *Suivant* ;

Une liste d'identifiant de volumes s'affiche. Ces volumes correspondent aux volumes détectés dans le modèle. Le volume n°2 correspond au volume extérieur de la scène et les volumes à partir de l'identifiant 3 correspondent aux volumes internes.



Cette opération de remaillage approximatif ne peut être utilisée simultanément que sur un seul volume de la scène. Si la scène comporte plusieurs volumes fermés, l'utilisateur devra n'en retenir qu'un seul.

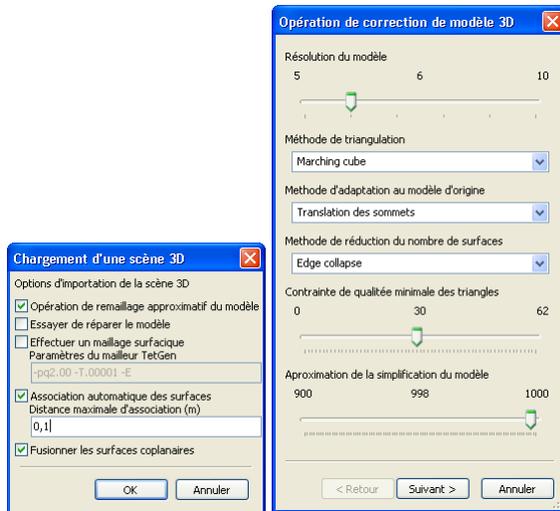
5. **Sélectionnez** le volume d'environ 9624 m³ (deuxième ligne de la liste) et **cliquez** sur *Finir* afin d'exécuter la génération du nouveau modèle (figure 5.6(c)) ;

 Dans cette opération, certaines faces de la scène ne sont pas automatiquement assignées à des groupes de surface. Un nouveau groupe « model » contient les surfaces non-assignées, qu'il convient ensuite de redistribuer vers les groupes correspondants.

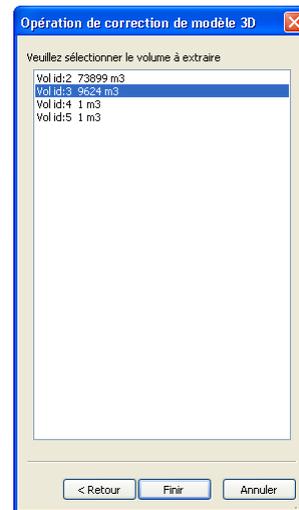
- Pour vérifier que la correction du modèle a été efficace, il suffit d'exécuter le maillage de la scène : dans l'onglet « Calcul », **ouvrez** les propriétés de l'élément « Maillage » du code SPPS et **décochez** l'option « Correction de la scène 3D avant maillage » ;
- Dans la barre d'outils, **cliquez** sur l'outil de prévisualisation du maillage , **sélectionnez** « SPPS » puis **cliquez** sur **OK** ;

 Après quelques secondes une coupe du maillage apparaît (figure 5.7).

 Si l'opération a échoué, des messages d'erreur apparaîtront dans l'onglet « Messages » de la console. Dans ce cas, veuillez recommencer la procédure et vérifier les valeurs des paramètres.



(a) Paramètres d'importation (b) Paramètres de correction



(c) Sélection du volume

Figure 5.6 — Paramètres d'importation de la scène avec correction.

5.2.2 Placement des sources

En suivant la même procédure que pour le tutorial précédent (voir également la thématique 4.2.4), **placez** les 3 sources suivantes :

- S01 en (8.5, 0.0, 2.1) ;
- S02 en (3.0, 3.5, 2.1) ;
- S03 en (1.0, 1.0, 0.9).

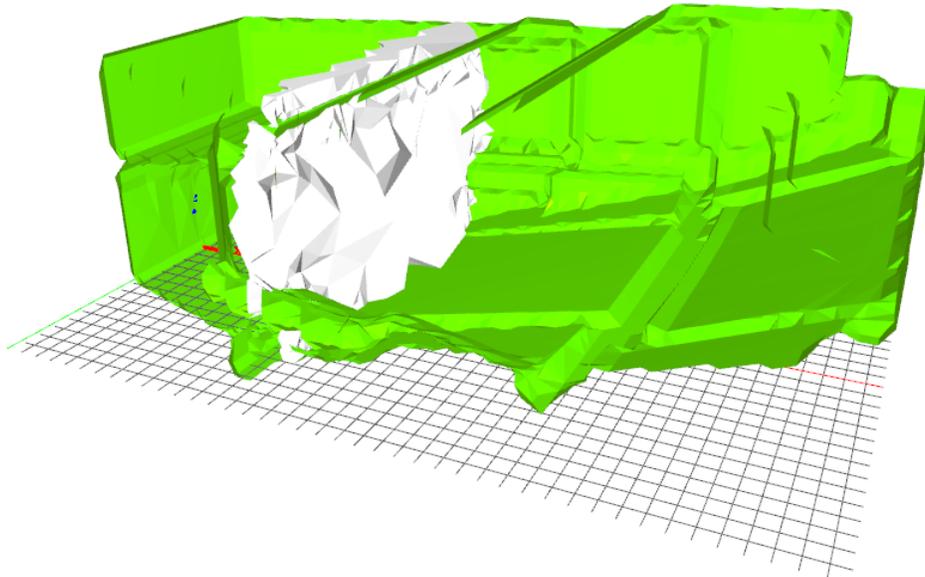


Figure 5.7 — Résultat de l'importation de la scène après correction.

5.2.3 Placement des récepteurs ponctuels

En suivant la même procédure que pour le tutorial précédent (voir également la thématique 4.2.7), placez les 6 récepteurs ponctuels suivant :

- R01 en (13.8, 0.0, 1.45) ;
- R02 en (12.9, 10.5, 5.3) ;
- R03 en (19.9, 5.1, 2.7) ;
- R04 en (25.5, -4.9, 4.35) ;
- R05 en (24.8, 11.9, 5.7) ;
- R06 en (37.8, 6.4, 8.45).

5.2.4 Définition du récepteur surfacique en coupe

Les deux principaux emplacements du public seront utilisés afin de définir un récepteur surfacique de coupe avec une hauteur de 50 cm par rapport au plan de référence :

1. Cliquez sur l'onglet « Scène » puis **sélectionnez** l'option *Nouveau récepteur surfacique en coupe* dans le menu contextuel d'un récepteur surfacique ;

■► Un nouveau récepteur de coupe est ajouté avec le nom « Récepteur coupe ». Une grille apparaît dans la vue 3D.

2. Il faut ensuite placer les 3 points définissant le plan de coupe au niveau des deux principaux emplacements du public, définis par le groupe de surface « audience » (figure 5.8). Pour cela, **utilisez** la fonction *Définir via la vue 3D* du menu contextuel associé aux éléments « Sommet A », « Sommet B » et « Sommet C » de la propriété « Position ». Les positions des sommets des plans de coupe sont les suivantes :

- Coupe 1 :
 - Sommet A : (11.93, -5.66, 1.16) ;
 - Sommet B : (11.93, 5.73, 1.13) ;
 - Sommet C : (29.56, 5.79, 5.25) ;
- Coupe 2 :
 - Sommet A : (33.25, -8.22, 6.26) ;
 - Sommet B : (33.17, 8.58, 6.23) ;
 - Sommet C : (40.73, 8.58, 9.47) ;

5.2.5 Matériaux des surfaces

L'étude fournit les matériaux au format du logiciel CATT-Acoustic. Le fichier au format .txt correspondant est disponible dans le même dossier que le modèle 3D du Hall Elmia (ou dans un autre emplacement si vous avez installé I-Simpa dans un autre dossier que celui par défaut) : material_catt.txt.

1. Cliquez avec le bouton droit sur l'élément « Projet/Base de données du projet/Matériaux/Utilisateur », puis **sélectionnez** *Importer depuis un fichier* ;

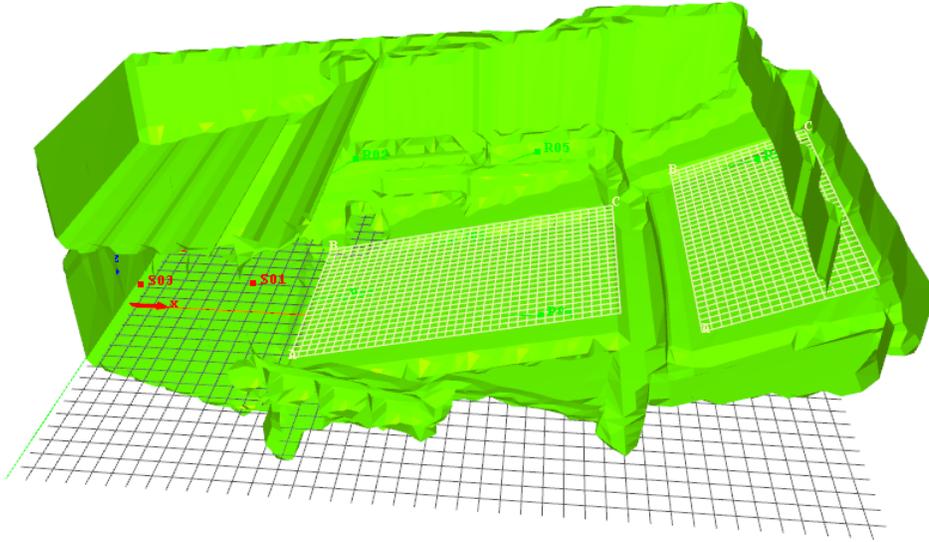


Figure 5.8 — Localisation des récepteurs surfaciques en coupe.

☛ La fenêtre de sélection du fichier apparaît.

2. **Sélectionnez** le format recherché dans la liste déroulante « Fichiers de type » puis **recherchez** le fichier sur votre ordinateur ;

☛ Un groupe de matériau est créé portant le nom complet du fichier.

3. **Renommez** si vous le souhaitez le groupe de matériau ainsi créé en appuyant sur **[F2]** après avoir sélectionné le groupe ;
4. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur un groupe de surface de l'onglet projet « Données/Surfaces » puis **cliquez** sur « Propriétés » ;

☛ La fenêtre « Propriétés » affiche l'aire et le matériau du groupe de surface.

5. **Double-cliquez** dans le champ « Valeur » de la propriété « Matériau » ;

☛ Une zone contenant une arborescence s'affiche.

6. **Dépliez** les groupes en cliquant sur le **[+]** et **sélectionnez** le matériau avec le bouton gauche de la souris.

☀ Vous pouvez vérifier que tous les groupes de surfaces sont associés en cliquant dans le menu principal sur Affichage▼Couleur modèle►Matériau associé. Le matériau par défaut étant rouge, les surfaces non renseignées apparaissent en rouge.

5.2.6 Configuration du code de calcul SPPS

1. Les matériaux importés ne sont renseignés que pour les octaves entre 125 Hz et 4000 Hz. Il faut donc limiter le calcul sur ces fréquences. Dans l'onglet « Calcul » du projet, **dépliez** l'élément « SPPS », puis **cliquez** avec le bouton droit de la souris sur l'élément « Choix des bandes tiers d'octave » et sélectionnez *Sélection automatique*►Tiers d'octave centrés sur les octaves►Bâtiment Routier (125-4000Hz) ;
2. **Décochez** le paramètre « Correction du modèle avant maillage » de l'élément « Maillage » ;
3. Pour avoir une résolution temporelle plus fine, **réduisez** le pas de temps de calcul à 0.005 s dans l'élément « Propriétés » de SPPS (figure 5.9) ;
4. Pour augmenter la précision du calcul, **fixez** la propriété « Méthode de calcul » à « Énergétique » ;
5. **Saisissez** « 100 000 » dans la propriété « Nombre de particules par source » afin de diminuer le temps de calcul ;

6. **Décochez** l'option « Récepteur surfacique : export par bande de fréquence », pour réduire la taille des fichiers de résultats.

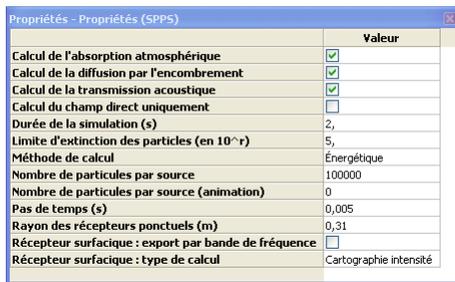


Figure 5.9 — Paramètres de calcul du code SPPS.

2. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur l'élément « Récepteur plan » puis sélectionnez *Charger l'animation ► Niveau sonore (cumul)* ;

► La cartographie est affichée dans la vue 3D (figure 5.10).

3. Vous pouvez passer le pointeur en mode « Extraction d'un valeur sur une cartographie » afin de pouvoir estimer le niveau sonore à l'endroit du pointeur, en cliquant sur la surface de la cartographie.

5.2.7 Exécution du calcul

Cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'élément « SPPS », puis **sélectionnez** *Exécuter le calcul*.

5.2.8 Calcul des paramètres acoustiques

1. Dans l'arbre de rapport, **dépliez** le dossier « SPPS », puis **cliquez** avec le bouton droit sur le dossier dont le nom contient la date d'exécution du calcul, et **sélectionnez** *Générer le rapport* ;

► Un dossier « ressource » et un fichier au format *html* est ajouté au dossier de calcul.

2. **Double-cliquez** sur le rapport de calcul (fichier *html*) qui vient d'être créé ;

► Le navigateur internet par défaut ouvre la page de rapport.



La génération de rapport automatique n'est pas totalement fonctionnelle. Il s'agit principalement de montrer à l'utilisateur qu'il est possible d'éditer des rapports automatiques. L'utilisateur pourra s'inspirer du script existant pour développer ses propres applications de génération de rapport, en fonction de ses besoins.

5.2.9 Visualisation des résultats

Les niveaux sonores calculés sur les récepteurs de surface peuvent être affichés dans la vue 3D :

1. Dans l'arbre de résultat, **ouvrez** les dossiers jusqu'à atteindre celui correspondant au récepteur de surface « Résultats/SPPS/ Date/Récepteur surfacique/Global/ » ;

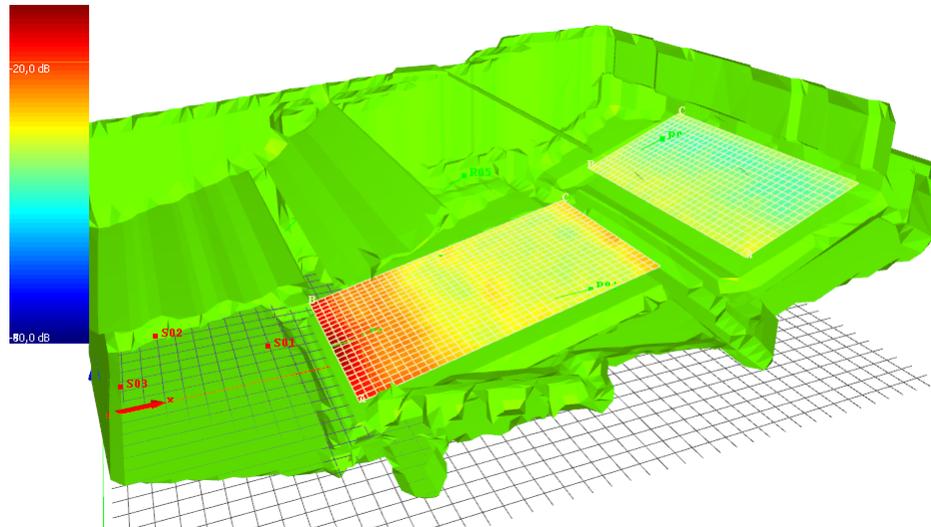


Figure 5.10 — Cartographie sonore dans la hall Elmia.

5.3 Étude acoustique d'un hall industriel

Dans cet exemple, nous nous intéressons au cas d'un hall industriel couplé avec d'autres locaux. Ce hall est composé de deux machines bruyantes identiques, ainsi que de deux zones d'encombrement. L'objectif de ce tutoriel est :

- d'illustrer la création des machines ;
- illustrer la création de zones d'encombrement ;
- d'étudier l'effet du changement d'un matériau sur un mur du hall, sur le champ sonore.

5.3.1 Import d'une géométrie

La première étape consiste à importer la géométrie du projet. Nous nous intéressons ici à un hall industriel de grande taille couplé à un couloir *via* une cloison contenant une porte, ce couloir étant lui même couplé à une autre pièce, elle même composée de plusieurs cloisons dont une contenant une porte. On suppose que les cloisons et les portes autorisent la transmission acoustique.

1. **Sélectionnez** le menu *Fichier* ▼ *Importer une scène*, puis **ouvrez** le fichier *LocalIndustriel.3ds* dans le répertoire *C:\Program Files\I-SIMPA\Tutorial\indoor* (ou équivalent suivant la répertoire d'installation de I-Simpa) ;

► La fenêtre « *Chargement d'une scène 3D* » s'affiche.

2. Dans la fenêtre d'importation, **cliquez** sur **OK** sans modifier les valeurs proposées par défaut ;

► Le modèle géométrique s'affiche dans la fenêtre de rendu 3D (figure 5.11).

✎ À l'importation du modèle, plusieurs groupes de surface sont créés. Ces groupes ont été définis au moment de la création de la scène avec le logiciel de conception.

5.3.2 Définition d'une machine

Il s'agit maintenant de créer les sources sonores. En milieu industriel, les sources sonores sont souvent des machines ou postes de travail constitués de plusieurs points sources. Le local pouvant être constitué de plusieurs machines identiques localisés à des endroits différents, il est plus simple de définir une machine sous forme d'un groupe de sources sonores, ce groupe pouvant être ensuite copier/déplacer dans le local. Dans notre exemple, nous allons définir des machines composées de trois sources sonores, que nous allons ensuite dupliquer. Chaque source sonore sera définie par un spectre sonore de type « *Bruit rose* », de niveau global 80 dB.

1. **Placez-vous** sur l'onglet « *Scène* » de la fenêtre « *Projet* » ;

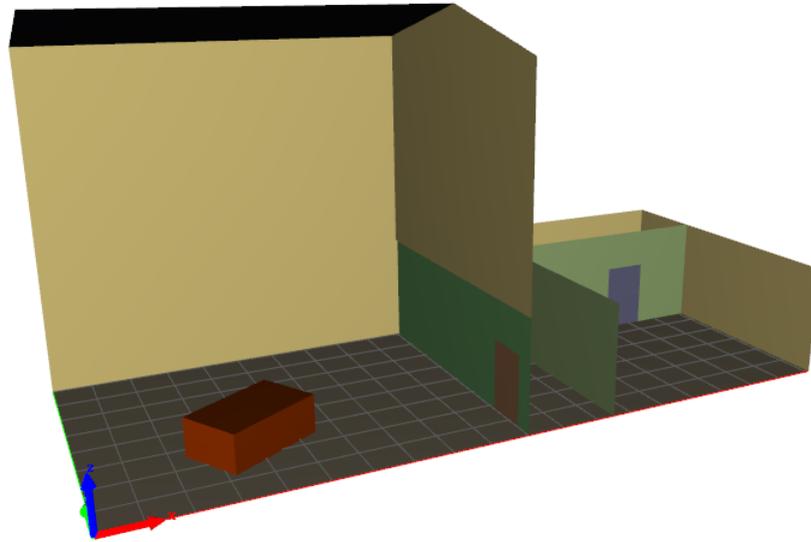


Figure 5.11 — Modèle géométrique du hall industriel.

2. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur l'élément « Données/Sources sonores » puis **sélectionnez** *Nouveau groupe*. Par défaut le nom du groupe est « Sources sonores » ;
3. **Renommez** le nom du groupe ainsi créé par « Fraiseuse » ;
4. **Cliquez** avec le bouton droit de la souris sur le groupe « Fraiseuse » puis **sélectionnez** *Nouvelle source*. **Effectuez** cette opération trois fois (pour créer trois sources). Par défaut, les sources sont nommées « S01 », « S02 » et « S03 », suivant l'ordre de création. Il est possible de modifier le nom des sources en appliquant la même méthode que pour le nom d'un groupe ;
5. Pour chaque source, **développez** les propriétés de la source en appuyant sur le symbole , puis **cliquez** sur l'élément « Position », et **affectez** ensuite les coordonnées (x, y, z) suivantes :
 - S01 : (2, 7, 1.2) ;
 - S02 : (2, 6, 0.6) ;
 - S03 : (1, 7, 0.75).
6. Pour chaque source, **sélectionnez** l'élément « Spectre de puissance », et **choisissez** le spectre de type « Bruit rose » dans l'élément « Spectre de puissance », puis **affectez** le niveau global à 80 dB.

5.3.3 Duplication d'une machine

La machine précédente peut ensuite être dupliquée puis déplacée dans le local.

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur le groupe « Fraiseuse », puis **sélectionnez** *Copier* ;
2. **Cliquez** avec le bouton droit sur le dossier racine « Source sonores », puis **sélectionnez** *Coller* ;

► Un élément nommé « Copie de fraiseuse » est créé.

 Les sources du nouveau groupe ont exactement les mêmes propriétés que les sources originales, y compris les noms des sources. Il n'y a pas de confusion possible entre deux sources ayant le même nom, chaque source ayant un identifiant interne propre.

3. **Renommez** le groupe ainsi créé en « Fraiseuse 2 » ;
4. La nouvelle machine étant localisée au même endroit que la machine originale, il est nécessaire de la déplacer. Afin d'effectuer une translation de la nouvelle machine, **cliquez** avec le bouton droit sur le groupe « Fraiseuse 2 » puis **sélectionnez** *Toutes les sources ► Translation* ;

► Une fenêtre de saisie est affichée (figure 5.12).

 La méthode est identique pour effectuer une rotation des sources sonores.



Figure 5.12 — Fenêtre de saisie des valeurs de translation d'une source sonore.

5. **Saisissez** les valeurs de translation dans chacune des directions (x, y, z) , à savoir $[5, -2, 0]$ dans notre exemple, et **cliquez** sur **OK** ;

 Deux machines sont ainsi créées dans le local (figure 5.13).

5.3.4 Déclaration d'un encombrement de type « Scène »

Il existe deux méthodes de création d'une zone d'encombrement dans le local :

- soit au moment de la création de la scène avec le logiciel de conception. Dans ce cas, un volume fermé est modélisé dans le modèle géométrique. Il s'agit alors d'un encombrement de type « Scène » ;
- soit dans I-Simpa, sous la forme d'une zone parallélépipédique. Il s'agit alors d'un encombrement de type « rectangulaire ».

Dans notre exemple, une zone parallélépipédique a déjà été prévue au moment de la création de la scène, pour être assignée à un encombrement de type « Scène ». La procédure suivante permet de définir effectivement cette zone comme un encombrement :

1. Dans l'arbre « Scène », **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Encombrements » puis **sélectionnez** *Définir un encombrement de type scène* ;

 Un nouvel élément nommé « Encombrement 1 » est créé.

2. Il faut maintenant lier les surfaces de la scène à l'encombrement : **sélectionnez** l'outil  de « Sélection de faces » dans la barre d'outils ;

3. **Maintenez** la touche  appuyée puis **double-cliquez** sur chaque face de la zone d'encombrement ;

 Chaque face sélectionnée est affichée en rouge (ou dans une autre couleur si la couleur de sélection a été changée dans les options d'affichage). En parallèle, les faces correspondantes sont mises en valeurs automatiquement dans le dossier « Surfaces » de l'arbre « Scène ».

 Cette procédure permet de sélectionner automatiquement toutes les surfaces coplanaires à la surface sélectionnée. Il est également possible de sélectionner les faces une à une en maintenant la touche  enfoncée et en sélectionnant chaque face individuellement.

4. **Placez-vous** sur une des faces mises en valeur dans le dossier « Surfaces » de l'arbre « Scène », puis **faites** un glisser/déposer des surfaces sélectionnées vers l'élément « Surface » de l'encombrement ;

 Dans cet exemple, toutes les surfaces de l'encombrement « Scène » étaient déjà localisées dans un groupe de surfaces nommés « fitting ». Plus simplement, la procédure aurait pu consister à faire un glisser/déposer de ce groupe « fitting » (ou bien de tous ces éléments) vers l'élément « Surface » de l'encombrement.

5. **Repassez** en mode « Caméra » en cliquant sur le bouton  de la barre d'outils.
6. Pour compléter la définition de l'encombrement, il faut définir l'élément « Intérieur du volume », qui correspond à une position (x, y, z) devant se trouver à l'intérieur du volume de l'encombrement. **Cliquez** avec bouton droit sur l'élément « Intérieur du volume », **sélectionnez** *Définir via la vue 3D*, puis dans la vue 3D, **cliquez** sur le haut de la zone d'encombrement.

 Le point « Encombrement 1 » s'affiche dans la vue 3D.

7. **Diminuez** ensuite d'une valeur de 0.2 m la propriété z de la position (dans la fenêtre « Propriétés ») afin de le placer dans le volume de l'encombrement.
8. Afin de spécifier les propriétés acoustiques de l'encombrement, **double-cliquez** sur l'élément « Paramètres acoustiques ». Dans la fenêtre de

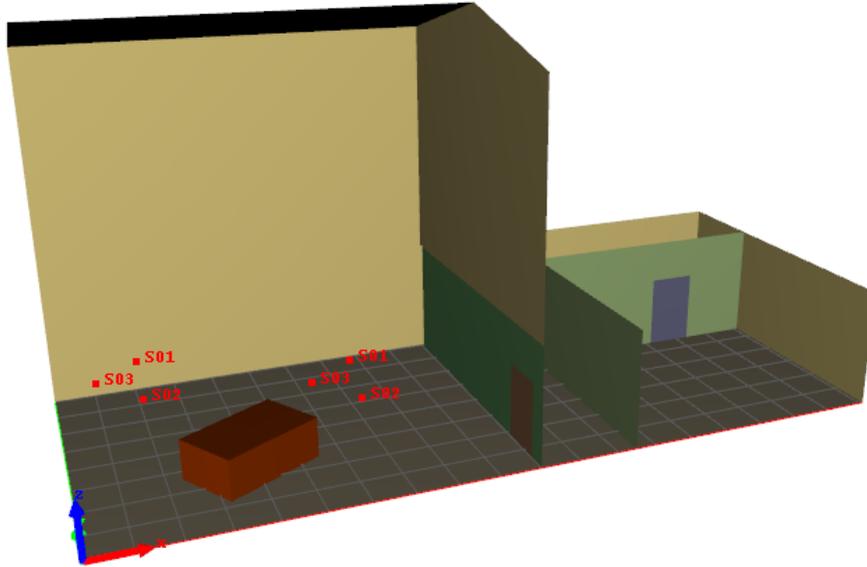


Figure 5.13 — Création de deux machines identiques (sous forme de groupe), chacune étant composée de 3 sources sonores.

« Propriétés », **changez** la valeur moyenne « Alpha » par 0.25 (absorption moyenne des objets de l'encombrement) et la valeur moyenne « Lambda » par 0.5 m (libre parcours moyen).

 *Au lieu de changer la valeur moyenne, ce qui affecte une valeur pour chaque bande de fréquence, une valeur peut être affectée par bande de fréquence.*

5.3.5 Ajout d'un encombrement de type « Rectangulaire »

Il est possible de créer un encombrement sans l'avoir préalablement modélisé dans la scène. Ce type d'encombrement est toutefois limité dans sa forme à un parallélépipède (suivant les trois directions principales) défini par la position de ses deux extrémités opposées. La procédure suivante décrit la modélisation d'un encombrement d'un groupe de chaises dans ce qui pourrait être une salle de réunion :

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Encombrement » de l'arbre « Scène », puis sur **sélectionnez** Définir un encombrement de type rectangulaire ;

 *Un nouvel élément nommé « Encombrement 2 » est créé.*

2. **Affectez** les valeurs suivantes aux propriétés de position : « Origine volume » (13, 4, 0) et « Destination volume » (18, 1, 1.2) ;

3. Afin de modifier les propriétés acoustiques de l'encombrement, **double-cliquez** sur l'élément « Paramètres acoustiques ». Dans la fenêtre « Propriétés », **changez** la valeur moyenne « Alpha » par 0.15 (absorption moyenne des objets de l'encombrement) et la valeur moyenne « Lambda » par 0.3 m (libre parcours moyen).

 *Au final, deux zones d'encombrement ont été créées (figure 5.14).*

5.3.6 Ajout des matériaux

À ce stade, il convient maintenant d'affecter les matériaux constituant les surfaces du domaine :

1. Pour ajouter un nouveau matériau, **cliquez** avec le bouton droit dans l'arbre de la scène sur l'élément « Projet/Base de données du projet/Matériaux/Utilisateur » puis **sélectionnez** Nouveau matériau ;

 *Un nouvel élément nommé « Nouveau matériau » est créé.*

2. **Saisissez** le libellé « trans_material » en lieu et place du nom de matériau par défaut ;

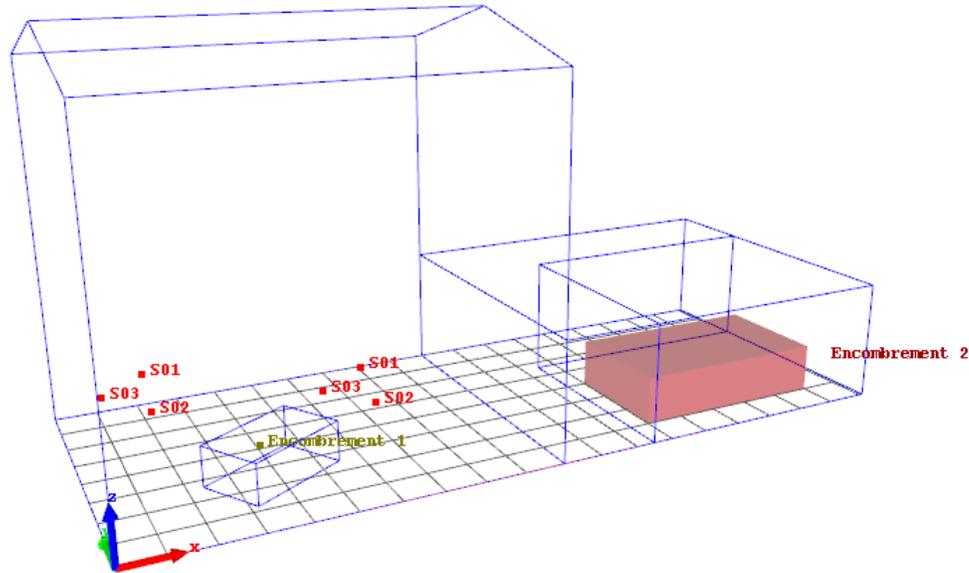


Figure 5.14 — Représentation des deux zones d'encombrement, en mode filaire.

Table 5.1 — Propriétés acoustique des matériaux « trans_material » et « open_door ».

Matériau « trans_material »				
Fréquence	Absorption	Diffusion	Transmission	Aff.
125 Hz	0.11	0.3	cocher	10
250 Hz	0.08	0.4	cocher	11
500 Hz	0.07	0.5	cocher	12
1000 Hz	0.06	0.6	cocher	13
2000 Hz	0.09	0.7	cocher	14
4000 Hz	0.05	0.8	cocher	15
Matériau « open_door »				
Fréquence	Absorption	Diffusion	Transmission	Aff.
125 Hz	1.0	0	cocher	0
250 Hz	1.0	0	cocher	0
500 Hz	1.0	0	cocher	0
1000 Hz	1.0	0	cocher	0
2000 Hz	1.0	0	cocher	0
4000 Hz	1.0	0	cocher	0

en suivant la même procédure que pour le matériau précédent ;

☀ *Puisque le même matériau est affecté à plusieurs groupes de surfaces, au lieu d'affecter le matériau correspondant à chaque groupe, il est possible de regrouper toutes les surfaces dans un même groupe, puis d'affecter le matériau à ce nouveau groupe.*

🔗 *Les faces d'un encombrement « Scène » sont systématiquement transparentes. Il est possible de leur affecter un matériau suivant la même procédure, mais leur prise en compte est fonction du code de calcul utilisé.*

3. **Double-cliquez** sur l'élément « Spectre* du matériau » et, dans la fenêtre « Propriétés », **saisissez** les informations du tableau 5.1 ;
4. Il convient maintenant d'affecter le nouveau matériau aux groupes de surface « trans_ro1 » et « trans_room » de l'élément « Surfaces » de l'arbre « Scène » : **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Propriétés » de chacun de ces groupes, puis **sélectionnez** le matériau « trans_material » dans le champ « Matériau » de la fenêtre « Propriétés » ;
5. Pour les autres groupes de surfaces (sauf les groupes « door_room1 » et « door_room2 »), **sélectionnez** un matériau de type « 30% absorbant » depuis la base de données de référence,
6. De la même façon que précédemment, **ajoutez** un nouveau matériau « open_door » avec les propriétés du tableau 5.1 :
 - ☀ *En affectant une absorption unitaire, et une transmission avec un affaiblissement de 0 dB, on réalise normalement une transmission totale, i.e. le champ sonore se propage comme si la surface n'existait pas (à condition que le code de calcul correspondant gère ce cas particulier), ce qui est bien le cas avec le code SPSS.*
7. **Affectez** le matériau « open_door » aux groupes « door_room1 » et « door_room2 ».

5.3.7 Insertion d'une ligne de récepteurs

Dans la plupart des projets, il est nécessaire de placer des points d'observation (récepteurs ponctuels) auxquels sont ensuite calculés différents paramètres acoustiques. Bien que chacun des récepteurs ponctuels peut être placés individuellement, la fonction de création de lignes/grilles de récepteurs permet de gagner du temps :

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Données/Récepteurs ponctuels » de l'arbre « Scène », puis **sélectionnez** *Créer une grille de récepteurs ponctuels* ;

► Une grille de saisie apparaît (figure 5.15).

	Valeur
Nombre de récepteurs ponctuels en colonne	1
Nombre de récepteurs ponctuels en ligne	5
Pas colonne [x,y,z]	[0,1,0]
Pas ligne [x,y,z]	[2,0,0]
Point de départ [x,y,z]	[9,1,1.6]

Figure 5.15 — Création d'une ligne/grille de récepteurs ponctuels.

2. **Entrez** les données telles que visibles dans la figure 5.15 ;

► Les récepteurs apparaissent dans la vue 3D (figure 5.16).

✎ Dans cet exemple, il aurait également été possible de créer une grille de récepteurs en augmentant la valeur du nombre de récepteurs ponctuels suivant la colonne.

5.3.8 Ajout d'un récepteur de coupe

Lorsqu'il s'agit de faire une étude acoustique (industrielle, salle, environnement), il est usuel de représenter des cartographies sonores sur des surfaces. Dans I-Simpa, deux solutions sont possibles :

- une cartographie sur des surfaces de la scène (« Récepteur surfacique de scène ») : la cartographie épouse directement la face de la scène ;
- une cartographie sur des plans de coupe (« récepteur surfacique en coupe ») : il faut alors définir les 3 points extrêmes du plan de coupe rectangulaire qui viendra intersecter la scène.

1. **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Données/Récepteurs surfacique » puis **sélectionnez** *Nouveau récepteur surfacique en coupe* ;

► Une grille apparaît dans la vue 3D.

2. La configuration par défaut de la grille convient dans notre exemple. Toutefois, il est préférable de désactiver l'affichage de la grille qui n'est pas nécessaire. **Affichez** les propriétés d'affichage du récepteur de coupe en cliquant sur l'élément « Affichage » et **décochez** les options « Afficher grille » et « Afficher le nom des sommets ».

5.3.9 Paramétrage et exécution du code de calcul

La scène étant complètement définie, il convient maintenant de paramétrer les calculs. Dans notre exemple, les calculs sont réalisés avec le code SPPS :

1. Dans l'onglet « Calcul », **ouvrez** les propriétés du code de calcul SPPS, en double cliquant sur « SPPS » puis sur l'élément « Propriétés » ;
2. **Décochez** l'option « Export des récepteurs surfaciques par bande de fréquence » afin de ne conserver que la cartographie sonore en niveau global ;
3. Dans la fenêtre « Propriétés », **modifiez** les paramètres comme présenté à la figure 5.17.

	Valeur
Calcul de l'absorption atmosphérique	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcul de la diffusion par l'encombrement	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcul de la transmission acoustique	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcul du champ direct uniquement	<input checked="" type="checkbox"/>
Durée de la simulation (s)	2,
Limite d'extinction des particules (en 10 ^{-r})	5,
Méthode de calcul	Énergétique
Nombre de particules par source	150000
Nombre de particules par source (animation)	0
Pas de temps (s)	0,002
Rayon des récepteurs ponctuels (m)	0,31
Récepteur surfacique : export par bande de fréquence	<input checked="" type="checkbox"/>
Récepteur surfacique : type de calcul	Cartographie intensité

Figure 5.17 — Paramètres de calcul du code SPPS.

4. Pour sélectionner les bandes de fréquence de calcul, **cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « Choix des bandes tiers d'octaves » de l'arbre « Calcul » pour le code « SPPS », puis **sélectionnez** *Sélection automatique ► Tiers d'octave centrés sur les octaves ► Bâtiment-Routier (125 - 4000 Hz)* ;
5. **Cliquez** avec le bouton droit sur l'élément « SPPS » puis **sélectionnez** *Exécuter le calcul* ;

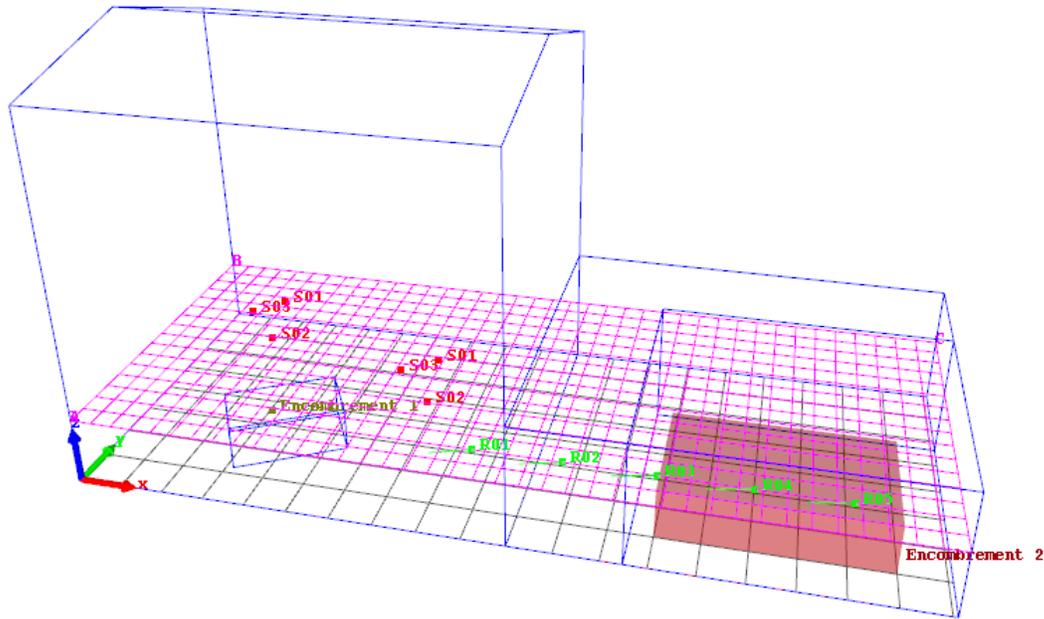


Figure 5.16 — Représentation de la ligne de récepteurs. (en vert) et du récepteur surfacique en coupe (grille horizontale rouge).

☀ Dans cet exemple, en fonction des capacités de calcul, les temps de calcul peuvent être longs. Pour diminuer les temps de calcul, il faut modifier les paramètres de calcul de code SPPS (i.e. diminuer la durée de la simulation, augmenter le pas de temps, diminuer le nombre de particules, passer en mode de calcul « Aléatoire ») :

- passer en mode « Aléatoire » au lieu de « Énergétique » ;
- diminuer le nombre de particules sonores par source ;
- diminuer la durée du calcul ;
- augmenter le pas de temps.

5.3.10 Édition du rapport de calcul

L'ensemble des résultats aux récepteurs ponctuels comme aux récepteurs surfaciques sont accessibles individuellement. Toutefois, I-Simpa propose également la génération d'un rapport au format HTML automatiquement avec un ensemble de données.

1. Dans l'arbre de rapport, **dépliez** le dossier « SPPS » puis **cliquez** avec le bouton droit sur le dossier dont le nom contient la date d'exécution du calcul, et **sélectionnez** *Générer le rapport* ;

☞ Un dossier « ressource » et un fichier au format `html` est ajouté au dossier de calcul.

2. **Double-cliquez** sur le rapport de calcul (fichier `html`) qui vient d'être créé ;

☞ Le navigateur internet par défaut ouvre la page de rapport.



La génération de rapport automatique n'est pas totalement fonctionnelle. Il s'agit principalement de montrer à l'utilisateur qu'il est possible d'éditer des rapports automatiques. L'utilisateur pourra s'inspirer du script existant pour développer ses propres applications de génération de rapport, en fonction de ses besoins.

5.3.11 Modification des matériaux

Nous remplaçons maintenant un des matériaux du mur du hall, par un matériau plus absorbant de manière à réduire le niveau sonore dans les locaux :

1. Suivant la même procédure que précédemment, **ajoutez** un nouveau matériau ayant comme libellé « Absorbant » et saisissez les propriétés du tableau 5.2 ;
2. **Affecter** le matériau qui vient d'être créé au groupe « `diff_wall` » ;

Table 5.2 — Propriétés acoustique du matériau « Absorbant ».

Fréquence	Absorption	Diffusion	Transmission	Aff.
125 Hz	0.60	0	décocher	0
250 Hz	0.62	0	décocher	0
500 Hz	0.77	0	décocher	0
1000 Hz	0.74	0	décocher	0
2000 Hz	0.80	0	décocher	0
4000 Hz	0.81	0	décocher	0

3. Exécutez de nouveau le calcul ;

5.3.12 Comparaison des récepteurs surfaciques

Afin de créer une cartographie exprimant le gain (*i.e.* la diminution du niveau sonore dans notre cas) apporté par la modification du matériau, I-Simpa dispose d'un assistant permettant de comparer deux cartographies :

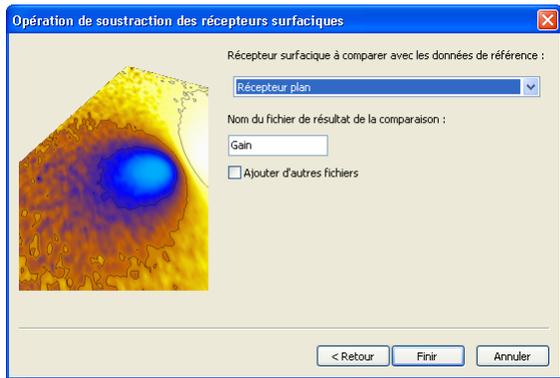
1. Dans le menu principal, **sélectionnez** *Outils*, puis *Traitement des fichiers de résultats* ► *Différencier des récepteurs de surface* ;
2. **Sélectionnez** comme « Données de référence », le fichier de « Récepteur surfacique » du premier calcul pour la bande de fréquence de votre choix (ou en global), puis **cliquez** sur **OK** ;
3. **Sélectionnez** ensuite le « Récepteur surfacique » à comparer (*i.e.* du deuxième calcul, avec le matériau « Absorbant »), pour la même bande de fréquence (en principe) que pour les données de référence, puis **cliquez** sur **OK** ;

■ Dans l'arbre de résultat, au niveau du « Récepteur surfacique » à comparer, un nouvel élément nommé « Gain » est créé.

4. **Cliquez** avec le bouton droit sur cet élément, puis **sélectionnez** *Chargez l'animation* ► *Niveau sonore (cumul)* pour voir l'atténuation produite par la modification des matériaux, sous forme d'une cartographie.



(a) Données de référence



(b) Données à comparer

Figure 5.18 — Comparaison de deux calculs pour un même récepteur surfacique.

5.4 Réalisation de scripts « utilisateur »

5.4.1 Ajout d'une fonctionnalité de post-traitement

Ce premier tutoriel décrit la procédure d'ajout d'un outil de post-traitement dans I-Simpa. Cet outil permet de normaliser les niveaux sonores des récepteurs ponctuels par rapport à un récepteur de référence. Tous les scripts utilisateurs doivent se trouver dans un dossier du répertoire UserScript du répertoire d'installation de I-Simpa. Le fichier de script peut être accompagné d'un répertoire contenant des fichiers de langue (*cf.* annexe E.)

Vous trouverez ce module dans le dossier *I-SIMPA/Tutorial/ScriptTutorial/recp_res_norm*.

- Pour accéder au dossier UserScript de script utilisateur, **cliquez** sur le menu « Démarrer »

du système d'exploitation (ou équivalent), **ouvrez** le dossier I-Simpa et **cliquez** sur le dossier « UserScript ».

 *Le dossier «UserScript » s'ouvre à l'écran.*

- Dans ce dossier, **créez** un nouveau dossier nommé `recp_res_norm`;
- Dans le dossier que vous avez créé, **ajoutez** un nouveau fichier texte `__init__.py`;
- **Éditez** ce fichier avec un éditeur de script Python™.

 *Les lignes suivantes du script sont numérotées. Si une ligne n'est pas présente, c'est qu'il s'agit d'une ligne vide, non nécessaire à l'exécution du script.*

 *Pour le détail concernant le fonctionnement des fonctions, reportez-vous à la documentation de I-Simpa spécifique pour la réalisation de scripts.*

 *La compréhension du script suivant requiert des connaissances en Python™.*

5.4.1.1 Fichier `__init__.py`

- Commencez par saisir l'import de la librairie de contrôle de l'interface I-Simpa :

Listing 5.1 — Import de la librairie de contrôle de l'interface I-Simpa

```
3 import uictrl as ui
```

- Saisissez ensuite l'import de la librairie de manipulation des formats de fichiers :

Listing 5.2 — Import de la librairie de manipulation des formats de fichiers

```
4 import libsimpa as ls
```

- Les commandes suivantes concernent la procédure utilisée pour la traduction des chaînes de caractères (développement multilingue) :

Listing 5.3 — Commandes pour la traduction des chaînes de caractères

```
5
6 # Déclaration de la méthode de traduction en cas d'erreur d'import du dictionnaire
7 def _(msg):
8     return msg
9
10 try:
11     import uilocale
12     #Construction du chemin du script
13     ScriptFolder=ui.application.getapplicationpath(["userscript"]+"recp_res_norm\\")
14     #Déclaration de la méthode de traduction
15     _=uilocale.InstallUiModule(ScriptFolder,ui.application.getlocale())
16 except:
17     #En cas d'erreur afficher l'erreur et continuer
18     import sys, traceback
19     print("Unable to import the language dictionary!")
20     traceback.print_exc(file=sys.stdout)
```

- Dans un premier temps il faut écrire la méthode qui, à partir du dossier contenant tous les fichiers de résultats des récepteurs ponctuels, va générer une feuille de données :

Listing 5.4 — Génération d'une feuille de données

```
22 def MakeSPLNormalGrid(folderwxid, save_as):
23     #Dictionnaire qui contiendra les données pour tout les récepteurs
24     global_dict={}
25     #folder devient l'objet dossier
26     folder=ui.element(folderwxid)
27     #dans un tableau on place les indices des fichiers de données des récepteurs
28     #ponctuels
29     recplist=folder.getallementbytype(ui.element_type.ELEMENT_TYPE_REPORT_GABE_RECPC)
30     #Pour chaque fichiers de type ELEMENT_TYPE_REPORT_GABE_RECPC
31     for idrecp in recplist:
32         #recp devient l'objet ayant comme indice idrecp (entier)
33         recp=ui.element(idrecp)
34         #Stoche les informations sur cet élément
35         recpinfos=recp.getinfos()
36         #Si cet élément est le niveau sonore
37         if recpinfos["name"]=="soundpressure":
38             #Lecture du libellé du dossier parent
39             ponc_receiver_name=ui.element(recpinfos["parentid"]).getinfos()["label"]
40             #Lecture des informations traité par I-SIMPA. C'est à dire les niveaux
41             #directement en dB avec les colonnes de cumul
42             gridspl=ui.application.getdataarray(recp)
```

```

41         #Lecture du cumul sur les pas de temps et sur les fréquences
42         global_spl=gridspl[-1][-1]
43         #Enregistrement dans le dictionnaire
44         global_dict[ponc_receiver_name]=global_spl
45     ###
46     #Interface de sélection du récepteur ponctuel de référence
47     #Création de la liste des libellés des récepteurs ponctuels
48     sorted_pr_labels=global_dict.keys()
49     #Tri des libellés
50     sorted_pr_labels.sort()
51     #Création des champs à afficher à l'utilisateur
52     lbl_pr_dialog=_("Ponctual␣receiver␣name")
53     choices={lbl_pr_dialog : sorted_pr_labels}
54     #Affichage de la fenêtre de dialogue
55     user_choice=ui.application.getuserinput("Normalisation␣tool", "Please␣choose␣the␣
        reference␣data.", choices)
56     #Si l'utilisateur a validé
57     if user_choice[0]:
58         #Lecture du libellé du récepteur de référence
59         pr_reference=user_choice[1][lbl_pr_dialog]
60         sub_by=global_dict[pr_reference]
61         ##
62         #Création de l'objet d'écriture du format de grille de données. Le nombre de
        colonnes correspond au nombre de récepteurs ponctuels et une colonne de
        libellé
63         out_grid=ls.Gabe_rw(len(global_dict.keys()+1)
64         #Création d'un vecteur de chaîne de caractères
65         labels_vector=ls.stringarray()
66         #Ajout d'une ligne
67         labels_vector.append(_("Global").encode("cp1252"))
68         #Ajout de la colonne de libellé
69         out_grid.AppendStrCol(labels_vector, "")
70         ##
71         #Calcul du facteur de normalisation pour chaque récepteur ponctuel
72         for pr_name in sorted_pr_labels:
73             #Ajout d'une colonne par récepteur
74             #Création d'un vecteur de nombre
75             spl_vector=ls.floatarray()
76             spl_vector.append(global_dict[pr_name]-sub_by)
77             #Ajout de la colonne
78             out_grid.AppendFloatCol(spl_vector, pr_name, 3)
79
80         #L'utilisateur ne pourra pas modifier la feuille de données
81         out_grid.SetReadOnly()
82         #Sauvegarde de la grille
83         out_grid.Save(save_as)
84         return True
85     return False

```

- Il faut ensuite déclarer la classe de gestion de cet outil. Cette classe gère l'ajout des options dans les menus et l'appel aux méthodes de post-traitement :

Listing 5.5 — Ajout d'options dans les menus

```

86 #Déclaration de la classe qui contiendra l'indice de l'outil de normalisation
87 class manager:
88     def __init__(self):
89         #On enregistre la méthode afin d'obtenir l'indice à ajouter au menu popup
90         self.MakeSPLNormalGridEventId=ui.application.register_event(self,
            OnMakeSPLNormalGrid)
91         #Cette méthode sera exécutée lors-ce que l'utilisateur clique bouton droit sur un
            dossier de résultat
92     def getmenu(self, typeel, idel, menu):
93         el=ui.element(idel)
94         infos=el.getinfos()
95         if infos["name"]=="Récepteurs_Ponctuels":
96             menu.insert(0,(_("Normalise␣SPL"), self.MakeSPLNormalGridEventId))

```

```
97         return True
98     else:
99         return False
100     def OnMakeSPLNormalGrid(self, idel):
101         grp=ui.e_file(idel)
102         if MakeSPLNormalGrid(idel,(grp.buildfullpath().decode('cp1252')+_("SPL_norm")
103             +".gabe").encode("cp1252")):
103             #rafraichie l'arbre de resultat
104             ui.application.sendevent(grp,ui.idevent.IDEVENT_RELOAD_FOLDER)
```

- La dernière commande ajoute ce gestionnaire à l'interface I-Simpa :

Listing 5.6 — *Ajout d'un gestionnaire à l'interface*

```
105 ui.application.register_menu_manager(ui.element_type.ELEMENT_TYPE_REPORT_FOLDER,
    manager())
```

5.4.1.2 Fichier `__ui_startup__.py`

- Dans le même dossier, créez un fichier nommé `__ui_startup__.py` ;
- Ajoutez la commande d'importation du nouveau module :

Listing 5.7 — *Importation d'un nouveau module*

```
1 import recp_res_norm
```

5.4.1.3 Exécution du script sous I-Simpa

- **Lancez** I-Simpa ;
- **Ouvrez** un projet contenant des résultats pour plusieurs récepteurs ponctuels ;
- **cliquez** avec le bouton droit sur un dossier contenant les sous-dossiers des récepteurs ponctuels puis **sélectionnez** le nouvel outil *Normalisation des niveaux sonores* ;

▣▣▣▣ *Un nouvel élément est créé dans le dossier.*

- **Double-cliquez** sur le fichier créé pour afficher les niveaux sonores normalisés.



Si le script a été créé pendant que I-Simpa était en fonctionnement, il faut fermer l'application, puis la relancer.

5.4.2 Intégration d'un nouveau code de calcul

L'intégration d'un code de calcul nécessite une version compilée du code en question. Ce programme doit être capable de lire les paramètres utilisateurs fourni par I-Simpa sous forme XML. Ce fichier XML indique le chemin du dossier de travail (où seront écrits les fichiers de résultats) ainsi que le modèle 3D de la scène. Pour la description des formats de fichier et de leur contenu, reportez vous à l'annexe H.

Pour visualiser et exécuter un nouveau code de calcul, il faut déclarer au préalable ce code au logiciel I-Simpa, en indiquant les paramètres utilisateurs propres au code de calcul.

5.4.2.1 Procédure générique d'exécution d'un code de calcul

La procédure de gestion du code de calcul lorsque l'utilisateur sélectionne **Exécuter le calcul** (menu contextuel associé à l'élément correspondant au code de calcul, dans l'onglet « Calcul »), est la suivante :

- I-Simpa crée un dossier daté dans le répertoire temporaire de l'application ;
- Si le code de calcul contient les paramètres du maillage `ELEMENT_TYPE_CORE_CORE_CONFMAILLAGE` alors le mailleur TetGen est exécuté avec ces paramètres ;
- I-Simpa enregistre ensuite le modèle 3D ainsi que le maillage tétraédrique sous le nom contenu dans l'élément du code de calcul par la propriété `modelName` et `tetrameshFileName`, respectivement ;
- I-Simpa convertit ensuite l'arbre de données de l'onglet « Scène » ainsi que le nœud du code de calcul de l'onglet « Calcul » en langage XML puis enregistre ce document dans le dossier daté créé ;
- Le code de calcul est exécuté avec, comme paramètre, le chemin et le nom du fichier XML de configuration ;
- La sortie du code de calcul est redirigée dans la console I-Simpa (pour l'affichage des messages issus du code de calcul). Les lignes dont le premier caractère est # correspondent à l'indication de la progression du calcul. Ce caractère doit être suivi d'un nombre à décimal entre 0. et 100. ;
- Lorsque l'exécution du code de calcul est terminée, l'arbre de résultats est actualisé afin d'afficher les fichiers compatibles avec I-Simpa et le système d'exploitation.

5.4.2.2 Fichiers d'échange

Les bibliothèques `libsimpa` (Python™) et `libinterface` (C++) permettent de manipuler ces formats de fichiers. Ces formats de fichier sont présentés à l'annexe H.

5.4.2.2.1 En entrée

- Fichier XML de configuration contenant uniquement les paramètres liés aux calculs de propagation ;
- Modèle 3D de la scène au format `.cbin` ;
- Maillage tétraédrique 3D de la scène au format `.mbin` si le code de calcul contient l'élément de configuration du mailleur ;

- Une copie du fichier XML du projet avant l'exécution du code de calcul nommé `projet_config.xml`.



Ce fichier peut évoluer sans être compatible avec les versions antérieures. Il est déconseillé d'utiliser ce fichier afin de lire les paramètres du calcul.

5.4.2.2.2 En sortie I-Simpa n'attend pas de hiérarchie spécifique dans le dossier de travail du code de calcul. Toutefois l'interface intègre différents scripts de post-traitement tel que l'édition de rapport de calcul. Il est donc préférable d'utiliser les paramètres XML du nœud configuration dans la dénomination des noms de dossier, tels que :

- `recepteurss_directory` ;
- `recepteurss_filename` ;
- `recepteurss_cut_filename` ;
- `particules_directory` ;
- `particules_filename` ;
- `receiversp_directory` ;
- `receiversp_filename` ;
- `receiversp_filename_adv` ;
- `cumul_filename`.
- Format générique de grille de données `.gabe` (*Generic Array Binary Exchange*) ;
- Niveaux sonores en temporel et en fréquentiel `.recp` (*ponctual receiver*) ;

► *Il s'agit d'un fichier au format `gabe`. À l'ouverture I-Simpa cumule et convertit en dB les niveaux sonores et génère un graphique de spectre ainsi qu'un échogramme.*

► *L'outil de post-traitement permettant le calcul des paramètres acoustiques est lié à cette extension.*

- Niveaux sonores « pondérés » par l'orientation d'un récepteur (« Niveau sonore avancé »), extension `.gap` (*Gabe Advanced Parameters*) ;

► *L'outil de post-traitement pour le calcul des paramètres acoustiques *LF*, *LFC* et *LG* est lié à cette extension.*

- Cartographie statique ou temporel des niveaux sonores, au format `.csbin` ;

► *Cette cartographie peut également être statique et contenir un *TR* ou un *EDT*.*

- Vecteur d'intensité au `.rpi` ;

► *Animation de vecteurs en fonction du temps, pour plusieurs points d'observation.*

5.4.2.3 Déclaration du code de calcul

- **Créez** un dossier du nom de votre code de calcul dans le dossier I-SIMPA/UserScript ;
- Dans ce dossier, **créez** un fichier nommé `__init__.py`
- Dans ce script Python™, il faut importer la librairie `uictrl` puis créer une classe dérivant de `ui.element` qui correspondra à l'élément du code de calcul dans l'arbre de calcul.

Listing 5.8 — Déclaration d'un code de calcul

```

1  # -*- coding: cp1252 -*-
2  import uictrl as ui
3
4  # Déclaration de la méthode de traduction en cas d'erreur d'import du dictionnaire
5  def _(msg):
6      return msg
7
8  try:
9      import uilocale
10     #Construction du chemin du script
11     ScriptFolder=ui.application.getapplicationpath()["userscript"+"user_core\\"
12     #Déclaration de la méthode de traduction
13     _=uilocale.InstallUiModule(ScriptFolder,ui.application.getlocale())
14 except:
15     #En cas d'erreur afficher l'erreur et continuer
16     import sys, traceback
17     print("Unable to import the language dictionary!")
18     traceback.print_exc(file=sys.stdout)
19
20
21 class user_core(ui.element):
22     """
23     Code de calcul utilisateur
24     """
25     def __init__(self,idel):
26         #Initialisation de l'élément
27         ui.element.__init__(self,idel)
28
29         if not self.hasproperty("exeName"): #La propriété n'existe pas s'il s'agit d'un
30             nouveau projet, elle existe si le projet est chargé
31             #Création des paramètres du maillage tetgen, ne pas le faire si le calcul n'a
32             pas besoin de maillage tétraédrique
33             self.appendfilsbytype(ui.element_type.ELEMENT_TYPE_CORE_CORE_CONFMAILLAGE)
34             #Ajout de la sélection des bandes de fréquences, ne pas le faire
35             si c'est inutile
36             self.appendfilsbytype(ui.element_type.ELEMENT_TYPE_CORE_CORE_BFREQSELECTION)
37             #Ajout du noeud de configuration, qui contient par défaut les
38             propriétés de pas de temps et de durée de simulation
39             coreconf=ui.element(self.appendfilsbytype(ui.element_type.
40                 ELEMENT_TYPE_CORE_CORE_CONFIG))
41             ###
42             #Ces propriétés sont nécessaire pour que I-SIMPA connaisse les
43             fichiers relatifs au code de calcul
44             #Nom et format du modèle 3D
45             ui.element(self.appendpropertytext("modelName","", "mesh.cbini", True, True)).
46                 hide()
47             #Nom du maillage tétraédrique
48             ui.element(self.appendpropertytext("tetrameshFileName","", "tetramesh.mbin",
49                 True, True)).hide()
50             #Nom et type (exe,py ou pyc) du fichier exécutable
51             ui.element(self.appendpropertytext("exeName","", "user_core.exe")).hide()
52             ui.element(self.appendpropertytext("corePath","", "usercore\\")).hide()
53
54             #Création des paramètres de calculs
55             coreconf.appendpropertylist("solver_mode",_("Mode de calcul"),[["Temporel"
56                 ,_("Stationnaire")],[0,1]],0,False,1,True)
57
58     else:
59         #Chargement d'un projet existant
60         pass
61     def gettreelabel(self):
62         """
63         Retourne le libellé visible dans l'arbre
64         """
65         return "Code de calcul utilisateur"
66     def geticonid(self,state_open):
67         """
68         Retourne l'indice de l'icone de l'élément en fonction de son état

```

```
59         """
60         if state_open:
61             return ui.graph.GRAPH_FOLDER_OPEN
62         else:
63             return ui.graph.GRAPH_FOLDER
64     ###
65     # Cette méthode est appelé par I-SIMPA lors-ce qu'un sous élément du code de calcul
66     # est modifié
67     # Certains paramètres sont liés entres eux, cette méthode permet de modifier l'accès
68     # de modification selon l'état de la méthode de calcul
69     def modified(self, idelmodified):
70         #Le mode de calcul stationnaire n'a pas besoin des paramètres de pas de temps ni
71         # de durée
72         if ui.element(idelmodified).getinfos()["name"]=="solver_mode":
73             #le mode de calcul a été modifié par l'utilisateur
74             elconf=ui.element(self.getelementbytype(ui.element_type.
75                 ELEMENT_TYPE_CORE_CORE_CONFIG))
76             is_temporel=(elconf.getlistconfig("solver_mode")==0)
77             elconf.setreadonlyconfig("duree_simulation",not is_temporel)
78             elconf.setreadonlyconfig("pasdetemps",not is_temporel)
79             ui.element.modified(self, idelmodified)
```


Paramètres acoustiques calculés par I-Simpa

A.1 Introduction et notations

La qualité acoustique d'un environnement, notamment en acoustique des salles, peut être jugée à partir d'un certain nombre de paramètres acoustiques objectifs. La plupart du temps, ces paramètres sont obtenus à partir de la connaissance de la pression acoustique instantanée de la Réponse Impulsionnelle, notée $p(t)$, mesurée ou calculée en un point récepteur du domaine de propagation. La plupart des paramètres présentés ci-dessous sont proposés par la norme NF EN ISO 3382-1 (NF EN ISO 3382-1 :2010).

A.2 Critères de niveau sonore

A.2.1 Niveau de pression acoustique L_{SPL}

Le **Niveau de pression acoustique** L_{SPL} (en dB) exprime l'énergie de la RI (pression acoustique quadratique), sous forme intégrée (niveau sonore en régime stationnaire) :

$$L_{SPL} = 10 \log \frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{p_0^2} \quad (\text{A.1})$$

ou, en fonction du temps :

$$L_{SPL}(t) = 10 \log \frac{p^2(t)}{p_0^2}, \quad (\text{A.2})$$

où $p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa désigne la pression acoustique de référence.

A.2.2 Force sonore G (source unique)

La **Force** (*Strength*), notée G (en dB), est le rapport logarithmique de l'énergie acoustique de la RI obtenue au point de mesurage, à celle égale à une distance de 10 m de la source sonore (NF EN ISO 3382-1 :2010) :

$$G = 10 \log \frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_{10m}^2(t) dt}, \quad (\text{A.3})$$

où $p_{10m}^2(t)$ est la pression acoustique instantanée de la réponse impulsionnelle obtenue au point de mesurage.

A.2.3 Force sonore G (sources multiples)

En présence simultanée de plusieurs sources sonores, la relation précédente peut être généralisée :

$$\begin{aligned} G &= 10 \log \sum_{s=1}^{N_s} \frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_{s,10m}^2(t) dt} \\ &= 10 \log \sum_{s=1}^{N_s} 10^{G_n/10}, \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

s désignant le numéro de la source et N_s le nombre de sources.

A.3 Impression de réverbération

A.3.1 Durée de réverbération T

La **Durée de réverbération**, noté T (en s), s'obtient à partir de la pente de la décroissance d (ou taux de décroissance, en dB/s) de l'énergie sonore, entre les points situés à 5 dB et $5 + L$ dB sous le régime stationnaire (NF EN ISO 3382-1 :2010). La valeur de L

est classiquement choisie à 30 (T_{30} ou T_{30} ou TR_{30} ou RT_{30}) et 15 (T_{15} ou T_{15} ou T_{15} ou RT_{15}). Cette valeur L est paramétrable sous I-Simpa.

La pente de la décroissance d (ou taux de décroissance) est déterminée par régression linéaire sur la courbe de décroissance rétrograde de la RI quadratique :

$$E(t) = \int_t^{\infty} p^2(\tau) d\tau. \quad (\text{A.5})$$

La durée de réverbération T s'obtient alors par la relation suivante (en s) :

$$T = \frac{60}{d}. \quad (\text{A.6})$$

A.3.2 Durée de réverbération précoce EDT

La **Durée de réverbération précoce**, noté EDT (en s), s'obtient, comme la durée de réverbération classique, en calculant la pente de la courbe de décroissance rétrograde de la RI quadratique, mais correspondant cette fois aux 10 premiers décibels de la décroissance sous le régime stationnaire (entre 0 et 10 dB).

A.4 Critères de clarté

A.4.1 Clarté C

La **Clarté C** (*clarity*) s'obtient en calculant le rapport de l'énergie précoce (sur l'intervalle de temps $[0, t_e]$) et l'énergie tardive (sur l'intervalle de temps $[t_e, \infty]$). Le temps t_e est défini comme la limite temporelle précoce, classiquement choisie à 50 ms (C_{50}) ou 80 ms (C_{80}) (NF EN ISO 3382-1 :2010) :

$$C_{t_e} = 10 \log \frac{\int_0^{t_e} p^2(t) dt}{\int_{t_e}^{\infty} p^2(t) dt}. \quad (\text{A.7})$$

Dans I-Simpa, la valeur de la limite temporelle précoce est paramétrable.

A.4.2 Temps central t_s

Le **Temps central**, noté t_s en seconde, est le centre de gravité de la RI quadratique (NF EN ISO 3382-1 :2010) :

$$t_s = \frac{\int_0^{\infty} t \times p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}. \quad (\text{A.8})$$

Si le temps t s'exprime ms, alors le temps central t_s s'exprime également en ms.

A.4.3 Définition D

La **Définition**, notée D (en %), est le rapport de l'énergie précoce (sur l'intervalle de temps $[0, t_e]$) sur l'énergie totale (NF EN ISO 3382-1 :2010) :

$$D = 100 \times \frac{\int_0^{t_e} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}. \quad (\text{A.9})$$

La **Définition D** peut être obtenue directement à partir de la **Clarté** (pour une limite temporelle t_e) :

$$C_{t_e} = 10 \log \left(\frac{D_{t_e}}{1 - D_{t_e}} \right). \quad (\text{A.10})$$

La valeur de t_e est choisie classiquement à 50 ms (D_{50}).

A.5 Critères de spatialisation

A.5.1 Largeur de source apparente (ASW)

A.5.1.1 Fraction d'énergie latérale précoce LF

La **Fraction d'énergie latérale précoce** notée LF (en %) ou J_{LF} (en linéaire) s'obtient en prenant en compte l'orientation du point d'observation par rapport à la position de la source :

$$LF = 100 \times J_{LF} = 100 \times \frac{\int_0^{t_e} |\cos \theta|^2 \times p^2(t) dt}{\int_0^{t_e} |\cos \theta| \times p^2(t) dt}, \quad (\text{A.11})$$

où θ désigne l'angle entre l'axe passant normalement entre les deux oreilles d'un auditeur (perpendiculaire à l'orientation du récepteur) et l'axe source-récepteur. La valeur de t_e est choisie normalement à 80 ms (LF_{80}) mais est paramétrable sous I-Simpa. Le point récepteur est normalement orienté vers le centre de la scène ou vers chaque position de source, de sorte que ce critère favorise avant tout l'énergie acoustique en provenance des directions latérales.

A.5.1.2 Fraction d'énergie latérale LFC

Une pondération de l'énergie avec le cosinus de l'angle, au lieu de carré du cosinus (LF) est considérée subjectivement plus pertinente (NF EN ISO 3382-1 :2010). On définit alors également la **Fraction d'énergie latérale précoce** notée LF (en %) ou J_{LF} (en linéaire) par la relation suivante :

$$LFC = 100 \times J_{LFC} = 100 \times \frac{\int_0^{t_e} |\cos \theta| \times p^2(t) dt}{\int_0^{t_e} |\cos \theta| \times p^2(t) dt}, \quad (\text{A.12})$$

La valeur de t_e est choisie normalement à 80 ms (LFC_{80}) mais est paramétrable sous I-Simpa.

Comme pour le LF , le point récepteur est normalement orienté vers le centre de la scène ou vers chaque position de source, de sorte que ce critère favorise avant tout l'énergie acoustique en provenance des directions latérales.

A.5.2 Enveloppement de l'auditeur (LEV)

A.5.2.1 Niveau sonore latérale tardif

En complément, on définit le **niveau sonore de l'énergie latérale tardive**, notée L_J ou LG en dB, en « combinant » la **Force sonore** G et la **Fraction d'énergie latérale précoce** LF (NF EN ISO 3382-1 :2010) :

$$L_J = 10 \log \frac{\int_{t_e}^{\infty} |\cos^2 \theta| \times p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_{10m}^2(t) dt}. \quad (\text{A.13})$$

Comme pour le LF et le LFC , le point récepteur est normalement orienté vers le centre de la scène ou vers chaque position de source, de sorte que ce critère favorise avant tout l'énergie acoustique en provenance des directions latérales.

A.6 Critères de scène

A.6.1 Support précoce $ST_{\text{Précoce}}$

Le **Support précoce** noté $ST_{\text{Précoce}}$ (en dB) est le rapport de l'énergie réfléchiée dans la 0.1 s (100 ms) initiale au son direct (y compris la réflexion du sol) mesurée à une distance de 1 m du centre acoustique d'une source sonore omnidirectionnelle, les autres surfaces et objets réfléchissants étant situés à plus de 2 m de la position du point d'observation.

$$ST_{\text{Précoce}} = 10 \log \frac{\int_0^{0.100} p^2(t) dt}{\int_0^{0.010} p^2(t) dt} \quad (\text{A.14})$$

A.7 Valeurs moyennées en fréquence et valeurs globales

Un moyennage spécifique est requis par la norme NF EN ISO 3382-1 (NF EN ISO 3382-1 :2010) en fonction de la nature des paramètres acoustiques : ce moyennage est :

- soit **linéaire** (moyenne arithmétique des paramètres obtenus pour chaque fréquence) :

$$\overline{\text{Paramètre}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \text{Paramètre}; \quad (\text{A.15})$$

Paramètres concernés : G , T , EDT , C , D , t_s , LF , LFC ;

- soit **en énergie** (moyenne énergétique des paramètres) :

$$\overline{\text{Paramètre}} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\text{Paramètre}/10} \right). \quad (\text{A.16})$$

Paramètre concerné : L_J ;

Les bandes de fréquence considérées dans la norme de référence NF EN ISO 3382-1 (NF EN ISO 3382-1 :2010) sont normalement les bandes d'octave suivantes :

- 500 Hz à 1000 Hz pour G , T , EDT , C , D , t_s ;
- 125 Hz à 1000 Hz pour LF , LFC , L_J .

En complément, les paramètres acoustiques peuvent également être calculés à partir de la connaissance de pression acoustique instantanée de la Réponse Impulsionnelle en valeur globale (et non plus en bande de fréquence). Il faut donc bien distinguer les deux cas de figure : valeur moyenne d'un paramètre acoustique (selon la norme) ou valeur globale d'un paramètre acoustique.

A.8 Valeurs recommandées

Le tableau A.1 de la norme NF EN ISO 3382-1 propose des valeurs conseillées pour la plupart de ces paramètres acoustiques, pour des salles de concert et des salles polyvalentes inoccupées jusqu'à 25000 m³ :

Table A.1 — Valeurs recommandées de certains paramètres acoustiques. D'après le tableau A.1 de la norme NF EN ISO 3382-1.

Paramètres	Moyennage en fréquence	Plage type
G	500 à 1000 Hz	-2 à +10 dB
EDT	500 à 1000 Hz	1 à 3 s
$C80$	500 à 1000 Hz	-5 à +5 dB
$D50$	500 à 1000 Hz	30 à 70%
t_s	500 à 1000 Hz	60 à 260 ms
LF ou LFC	125 à 1000 Hz	5 à 35%
L_J	125 à 1000 Hz	-14 à +1 dB

Messages d'erreur et d'avertissement

Seuls sont présentés ici les messages et avertissements générés par I-Simpa. Pour les messages et avertissements issus du mailleur TetGen et des codes de calcul utilisés, reportez-vous à la documentation correspondante.

B.1 Messages d'erreur

Message d'erreur	Description	Résolution
Impossible de lire l'icône d'I-SIMPA.	Le fichier <code>isimpa.ico</code> ne peut être lû	Réinstaller I-Simpa
L'exportation du maillage de la scène n'a pu se faire.	I-Simpa n'a pas pu sauvegarder le fichier de maillage sur le disque	Vérifiez que le disque dur ne soit pas plein et que l'utilisateur a les droit d'accès sur <code>%APPDATA%</code> .
Le fichier de résultat suivant n'existe pas : \n%s	I-Simpa n'a pas pu lire le fichier contenant l'échogramme d'un récepteur ponctuel. Il ne peut donc pas effectuer le calcul des paramètres acoustiques.	Le fichier de résultat de la propagation est peut être corrompu ou supprimé. Actualiser l'arbre de résultat puis effectuez de nouveau le calcul.
La méthode implémentée en Python contient une erreur.	Un objet implémenté en Python surchargeant la classe Élément d'I-Simpa a généré une erreur	Analysez le message d'erreur dans l'onglet Python de l'interface, corrigez le code source correspondant, redémarrez I-Simpa
Espace mémoire insuffisant, ce fichier de particule nécessite au moins %u Mo de mémoire et il n'y a que %u Mo de disponible.	Le fichier de particules est trop volumineux pour être chargé en mémoire.	Effectuez de nouveau le calcul en diminuant le nombre de particules/rayons à sauvegarder et/ou en diminuant le nombre de pas de temps.
Le fichier de particule suivant n'existe pas ! \n %s	Le fichier de résultat n'existe plus ou est corrompu.	Le fichier de résultat de la propagation est peut être corrompu ou supprimé. Actualisez l'arbre de résultat puis effectuez de nouveau le calcul.
Erreur inconnue dans la lecture du fichier de particules.	Le fichier de résultat est corrompu.	Le fichier de résultat de la propagation est corrompu ou n'est pas compatible avec la version d'I-Simpa. Actualisez l'arbre de résultat puis effectuez de nouveau le calcul.
Cette zone ne correspond pas à un récepteur de surface.	Vous avez cliqué sur une surface qui ne correspond pas à une cartographie sonore.	Vérifiez qu'un fichier de récepteur surfacique ou de coupe est chargé en mémoire et que la surface correspond bien à une cartographie et non à une surface du modèle 3D.
Votre carte graphique ne supporte pas les textures dont le format n'est pas une puissance de 2. La texture suivante n'est pas importée: \n%s	Votre matériel supporte uniquement les textures dont la taille (hauteur et largeur) est une puissance de 2. Ce message d'erreur n'a aucun impact sur les calculs, le problème est purement visuel.	Mettez à jour OpenGL, changez de carte graphique ou modifiez les textures du modèle 3D.
La texture suivante n'est pas importée car la largeur et la hauteur ne sont pas égales: \n%s	Votre matériel supporte uniquement les textures dont la taille (hauteur et largeur) est une puissance de 2. Ce message d'erreur n'a aucun impact sur les calculs, le problème est purement visuel.	Mettez à jour OpenGL, changez de carte graphique ou modifiez les textures du modèle 3D
Certains paramètres sont de types incorrects. Les valeurs et les indices doivent être des chaînes de caractères.	Vous avez appelé <code>Application::SendEvent</code> . Toutefois l'argument contenant les paramètres de l'événement est incorrect.	Analysez le message d'erreur dans l'onglet Python de l'interface, corrigez le code source correspondant, redémarrez I-Simpa
Error during call of Python script on element update.	Une méthode Python est liée à l'événement de mise à jour d'un élément. Toutefois la méthode Python appelée a levé une erreur.	Analysez le message d'erreur dans l'onglet Python de l'interface, corrigez le code source correspondant, redémarrez I-Simpa
Error during call of Python script on element append child.	Une méthode Python est liée à l'événement de mise à jour d'un élément. Toutefois la méthode Python appelée a levé une erreur.	Analysez le message d'erreur dans l'onglet Python de l'interface, corrigez le code source correspondant, redémarrez I-Simpa
Suite page suivante...		

Message d'erreur	Description	Résolution
Suite de la page précédente...		
Impossible d'initialiser l'élément Python utilisateur %s du module %s.	Un objet implémenté en Python a généré une erreur	Analysez le message d'erreur dans l'onglet Python de l'interface, corrigez le code source correspondant, redémarrez I-Simpa
Le matériau du groupe de surface %s n'a pas été renseigné, un matériau aléatoire sera choisi par défaut!	Un groupe de surfaces est lié à un matériau qui a été supprimé par l'utilisateur.	Affectez un nouveau matériau au groupe de surface correspondant
Image non valide, exportation annulée.	L'image générée par I-Simpa n'est pas valide et ne peut donc être sauvegardée.	Réinstaller I-Simpa
Pour exécuter un code de calcul vous devez au moins créer une source sonore!	Le calcul ne peut être exécuté que si au moins une source est placée dans la scène.	Ajoutez une source dans la scène
Votre modèle ne comporte aucune face. Veuillez créer ou importer une scène.	Le calcul ne peut être exécuté que si au moins une face compose le modèle	Chargez un modèle 3D.
Pour exécuter un code de calcul vous devez sélectionner au moins une bande de fréquence!	Le calcul ne peut être exécuté que si au moins une fréquence est sélectionnée	Sélectionnez une fréquence.
L'exécutable de calcul est introuvable.	Le code de calcul n'existe pas.	Réinstallez I-Simpa ou les fichiers du code de calcul incriminé
Impossible d'exécuter le code de calcul sans un maillage de la scène.	Le maillage de la scène a échoué	Lire le message d'erreur propre au code de discrétisation spatiale.
Ce fichier n'existe pas.	Le fichier n'existe pas.	Actualiser l'arbre de résultat puis effectuez de nouveau le calcul.
Fichier XML du projet endommagé, impossible de charger le projet.	Le fichier de projet d'I-Simpa est endommagé.	Ouvrez le fichier projet_config.xml avec un éditeur XML et corrigez les erreurs. Sinon le projet est perdu.
Modèle non existant!	Le modèle 3D du projet n'existe pas.	Créez un nouveau projet puis chargez de nouveau le projet. Vérifiez l'espace disque disponible et les droits d'accès au dossier %APPDATA%.
Impossible de fournir une scène au mailleur.	I-Simpa n'a pas pu sauvegarder le fichier du modèle 3D sur le disque	Vérifiez que le disque dur n'est pas plein et que l'utilisateur dispose des droits d'accès sur %APPDATA%..
Impossible de créer le fichier de contrainte.	I-Simpa n'a pas pu sauvegarder le fichier de contrainte de maillage sur le disque	Vérifiez que le disque dur n'est pas plein et que l'utilisateur dispose des droits d'accès sur %APPDATA%..
Vous devez effectuer un maillage avant d'exécuter cette opération.	I-Simpa a besoin d'informations volumétriques afin d'effectuer cette opération, mais cette information n'est pas disponible.	Exécuter l'aperçu du maillage de la scène.
Unable to solve the user's defined formula!	Vous avez entré une formule dans un champ attendant un nombre, mais Python a levé une erreur	Lire le message d'erreur dans l'onglet Python de l'interface. Changez le contenu de votre formule en prenant en compte le message d'erreur.
Impossible d'écrire un fichier avec cette destination!	I-Simpa ne peut enregistrer le fichier CSV.	Vérifiez que le disque de destination n'est pas plein et que vous avez les droits d'écriture.
La valeur epsilon doit être supérieure à 0 m.	La valeur de distance maximale d'association d'une surface à un ancien groupe est incorrecte.	Le valeur de distance maximale d'association d'une surface à un ancien groupe doit être supérieure à 0 mètre. Veuillez modifier cette valeur puis validez de nouveau.
Impossible de charger le récepteur surfacique de référence : \n%s	Le fichier n'existe pas.	Actualiser l'arbre de résultats puis effectuez de nouveau le calcul.
Fin du tableau		

B.2 Messages d'avertissement

Message d'erreur	Description	Résolution
Suite page suivante...		

Message d'erreur	Description	Résolution
Suite de la page précédente...		
Utilisation des paramètres utilisateurs !	Le champ paramètre utilisateur de TetGen a été spécifié	Il n'est pas conseillé de modifier ce champ car I-Simpa ne peut pas contrôler l'intégrité de ce paramètre.
Le format de l'icône %s n'est pas supporté !	Le format de l'icône associé à l'élément Python utilisateur n'est pas reconnu par I-Simpa	Seul les formats JPG, PNG, GIF et ICO sont reconnus par I-Simpa
Pour l'encombrement de scène nommé %s, veuillez définir le point au centre de l'encombrement.	L'encombrement vient d'être créé, toutefois le point définissant l'intérieur du volume doit être défini.	Si vous n'avez pas créé l'encombrement par l'intermédiaire d'un élément volume, alors il faut penser à définir le point au centre de l'encombrement.
La valeur de l'affaiblissement est incompatible avec celle de l'absorption. Le niveau d'affaiblissement a été fixé à %.2f dB afin de conserver votre facteur d'absorption à %.3f.	La valeur d'affaiblissement saisie dépasse le seuil autorisé par la valeur d'absorption.	La valeur de l'affaiblissement doit être telle que $10^{-(\text{affaiblissement}/10)} \leq \text{absorption}$
Fin du tableau		

Liste des normes de référence

C.1 ISO 9613-1

Référence officielle - Date de publication : ISO 9613-1 :1993 (1993-06-01)

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Acoustique. Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre. Partie 1 : calcul de l'absorption atmosphérique.

Titre anglais : Acoustics. Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 1 : calculation of the absorption of sound by the atmosphere.

Thème ICS : 17.140.01

C.2 NF ISO 639-1

Référence officielle - Date de publication : NF S31-133 (2011-02-01)

Indice de classement : S31-133

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Acoustique - Bruit dans l'environnement - Calcul de niveaux sonores

Titre anglais : Acoustics - Outdoor noise - Calculation of sound levels

Thème ICS : 17.140.30

C.3 ISO 9613-1 :1993

Référence officielle - Date de publication : NF ISO 639-1 (2003-02-01)

Indice de classement : X03-002-1

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Codes pour la représentation des noms de langue - Partie 1 : code alpha-2

Titre anglais : Codes for the representation of names of languages - Part 1 : Alpha-2 code

Thème ICS : 01.140.20

C.4 NF ISO 639-2

Référence officielle - Date de publication : NF ISO 639-2 (1999-12-01)

Indice de classement : X03-002-2

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Codes pour la représentation des noms de langue - Partie 2 : code alpha-3

Titre anglais : Codes for the representation of names of languages - Part 2 : alpha-3 code

Thème ICS : 01.020 ; 01.140.20

C.5 NF ISO 639-3

Référence officielle - Date de publication : NF ISO 639-3 (2007-04-01)

Indice de classement : X03-002-3

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Codes pour la représentation des noms de langues - Partie 3 : code alpha-3 pour un traitement exhaustif des langues

Titre anglais : Codes for the representation of names of languages - Part 3 : alpha-3 code for comprehensive coverage of languages

Thème ICS : 01.140.20

C.6 NF ISO 639-4

Référence officielle - Date de publication : NF ISO 639-4 (2010-09-01)

Indice de classement : X03-002-4

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Codes pour la représentation des noms de langue - Partie 4 : principes généraux pour le codage de la représentation des noms de langue et d'entités connexes, et lignes directrices pour la mise en oeuvre

Titre anglais : Codes for the representation of names of languages - Part 4 : general principles of coding of the representation of names of languages and related entities, and application guidelines

Thème ICS : 01.140.20

C.7 NF ISO 639-5

Référence officielle - Date de publication : NF ISO 639-5 (2008-07-01)

Indice de classement : X03-002-5

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Codes pour la représentation des noms de langue - Partie 5 : code alpha-3 pour les familles de langues et groupes de langues

Titre anglais : Codes for the representation of names of languages - Part 5 : Alpha-3 code for language families and groups

Thème ICS : 01.140.20

C.8 NF ISO 639-6

Référence officielle - Date de publication : NF ISO 639-6 (2010-01-01)

Indice de classement : X03-002-6

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Codes pour la représentation des noms de langues - Partie 6 : code alpha-4 pour un traitement exhaustif des variantes linguistiques

Titre anglais : Codes for the representation of names of languages - Part 6 : alpha-4 code for comprehensive coverage of language variants

Thème ICS : 01.140.20

C.9 NF EN ISO 3382-1

Référence officielle - Date de publication : NF EN ISO 3382-1 (2010-09-01)

Indice de classement : S31-012-1

Type de document : ST (NORME)

Titre français : Acoustique - Mesurage des paramètres acoustiques des salles - Partie 1 : salles de spectacles

Titre anglais : Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 1 : performance spaces

Thème ICS : 91.120.20

Personnalisation des icônes

Cette annexe détaille la procédure permettant de personnaliser les icônes utilisés par l'interface I-Simpa.

D.1 Procédure

D.1.1 Format des images

- Les images doivent être enregistrées au format png, ico (format Microsoft Windows) ou gif ;
- Les icônes sont localisés dans le repertoire Bitmaps du répertoire d'installation de I-Simpa ;
- Le premier mot du fichier rappelle la catégorie de l'icône (cf. description ci-après) ;
- La taille des icônes est actuellement de 16×16 pixels ; toutefois les images peuvent être de taille différente, avec un n'importe quel rapport hauteur/largeur. Les « standards Windows » sont toutefois : 16×16, 32×32, 48×48, 256×256 ;
- Une même catégorie d'icônes doit avoir avec le même rapport hauteur/largeur ;
- Il n'est pas nécessaire de sauvegarder les images dans des résolutions plus basses car le système redimensionne automatiquement les icônes selon les besoins ;
- A chaque création d'un nouvel icône, il suffit de remplacer le fichier correspondant dans le répertoire d'installation des icônes, puis de relancer l'interface, pour visualiser le résultat final.

D.1.2 Objectif

Ces icônes doivent aider l'utilisateur à identifier la fonction sans avoir nécessairement recours à la description longue. Dans la mesure du possible, il faut essayer de rester homogène entre les icônes d'un même type d'objet. Par exemple, l'icône représentant un récepteur ponctuel (cf. description dans le tableau ci-après) pourra être rappelé dans le dossier regroupant plusieurs récepteurs ponctuels.

D.1.3 Catégories des icônes

Il existe 3 catégories d'icônes :

1. les icônes des arbres de l'arborescence (Contrôle « TreeView »). Il existe deux arbres d'arborescence : Projet et Option de l'interface ;
2. les icônes des menus « Popup » (accessibles en cliquant sur le bouton droit de la souris sur un objet de la première catégories) ;
3. les icônes associé aux barres d'outils, de type « Toolbar ».

D.1.4 Descriptif des objets de type

« TreeView »

Ces arbres permettent de définir les propriétés et attributs d'un grand nombre d'objets :

- du modèle de la scène 3D (onglet « Scène ») répartis dans 2 dossiers Données et Projet ;
- des codes de calculs (onglet « Calcul ») ;
- des résultats (onglets « Résultats ») ;

- du rendu 3D (accessible en allant dans le menu Outils/Options).

D.2 Description des icônes

D.2.1 Icônes des arborescences « TreeView »

Les icônes de type **Dossier** possèdent deux états, donc deux images distinctes (ouvert (*open*) et fermé (*close*)). Pour différencier les deux états, il faut ajouter `_open` ou `_close` à la fin du nom du fichier correspondant à l'icône associé. Il n'est toutefois pas toujours utile de disposer de deux icônes différents pour représenter un dossier ouvert ou fermé (par contre il faut systématiquement deux fichiers différents).

Nom du fichier (partiel)	Type	Fonction	Existant	Commentaires
tree_fittings	Dossier	Groupe contenant tout les Encombresments définis par l'utilisateur		Voir <i>commentaire</i> ci-dessous
tree_fitting	Dossier	Encombrement		Un Encombrement est un volume composé de multiples obstacles. En pratique cela permet par exemple de définir un groupement d'obstacles tel qu'un ensemble de chaises dans une salle, un ensemble de caisses dans un local industriel...
tree_punctual_receivers	Dossier	Groupe de Récepteurs ponctuels (Utilisateur)		Voir le <i>commentaire</i> ci-dessous
tree_punctual_receiver	Dossier	Récepteur ponctuel		Un Récepteur ponctuel définit un point d'observation du domaine, pour lequel sont calculés différents paramètres acoustique. Un groupe de Récepteurs ponctuels peut contenir d'autres groupes de Récepteurs ponctuels . En pratique cela correspond en quelques sortes à un microphone de mesure, et peut donc être représenté par un microphone.
tree_surface_receivers	Dossier	Groupe contenant les Récepteurs de surface		Voir le <i>commentaire</i> ci-dessous
tree_surface_receiver	Dossier	Récepteur de surface		Un Récepteur de surface permet de définir une surface pour laquelle une carte de bruit sera générée. La représentation sous forme d'un icône peut intégrer un dégradé de couleur (i.e. représentant une carte de bruit).

Suite page suivante

Nom	Type	Fonction	Existant	Commentaires
				Suite...
tree_sound_sources	Dossier	Groupe contenant les Sources sonores		Voir le commentaire ci-dessous. Un groupe de Sources sonores peut contenir d'autres groupes
tree_sound_source	Dossier	Source sonore		Une Source sonore peut être représentée par un objet qui rayonne (i.e. émettant une onde, une vibration...)
tree_surfaces	Dossier	Dossier contenant les groupes de Surfaces du modèle géométrique 3D		Le modèle géométrique 3D est constitué par un ensemble de Surfaces . Pour des raisons pratiques, ces Surfaces peuvent être regroupées dans des groupes
tree_volumes	Dossier	Groupe contenant les Volumes de propagation		Voir le commentaire ci-dessous
tree_volume	Dossier	Volume		Le modèle géométrique peut être constitué de plusieurs zones de propagation, appelés Volumes . La représentation d'un Volume peut être symbolisée par un volume donné dans une géométrie 3D filaire
tree_project	Dossier	Dossier racine (Projet) concernant les données du Projet		Contient les paramètres globaux du Projet , à savoir les groupes Affichage , Bases de données , et les éléments Configurations , Environnements et Informations
tree_data	Dossier	Dossier racine (Données ou Data) de l'arbre pour la configuration de la scène		Contient tous les groupes/éléments de Volume , Encombrement , Surfaces , Sources sonores , Récepteurs ponctuels , Récepteurs de surface
tree_database	Dossier	Dossier contenant les bases de données Matériaux et Spectres du projet		Dossier contenant des groupes de Matériaux et les groupes de Spectres
tree_user_materials	Dossier	Dossier contenant des Matériaux en lecture/écriture défini par l'utilisateur : Matériaux Utilisateurs		Groupes de Matériaux définis par l'utilisateur

Suite page suivante

Nom	Type	Fonction	Existant	Commentaires
				Suite...
tree_application_materials	Dossier	Dossier contenant les Matériaux en lecture seule : Matériaux de Références		Groupes de Matériaux intégrés dans l'interface (non-modifiables par l'utilisateur)
tree_material	Dossier	Dossier contenant les propriétés des Matériaux		Dossier contenant les propriétés des Matériaux (éléments Affichage , Description et Spectre)
tree_user_spectrums	Dossier	Dossier contenant les Spectres en lecture/écriture définis par l'utilisateur : Spectres Utilisateurs		Groupes de Spectres définis par l'utilisateur
tree_application_spectrums	Dossier	Dossier contenant les Spectres en lecture seule : Spectres de Référence		Groupes de Spectres de Référence intégrés dans l'interface (non-modifiables par l'utilisateur)
tree_cores	Dossier	Dossier racine contenant tous les Codes de calcul installés dans l'interface I-Simpa		Ce dossier n'est pas visible dans la version actuelle, mais sera présent la prochaine version de l'interface. Ce dossier contient tous les Codes de calcul installés dans l'interface I-Simpa.
tree_sppscore	Dossier	Code de calcul basé sur le lancer de particules (code SPPS)		Ce Code de calcul est basé sur le suivi de particules sonores dans la scène afin de modéliser la propagation acoustique. Il peut être représenté par exemple par un ensemble de balles/billes se propageant dans une scène 3D.
tree_standartcore	Dossier	Code de calcul basé sur la théorie de la réverbération (code Théorie classique)		Ce Code de calcul utilise des relations mathématiques simples (théorie de la réverbération ou théorie de Sabine) pour calculer les différents paramètres acoustiques de la scène. L'icône peut faire référence au nom de l'acousticien qui a développé cette théorie (W.C. Sabine)
				Suite page suivante

Nom	Type	Fonction	Existant	Commentaires
				Suite...
tree_disk_folder	Dossier	Représente un Dossier sur le disque dur		<i>Un certain nombre de données (comme les résultats du calcul) est stocké sur le disque-dur de l'ordinateur, à l'intérieur de Dossiers. Peut être représenté en utilisant les icônes classiques de représentation des Dossiers Windows (visible depuis un Explorateur)</i>
tree_rendering_folder	Dossier	Dossier regroupant les attributs de rendu 3D de la scène		<i>Ce Dossier contient toutes les attributs concernant le rendu 3D de la scène</i>
tree_root_materials	Dossier	Dossier racine des Matériaux		<i>Ce groupe contient les deux Dossiers Matériaux de Référence et Utilisateur</i>
tree_root_spectrums	Dossier	Dossier racine des Spectres		<i>Ce groupe contient les deux Dossiers Spectres Sonores de Référence et Utilisateur</i>
tree_origin	Élément	Cet élément permet de définir les attributs graphiques du Repère du modèle 3D		<i>Définition des attributs graphiques du Repère, des flèches du repère et des plans de référence</i>
tree_project_author	Élément	Cet élément contient la Configuration générale du projet		<i>Propriétés de Configuration : Auteur, Nom du projet, Date de création, Commentaires</i>
tree_environment	Élément	Cet élément contient les conditions atmosphériques du milieu de propagation (Environnement)		<i>Propriétés d'Environnement : Température, Humidité relative, Pression atmosphérique</i>
tree_information	Élément	Données en lecture seule contenant des Informations de la scène		<i>Contient un résumé de la scène (nombre de faces, nombres sources, nombre d'encombrements...). Peut être représenté par un un symbole d'information</i>
tree_disk_default_file	Élément	Représente un Fichier sur le disque dur inconnu par le logiciel et par le système d'exploitation		<i>Dans de rares cas, cet icône peut être utilisé pour représenter un Fichier dont l'extension n'est pas reconnue, ni par l'interface I-Simpa, ni par le système d'exploitation (OS). Généralement c'est le cas quand un Fichier est associé à un logiciel sous l'OS mais pas à une icône</i>

Suite page suivante

Nom	Type	Fonction	Existant	Commentaires Suite...
tree_disk_gabe	Élément	Représente un Fichier au format gabe contenant un tableau de données		<i>Les données issues du calcul sont stockées dans des Fichiers au format gabe. Les données correspondantes peuvent ensuite être affichées sous l'interface sous forme de feuilles de calcul (comme avec MS Excel)</i>
tree_disk_rs	Élément	Représente un Fichier contenant les données permettant d'afficher une carte de bruit animée		<i>Les données de ce Fichier permettent d'afficher une carte de bruit. Peut être représenté par un dégradé de couleur</i>
tree_disk_particle	Élément	Représente un Fichier contenant les coordonnées des particules sonores dans la scène (utilisation du code SPPS uniquement)		<i>Les données de ce Fichier permettent d'afficher un « nuage » de particules » dans la vue 3D</i>
tree_el_configuration	Élément	Propriétés des Codes de calcul		<i>Les Codes de calcul doivent être configurés avant leur exécution (paramètres et propriétés de calcul). L'icône associé peut être faire intervenir un engrenage (représentation classique dans certains logiciels)</i>
tree_el_3d_display	Élément	Élément de paramétrage du Rendu 3D ou Affichage d'un objet de la scène		<i>Il est possible de modifier les attributs graphiques (couleur d'affichage, affichage du libellé...) de certains objets de la scène 3D (volume, encombrement, sources sonores...). L'icône associé (commun à tous les objets concernés) doit faire référence à la notion de représentation 3D</i>
tree_el_position	Élément	Élément générique de paramétrage de la Position (x, y, z) de l'objet		<i>Certains objets (encombrements, sources sonores, récepteurs ponctuels...) nécessitent d'être positionnés exactement dans l'espace 3D en précisant les coordonnées (x, y, z). L'icône associé peut simplement faire référence à (x, y, z)</i>

Suite page suivante

Nom	Type	Fonction	Existant	Commentaires Suite...
tree_el_triangle	Élément	Surface élémentaire de la scène		<i>Le modèle géométrique est défini par un ensemble de Surfaces triangulaires. L'icône associé peut faire référence à une face triangulaire</i>
tree_spectrum	Élément	Élément générique pour représenter un Spectre sonore		<i>Certains objets (matériaux, sources...) nécessitent de définir des attributs de type Spectres sonores (ensemble de données par bande de fréquence). L'icône associé peut faire apparaître la symbolique d'un spectre sonore</i>
tree_tetmesh_parameters	Élément	Paramètre de Maillage d'un modèle		<i>Certains Codes de calcul nécessite de réaliser un Maillage. L'icône associé peut faire apparaître la symbolique d'un ensemble de mailles</i>
Fin du tableau				

D.2.2 Icônes de menu « Popup »

Les icônes des menus « Popup » sont accessibles par un clic droit de la souris sur les éléments ou dossiers de l'arborescence.

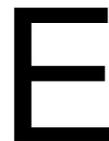
Nom du fichier	Fonction	Existant	Commentaires
popup_delete	Suppression d'un objet		
popup_new	Nouvel objet		<i>Ajout d'un nouvel objet. Il peut être possible de reprendre l'icône correspondant en y superposant un effet pour exprimer l'action d'ajout</i>
popup_show_property	Afficher les Propriétés		<i>Affiche les propriétés de l'élément sélectionné</i>
popup_copy	Copier les données		
popup_paste	Coller les données		
popup_launch_calculation	Exécuter le code de calcul		<i>Fonctionne uniquement sur un Dossier de type Code de calcul</i>
popup_rename	Renommer l'objet		<i>Il est possible de modifier le libellé de certains objets dans l'arbre</i>
			Fin du tableau

D.2.3 Icônes des barres d'outils « Toolbar »

Nom du fichier	Fonction	Existant	Commentaires
toolbar_newproject	Fichier : ferme le projet courant et en crée un nouveau		
toolbar_openproject	Fichier : ouvre un projet existant		
toolbar_saveproject	Fichier : sauvegarde le projet courant		
toolbar_saveprojectas	Fichier : sauvegarde le projet courant à une nouvelle location et/ou avec un nouveau nom		
toolbar_showfaceonly	Mode de vue de la scène : vue surfaces pleines		
toolbar_showsidesonly	Mode de vue de la scène : vue en fil de fer		<i>Il n'y a qu'un état possible</i>
toolbar_showfacewithsides	Mode de vue de la scène : combine les deux modes vue précédent : surfaces pleines et fil de fer		
toolbar_camera_movetoorigin	Mode de camera : ré-initialise la caméra 3D à sa position par défaut		
toolbar_camera_firstperson	Mode de camera : « première personne »		
toolbar_camera_rotation	Mode de camera : rotation		
toolbar_run_tetmesh	Maillage : exécute l'opération de maillage de la scène		<i>Génère un maillage</i>
toolbar_show_hide_tetmesh	Maillage : Affiche/-Cache le maillage		<i>Le même bouton permet d'afficher/cacher le maillage (s'il a été créé)</i>

Suite page suivante

Nom	Fonction	Existant	Commentaires Suite...
toolbar_animation_previousstep	Magnétophone : retour sur le pas de temps précédant de l'animation (mode pas à pas)		Les boutons « Magnétophones » permettent de faire défiler une animation. Ces boutons sont valides uniquement si les données en mémoire ont une dépendance temporelle : carte de bruit, suivi des particules sonores...
toolbar_animation_start	Magnétophone : joue l'animation (mode en boucle) depuis le pas de temps en cours		cf. commentaires ci-dessus
toolbar_animation_nextstep	Magnétophone : avance au pas de temps suivant de l'animation (mode pas à pas)		cf. commentaires ci-dessus
toolbar_animation_pause	Magnétophone : met en pause l'animation		cf. commentaires ci-dessus
toolbar_animation_stop	Magnétophone : stoppe l'animation et revient au premier pas de temps		cf. commentaires ci-dessus
toolbar_hideallanimations	Magnétophone : efface toutes les animations en mémoire		cf. commentaires ci-dessus
toolbar_tool_camera	Mode « caméra »		La souris dans la vue 3D commande la caméra
toolbar_tool_faceselection	Mode « sélection de faces »		La souris dans la vue 3D permet de sélectionner une face de la scène
toolbar_tool_extractlvl	Mode « extraction de données »		En cliquant dans la vue 3D sur un récepteur de surface, le niveau sonore est affiché dans la console
Fin du tableau			



Personnalisation des fichiers de langue

E.1 Principe

L'interface I-Simpa permet de choisir une langue d'utilisation. Par défaut, deux langues sont proposées, le français (fr) et l'anglais (en). Toutefois, l'utilisateur peut-être amené à utiliser sa propre traduction ou à modifier une traduction existante.

La gestion des langues est assurée par des fichiers de langue, installés dans plusieurs répertoires du répertoire d'installation (un répertoire par langue), dont le nom, composé de deux lettres, reprend l'abréviation standard pour la langue (d'après les normes ISO 639 (parties 1 à 6) [NFISO639-1 :2003,NFISO639-2 :1999,NFISO639-3 :2007,NFISO639-4 :2010,NFISO639-5 :2008,NFISO639-6 :2010]). On trouvera donc par défaut, les répertoires en et fr, respectivement pour le l'anglais et le français. Chaque répertoire de langue contient deux fichiers :

`internat.po` : fichier « catalogue » contenant la liste des termes génériques utilisés par l'interface, et pour lesquels il faut proposer ou modifier une traduction. Ce fichier vérifie le format de bibliothèque GNU d'internationalisation GNU `gettext` (<http://www.gnu.org/software/gettext/>);

`internat.mo` : version compilée du fichier précédent, utilisée par l'interface pour remplacer les termes génériques par leur traduction.

Localisation des répertoires de langue (en relatif par rapport à dossier d'installation de I-Simpa, par défaut : `C:\Program Files\I-SIMPA`) :

I-Simpa : à la racine du répertoire d'installation ;

Toolbox Python™ : dans le dossier `locale`
`C:\Program Files\I-SIMPA\UserScript\xxxx\locale`,

localisé dans le dossier `UserScript` (xxxx désignant le nom de la toolbox en question).

E.2 Proposer et installer sa propre traduction

L'utilisateur peut utiliser le logiciel Poedit (<http://www.poedit.net/index.php>) pour réaliser les traductions des fichiers d'extension `.po` et générer les fichiers compilés au format `.mo`. Ces deux fichiers doivent ensuite être placés dans un répertoire de langue (avec un nom de deux lettres reprenant l'abréviation de langue correspondante, respectant la norme NF ISO 639), dans le répertoire d'installation de I-Simpa (pour l'interface elle-même) et dans les dossiers `locale` des toolbox Python™.

Personnalisation des palettes de couleur

Pour la représentation des cartographies sonores, l'interface I-Simpa fait appel à des palettes de couleurs.

Ces palettes sont définies au format `gpl` () du logiciel GIMP¹ et localisées dans le répertoire `/Bitmaps/iso` du répertoire d'installation de I-Simpa.

Pour ajouter une nouvelle palette, il suffit d'installer le fichier d'extension `.gpl` correspondant.

¹<http://www.gimp.org/>

Toolbox Python™

G.1 Principe

Bien qu'un certain nombre de fonctionnalités soit déjà présentes en « standard » dans l'interface I-Simpa, l'utilisateur a la possibilité de développer ses propres fonctionnalités, aussi bien en ajoutant des fonctionnalités dans l'interface (définition d'actions *via* le bouton droit de la souris, pour ses propres applications tels que le traitement des résultats, exportation des données, listes de tâches...) qu'en ajoutant d'éléments dans les arbres (scène, calcul, résultat) de l'interface I-Simpa.

Deux familles de toolbox sont accessibles :

Toolboxes « standard » : ces toolbox sont livrées avec l'installation de l'interface I-Simpa et sont entièrement fonctionnelles ;

Toolboxes « utilisateur » : ces toolbox sont réalisés par des utilisateurs pour répondre à leur propre besoin. Sur le principe, ces toolbox sont également utilisables par d'autres utilisateurs.

G.2 Développement d'une toolbox

La bibliothèque LibSimpa a été spécialement développée à cet effet, et permet à l'utilisateur de créer ses propres scripts en langage Python™. La réalisation de scripts est détaillé dans la documentation « *I-Simpa Scripting Guide* », diffusée avec l'interface I-Simpa.

G.3 Installation d'une toolbox

À chaque démarrage de l'interface I-Simpa, le logiciel vérifie la présence de toolboxes dans le répertoire UserScript du répertoire d'installation de I-Simpa. Une toolbox prend la forme d'un répertoire User_tool (nom défini par l'utilisateur) contenant deux fichiers Python™ :

`--ui_startup__.py` : fichier d'initialisation, dont le nom n'est pas modifiable. Ce fichier ne contient qu'une seule ligne de commande, à savoir l'importation de la toolbox créée par l'utilisateur :

```
import User_tool
```

`--init__.py` : fichier contenant le script créé par l'utilisateur, et dont le nom n'est pas modifiable ;

à définir : d'un fichier de langue (*cf.* section E

G.4 Principe

L'interface I-Simpa permet de choisir une langue d'utilisation. Par défaut, deux langues sont proposées, le français (`fr`) et l'anglais (`en`). Toutefois, l'utilisateur peut-être amené à utiliser sa propre traduction ou à modifier une traduction existante.

La gestion des langues est assurée par des fichiers de langue, installés dans plusieurs répertoires du répertoire d'installation (un répertoire par langue), dont le nom, composé de deux lettres, reprend l'abréviation standard pour la langue (d'après les normes ISO 639 (parties 1 à 6) [NFISO639-1 :2003,NFISO639-2 :1999,NFISO639-3 :2007,NFISO639-4 :2010,NFISO639-5 :2008,NFISO639-6 :2010]). On trouvera donc par défaut, les

répertoires en et fr, respectivement pour le l'anglais et le français. Chaque répertoire de langue contient deux fichiers :

internat.po : fichier « catalogue » contenant la liste des termes génériques utilisés par l'interface, et pour lesquels il faut proposer ou modifier une traduction. Ce fichier vérifie le format de bibliothèque GNU d'internationalisation GNU gettext (<http://www.gnu.org/software/gettext/>);

internat.mo : version compilée du fichier précédant, utilisée par l'interface pour remplacer les termes génériques par leur traduction.

Localisation des répertoires de langue (en relatif par rapport à dossier d'installation de I-Simpa, par défaut : C:\Program Files\I-SIMPA) :

I-Simpa : à la racine du répertoire d'installation ;

Toolbox Python™ : dans le dossier locale C:\Program Files\I-SIMPA\UserScript\xxxx\locale, localisé dans le dossier UserScript (xxxx désignant le nom de la toolbox en question).

G.5 Proposer et installer sa propre traduction

L'utilisateur peut utiliser le logiciel Poedit (<http://www.poedit.net/index.php>) pour réaliser les traductions des fichiers d'extension .po et générer les fichiers compilés au format .mo. Ces deux fichiers doivent ensuite être placés dans un répertoire de langue (avec un nom de deux lettres reprenant l'abréviation de langue correspondante, respectant la norme NF ISO 639), dans le répertoire d'installation de I-Simpa (pour l'interface elle-même) et dans les dossiers locale des toolbox Python™.).

G.6 Toolboxes « standard »

G.6.1 job_tool

Description : Les fonctionnalités de cette toolbox sont activées lorsque l'utilisateur clique sur le bouton droit de la souris, sur un élément « Code de calcul » de l'onglet « Calcul ». Cette toolbox permet de gérer une liste de tâches : ajouter, effacer, exécuter et afficher une liste de tâches, ce qui permet notamment

à l'utilisateur de lancer une série de calculs ultérieurement. Chaque tâche prend en compte la configuration de la scène et les paramètres de calcul définis au moment de la sauvegarde du projet, et est associé au nom du fichier de sauvegarde.

G.6.2 recp_tool

Description : Cette toolbox permet de créer une grille de récepteurs dans un plan (avec des maillages différents dans chaque direction) et de manipuler les récepteurs d'un même groupe (orientation vers un point dans l'espace, translation, rotation).

G.6.3 source_tool

Description : Cette toolbox permet de créer une grille de sources sonores) et de manipuler les sources d'un même groupe (activer/désactiver, translation, rotation).

G.6.4 recp_res_tool

Description : Cette toolbox permet de fusionner au sein d'une même feuille de calcul, tous les résultats des paramètres acoustiques « standards ». La feuille de calcul résultante présente les résultats pour chaque indicateur acoustique dans un même onglet.

G.7 Toolboxes « utilisateur »

Aucune toolbox « utilisateur » n'est disponible à cette date.

Format des fichiers E/S I-Simpa

H.1 Principe

L'utilisation de l'interface I-Simpa pour faire fonctionner des codes de calcul « tiers », comme le code de lancer de particules SPPS (LCPC), nécessite que les échanges de données (entrées et sorties, *i.e.* E/S) respectent les formats de fichiers définis pour I-Simpa. La lecture et l'écriture de ces fichiers d'E/S sont facilitées par les bibliothèques suivantes :

- LibInterface en C++ ;
- LibSimpa en Python™.

Le lecteur pourra se reporter aux documentations correspondantes pour plus d'informations. La version actuelle des bibliothèques permet de lire/écrire les formats du tableau H.1 suivant, et détaillés ci-après. Tableau à modifier pour ne retenir que les types de fichiers, indépendamment du code de calcul.

H.2 Contenu et format du fichier de configuration

Le fichier XML de configuration du calcul (fichier `config.xml`) contient les informations nécessaires à l'exécution d'un calcul. Toutes les données sont de type `string`. Le fichier doit être créé conformément au standard *Extensible Markup Language* (XML) 1.0. L'organisation du fichier de configuration est au présenté au listing H.1).

```

configuration
├── paramètres de simulation
│   └── liste des fréquences de simulation
├── définition des conditions atmosphériques
├── définition des matériaux utilisés
├── définition des sources sonores
├── définition des récepteurs ponctuels
├── définition des récepteurs surfaciques
└── définition des encombrements
  
```

Figure H.1 — Contenu du fichier de configuration.

H.2.1 Élément <configuration/>

L'élément <configuration/> est la racine du document XML (listing H.2) :

- `workingdirectory` : chemin d'accès au dossier existant comportant les fichiers de modèle et de maillage ;

H.2.2 Élément <simulation/>

L'élément <simulation/> est propre au code de calcul utilisé, et contient les paramètres du calcul. Se reporter au code de calcul utilisé pour le détail.

H.2.3 Élément <freq_enum/>

L'élément <freq_enum/> liste les bandes de fréquence utilisées (ou non) pour le calcul. Pour les récepteurs surfaciques, le niveau sonore global est obtenu en considérant uniquement les bandes de fréquence retenues. La liste des fréquences est définie de la manière suivante (listing H.3) :

- `freq` : Centre de la bande de tiers d'octave ; fréquence en Hertz (entier en Hz) ;

Table H.1 — Extension et nature des fichiers d'entrée/sortie du code de calcul.

Extension	Type	Entrée/Sortie	Description	Détail
.xml	XML	Entrée	Fichier de configuration du calcul config.xml"	Paragraphe H.2
.xml	XML	Entrée	Fichier de configuration du projet projet_config.xml	Ce fichier contient l'ensemble du contenu des arborescences
.cbin	Binaire	Entrée	Modèle géométrique (faces et sommets)	Paragraphe H.3
.mbin	Binaire	Entrée	Maillage associé au modèle (mailles tétraédriques)	Paragraphe H.4
.recp	Binaire	Sortie	Données associées au calcul d'un niveau sonore au niveau d'un récepteur ponctuel	Paragraphe H.5.2.1
.gap	Binaire	Sortie	Données associées au calcul de paramètres « avancés » (niveau sonore latéral) au niveau d'un récepteur ponctuel	Paragraphe H.5.2.2
.gabe	Binaire	Sortie	Données associées au calcul du vecteur « intensité » au niveau d'un récepteur ponctuel	Paragraphe ??
.csbin	Binaire	Sortie	Données associées au calcul de l'intensité sonore au niveau d'un récepteur surfacique	Paragraphe H.5.3.1
.pbin	Binaire	Sortie	Trajectoire d'une quantité énergétique au cours du temps	Paragraphe H.5.4.1
.pri	Binaire	Sortie	Données associées au calcul du vecteur « intensité » au niveau de tous les récepteurs ponctuels	Paragraphe ??

Listing H.1 — Descriptif général du fichier de configuration

```

1 <?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
2 <configuration>
3   <simulation/>
4   <condition_atmospherique/>
5   <surface_absorption_enum/>
6   <sources/>
7   <recepteurss/>
8   <recepteursp/>
9   <encombrement_enum/>
10 </configuration>

```

Listing H.2 — Descriptif de l'élément <configuration/>

```

1 <configuration
2   workingdirectory="folder_data\">

```

- `docalc` : Indique au code de calcul si ce tiers d'octave doit être calculé :
 - si `docalc="1"` le calcul est réalisé pour la bande de fréquence considérée ;
 - si `docalc="0"` le calcul n'est pas réalisé pour cette bande de fréquence ;



Remarques :

- *l'exemple donné ici n'est pas exhaustif. Le nombre et la fréquence médiane des bandes sont définies par l'utilisateur.*
- *il faut s'assurer que la définition des bandes est homogène pour l'ensemble de la simulation (paramètres du calcul, émission acoustique, propriétés des parois) ;*
- *il est également possible de ne lister que les bandes utilisées pour le calcul, plutôt que de lister des bandes dont certaines ne seront pas utilisées (`docalc="0"`).*
- `humidite` : Humidité relative de l'air en % (valeur réelle comprise entre 0 et 100) ;
- `pression` : Pression atmosphérique de l'air en Pascal (valeur réelle positive en Pa) ;
- `z0` : Paramètre de hauteur de rugosité (en mètre) du profil de célérité de type « log-lin » (valeur réelle positive en m) ;
- `temperature` : Température de l'air ambiant en °C (valeur réelle en °C).

H.2.4 Élément

`<condition_atmospherique/>`

L'élément `<condition_atmospherique/>` précise les conditions atmosphériques du calcul (listing H.4) à travers les attributs suivants :

- `absatmo` : Valeur imposée du coefficient d'absorption atmosphérique (valeur réelle positive en Np/m). Cette valeur est utilisée uniquement si le paramètre `disable_absatmo_computation` est fixé à 1 ;
- `disable_absatmo_computation` : choix du mode de la prise en compte de l'absorption atmosphérique :
 - si `disable_absatmo_computation="1"` la valeur définie par le paramètre `absatmo` est imposée pour toutes les bandes de fréquence ;
 - si `disable_absatmo_computation="0"` le coefficient d'absorption atmosphérique est calculé pour chaque bande de fréquence, en fonction de la valeur du centre de la bande, et des conditions atmosphériques ;
- `alog` : Paramètre a_{\log} du profil de célérité de type « log-lin » (valeur réelle en m/s) ;
- `blin` : Paramètre b_{lin} du profil de célérité de type « log-lin » (valeur réelle en m/s) ;

H.2.5 Élément

`<surface_absorption_enum/>`

L'élément `<surface_absorption_enum/>` permet de lister les matériaux utilisés dans le modèle géométrique et de détailler leur propriétés acoustiques (absorption, transmission, diffusion et loi de réflexion diffuse) par bande de fréquence (listing H.5).

H.2.6 Élément `<type_surface/>`

L'élément `<type_surface/>` désigne un matériau (listing H.6). Les attributs sont les suivants :

- `id` : identifiant du matériau. L'identifiant 0 correspond au matériau par défaut. On retrouve ces identifiants dans le fichier de maillage du modèle (`model_mesh.cbin` dans l'exemple) pour chaque triangle composant le modèle ;
- `masse_volumique` : valeur de la masse volumique du matériau (kg/m^3) ; ce paramètre n'est pas nécessaire puisque non utilisée dans SPPS ;
- `resistivite` : valeur de la résistivité du matériau (kgNs/m^4) ; ce paramètre n'est pas nécessaire puisque non utilisée dans SPPS ;
- `side_material` : modalité de la prise en compte du matériau par rapport à la normale de la surface :
 - si `side_material="1"` (i.e. mode « bilatéral »), les propriétés du matériaux sont considérées simultanément dans les deux sens ;
 - si `side_material="0"` (i.e. mode « unilatéral »), les propriétés du matériaux sont considérées uniquement lorsque la particule se propage dans la direction opposée à la normale de la surface.
- `freq` : centre de la bande de tiers d'octave ; fréquence en Hertz (entier en Hz) ;

Listing H.3 — Descriptif de l'élément `<freq_enum/>`

```

1 <freq_enum>
2   <bfreq freq="20000" docalc="0"/>
3   <bfreq freq="16000" docalc="0"/>
4   <bfreq freq="12500" docalc="0"/>
5   <bfreq freq="10000" docalc="0"/>
6   <bfreq freq="8000" docalc="0"/>
7   <bfreq freq="6300" docalc="0"/>
8   <bfreq freq="5000" docalc="1"/>
9   <bfreq freq="4000" docalc="1"/>
10  <bfreq freq="3150" docalc="1"/>
11  <bfreq freq="2500" docalc="1"/>
12  <bfreq freq="2000" docalc="1"/>
13  <bfreq freq="1600" docalc="1"/>
14  <bfreq freq="1250" docalc="1"/>
15  <bfreq freq="1000" docalc="1"/>
16  <bfreq freq="800" docalc="1"/>
17  <bfreq freq="630" docalc="1"/>
18  <bfreq freq="500" docalc="1"/>
19  <bfreq freq="400" docalc="1"/>
20  <bfreq freq="315" docalc="1"/>
21  <bfreq freq="250" docalc="1"/>
22  <bfreq freq="200" docalc="1"/>
23  <bfreq freq="160" docalc="1"/>
24  <bfreq freq="125" docalc="1"/>
25  <bfreq freq="100" docalc="1"/>
26  <bfreq freq="80" docalc="0"/>
27  <bfreq freq="63" docalc="0"/>
28  <bfreq freq="50" docalc="0"/>
29 </freq_enum>

```

Listing H.4 — Descriptif de l'élément `<condition_atmosphérique/>`

```

1 <condition_atmosphérique
2   absatmo="0,000000"
3   disable_absatmo_computation="0"
4   alog="0,000000"
5   blin="0,000000"
6   humidite="50,000000"
7   pression="101325,000000"
8   z0="0,020000"
9   temperature="20,000000"/>

```

Listing H.5 — Descriptif de l'élément `<surface_absorption_enum/>`

```

1 <surface_absorption_enum>
2   <type_surface ... />
3   <type_surface ... />
4   <type_surface ... />
5 </surface_absorption_enum>

```

- `absorb` : coefficient d'absorption du matériau (valeur réelle comprise entre 0 et 1) ;
- `affaiblissement` : affaiblissement acoustique du matériau en décibel (valeur réelle positive en dB). Ce champ ne doit pas être défini pour les matériaux (ou les bandes) sans transmission ;
- `diffusion` : coefficient de diffusion du matériau (valeur réelle comprise entre 0 et 1) ;
- `loi` : loi de réflexion diffuse du matériau (entier positif ou null) :
 - `loi="0"` : loi de réflexion spéculaire ;
 - `loi="1"` : loi de réflexion uniforme (w^0) ;
 - `loi="2"` : loi de réflexion de Lambert (w^1) ;
 - `loi="3"` : loi de réflexion w^2 ;
 - `loi="4"` : loi de réflexion w^3 ;
 - `loi="5"` : loi de réflexion w^4 ;
- `u v w` : orientation de la source dans le repère du modèle géométrique (valeurs réelles en m). Ce vecteur sera normalisé par le code de calcul ;
- `directivite` : directivité de la source (nombre entier positif) :
 - 0 : omnidirectionnel ;
 - 1 : unidirectionnel ;
 - 2 : plan XY ;
 - 3 : plan YZ ;
 - 4 : plan XZ ;
- `delay` : retard au déclenchement de la source, en seconde (valeur réelle en s) ;
- `db` : puissance de la source sonore, en décibel (valeur réelle en dB).

 **Remarques :**

- les valeurs d'absorption (`absorb`, notée α) et d'affaiblissement (`affaiblissement`, noté γ) doivent être cohérentes. Si τ est le coefficient de transmission associé à γ (i.e. $\tau = 10^{\gamma/10}$), alors il faut s'assurer que $\tau < \alpha$. Il ne peut pas en effet y avoir plus d'énergie transmise par la paroi que d'énergie absorbée par la paroi puisque $\alpha = \beta + \tau$, β étant l'énergie dissipée dans la paroi ;
- si l'absorption est totale (i.e. `absorb="1"`), la diffusion acoustique est nulle ;
- si la diffusion est nulle (i.e. `diffusion="0"`), le code de calcul impose automatiquement une loi de réflexion spéculaire sur la paroi en question, quelle que soit la valeur de `loi`.

H.2.7 Élément <sources/>

L'élément <sources/> permet de lister les sources sonores (listing H.7).

H.2.8 Élément <source/>

L'élément <source/> permet de définir les propriétés géométriques et acoustiques (puissance par bande de fréquence) d'une source sonore (listing H.8) :

- `id` : indice de la source (nombre entier positif) ;
- `x y z` : coordonnées de la source dans le repère du modèle géométrique (valeurs réelles en m) ;

H.2.9 Élément <recepteurss/>

L'élément <recepteurss/> permet de lister les récepteurs de surface (listing H.9) :

H.2.10 Élément <recepteur_surfacique/>

L'élément <recepteur_surfacique/> permet de définir les récepteurs de surface (listing H.10) :

- `id` : numéro d'identification du récepteur. Ce numéro se retrouve dans le fichier de modèle core-Bin ;
- `name` : libellé du récepteur de surface (optionnel) ;

H.2.11 Élément <recepteursp/>

L'élément <recepteursp/> permet de lister les récepteurs ponctuels (listing H.11) :

H.2.12 Élément <recepteur_ponctuel/>

L'élément <recepteur_ponctuel/> permet de définir les propriétés des récepteurs ponctuels (listing H.12) :

- `id` : identifiant du récepteur ponctuel (entier positif) ;
- `lbl` : libellé du récepteur ponctuel (optionnel) ;
- `x y z` : coordonnées de la source dans le repère du modèle géométrique (valeurs réelles en m) ;
- `u v w` : orientation de la source dans le repère du modèle géométrique (valeurs réelles en m). Ce vecteur sera normalisé par le code de calcul ;

Listing H.6 — Descriptif de l'élément `<type_surface/>`

```

1  <type_surface id="101" masse_volumique="0,000000" resistivite="100000,000000"
   side_material="1">
2  <bfreq freq="20000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
3  <bfreq freq="16000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
4  <bfreq freq="12500" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
5  <bfreq freq="10000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
6  <bfreq freq="8000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
7  <bfreq freq="6300" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
8  <bfreq freq="5000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
9  <bfreq freq="4000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
10 <bfreq freq="3150" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
11 <bfreq freq="2500" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
12 <bfreq freq="2000" absorb="0,100000" diffusion="0,000000"
   affaiblissement="23,000000" loi="0" />
13 <bfreq freq="1600" absorb="0,200000" diffusion="0,000000"
   affaiblissement="15,000000" loi="0" />
14 <bfreq freq="1250" absorb="0,500000" diffusion="0,000000"
   affaiblissement="40,000000" loi="0" />
15 <bfreq freq="1000" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
16 <bfreq freq="800" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
17 <bfreq freq="630" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
18 <bfreq freq="500" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
19 <bfreq freq="400" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
20 <bfreq freq="315" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
21 <bfreq freq="250" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
22 <bfreq freq="200" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
23 <bfreq freq="160" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
24 <bfreq freq="125" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
25 <bfreq freq="100" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
26 <bfreq freq="80" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
27 <bfreq freq="63" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
28 <bfreq freq="50" absorb="0,000000" diffusion="0,000000" loi="0"/>
29 </type_surface>

```

Listing H.7 — Descriptif de l'élément `<sources/>`

```

1 <sources>
2 <source ... />
3 <source ... />
4 <source ... />
5 </sources>

```

- db : niveau de bruit de fond au niveau du récepteur en décibel (valeur réelle dB).

H.2.13 Élément `<encombrement_enum/>`

L'élément `<encombrement_enum/>` liste les zones d'encombrement (listing H.13).

H.2.14 Élément `<encombrement/>`

L'élément `<encombrement/>` définit les propriétés des zones d'encombrement (listing H.14) :

- id : identifiant de l'encombrement ;

- alpha : coefficient d'absorption des objets de l'encombrement (valeur réelle comprise entre 0 et 1) ;

- lambda : libre parcours moyen dans l'encombrement en mètres (valeur réelle positive en m) ;

- loi_diff : loi de diffusion par les objets de l'encombrement :

– 0 : Omnidirectionnel ;

Listing H.8 — Descriptif de l'élément `<source/>`

```

1 <source id="170"
2   x="2,000000" y="2,000000" z="2,000000"
3   u="1,000000" v="1,000000" w="1,000000"
4   directivite="0"
5   delay="0,000000">
6   <bfreq freq="20000" db="75,686363"/>
7   <bfreq freq="16000" db="75,686363"/>
8   <bfreq freq="12500" db="75,686363"/>
9   <bfreq freq="10000" db="75,686363"/>
10  <bfreq freq="8000" db="75,686363"/>
11  <bfreq freq="6300" db="75,686363"/>
12  <bfreq freq="5000" db="75,686363"/>
13  <bfreq freq="4000" db="75,686363"/>
14  <bfreq freq="3150" db="75,686363"/>
15  <bfreq freq="2500" db="75,686363"/>
16  <bfreq freq="2000" db="75,686363"/>
17  <bfreq freq="1600" db="75,686363"/>
18  <bfreq freq="1250" db="75,686363"/>
19  <bfreq freq="1000" db="75,686363"/>
20  <bfreq freq="800" db="75,686363"/>
21  <bfreq freq="630" db="75,686363"/>
22  <bfreq freq="500" db="75,686363"/>
23  <bfreq freq="400" db="75,686363"/>
24  <bfreq freq="315" db="75,686363"/>
25  <bfreq freq="250" db="75,686363"/>
26  <bfreq freq="200" db="75,686363"/>
27  <bfreq freq="160" db="75,686363"/>
28  <bfreq freq="125" db="75,686363"/>
29  <bfreq freq="100" db="75,686363"/>
30  <bfreq freq="80" db="75,686363"/>
31  <bfreq freq="63" db="75,686363"/>
32  <bfreq freq="50" db="75,686363"/>
33 </source>

```

Listing H.9 — Descriptif de l'élément `<recepteurss/>`

```

1 <recepteurss>
2   <recepteur_surfacique ... />
3   <recepteur_surfacique ... />
4   <recepteur_surfacique ... />
5 </recepteurss>

```

Listing H.10 — Descriptif de l'élément `<recepteur_surfacique/>`

```

1 <recepteur_surfacique id="164" name="" />

```

Listing H.11 — Descriptif de l'élément `<recepteursp/>`

```

1 <recepteursp>
2   <recepteur_ponctuel ... />
3   <recepteur_ponctuel ... />
4   <recepteur_ponctuel ... />
5 </recepteursp>

```

Listing H.12 — Descriptif de l'élément <recepteur_ponctuel/>

```

1 <recepteur_ponctuel id="5882"
2   name="" lbl="Récepteur 1"
3   x="9,025040" y="10,033779" z="1,800000"
4   u="0,056478" v="-0,994498" w="-0,088227">
5   <bfreq freq="20000" db="-4,428017"/>
6   <bfreq freq="16000" db="-5,428017"/>
7   <bfreq freq="12500" db="-6,428016"/>
8   <bfreq freq="10000" db="-7,428016"/>
9   <bfreq freq="8000" db="-8,428017"/>
10  <bfreq freq="6300" db="-9,428017"/>
11  <bfreq freq="5000" db="-10,428017"/>
12  <bfreq freq="4000" db="-11,428017"/>
13  <bfreq freq="3150" db="-12,428017"/>
14  <bfreq freq="2500" db="-13,428017"/>
15  <bfreq freq="2000" db="-14,428017"/>
16  <bfreq freq="1600" db="-15,428017"/>
17  <bfreq freq="1250" db="-16,428017"/>
18  <bfreq freq="1000" db="-17,428017"/>
19  <bfreq freq="800" db="-18,428017"/>
20  <bfreq freq="630" db="-19,428017"/>
21  <bfreq freq="500" db="-20,428017"/>
22  <bfreq freq="400" db="-21,428017"/>
23  <bfreq freq="315" db="-22,428017"/>
24  <bfreq freq="250" db="-23,428017"/>
25  <bfreq freq="200" db="-24,428017"/>
26  <bfreq freq="160" db="-25,428017"/>
27  <bfreq freq="125" db="-26,428017"/>
28  <bfreq freq="100" db="-27,428017"/>
29  <bfreq freq="80" db="-28,428017"/>
30  <bfreq freq="63" db="-29,428017"/>
31  <bfreq freq="50" db="-30,428017"/>
32 </recepteur_ponctuel>

```

Listing H.13 — Descriptif de l'élément <encombrement_enum/>

```

1 <encombrement_enum>
2   <encombrement ... />
3   <encombrement ... />
4   <encombrement ... />
5 </encombrement_enum>

```

H.3 Contenu et format du fichier de modèle géométrique .cbin

Le fichier de modèle géométrique d'extension .cbin est un fichier binaire, permettant d'obtenir toutes les informations sur le modèle 3D. La structure de ce fichier est donnée au tableau H.2.

La librairie `lib_interface` (fichier d'entête `input_output/bin.h`) dans la langage C++ permet de manipuler ce type de fichier, en utilisant la classe `formatCoreBIN::CformatBIN`. La manipulation de ce fichier peut également se faire par l'intermédiaire de la librairie `LibSimpa` dans le langage Python™ en utilisant la classe `LibSimpa.CformatBIN` (voir

documentation de la librairie `LibSimpa`). Un exemple est donné au paragraphe ?? pour la création d'un fichier de modèle d'extension .cbin, correspondant à une géométrie parallélépipédique.

H.4 Contenu et format du fichier du maillage du modèle .mbin

Le fichier de modèle géométrique d'extension .mbin est un fichier binaire, contenant le maillage volumique du modèle. La structure de ce fichier est donnée au tableau H.3.

La librairie `lib_interface` (fichier d'entête `input_output/bin.h`) dans la langage C++ permet de manipuler ce type de fichier, en utilisant la classe

Listing H.14 — Descriptif de l'élément `<encombrement/>`

```

1 <encombrement id="11431">
2 <bfreq freq="20000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
3 <bfreq freq="16000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
4 <bfreq freq="12500" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
5 <bfreq freq="10000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
6 <bfreq freq="8000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
7 <bfreq freq="6300" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
8 <bfreq freq="5000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
9 <bfreq freq="4000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
10 <bfreq freq="3150" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
11 <bfreq freq="2500" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
12 <bfreq freq="2000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
13 <bfreq freq="1600" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
14 <bfreq freq="1250" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
15 <bfreq freq="1000" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
16 <bfreq freq="800" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
17 <bfreq freq="630" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
18 <bfreq freq="500" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
19 <bfreq freq="400" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
20 <bfreq freq="315" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
21 <bfreq freq="250" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
22 <bfreq freq="200" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
23 <bfreq freq="160" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
24 <bfreq freq="125" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
25 <bfreq freq="100" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
26 <bfreq freq="80" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
27 <bfreq freq="63" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
28 <bfreq freq="50" alpha="0,000000" lambda="1,000000" loi_diff="0"/>
29 </encombrement>

```

Table H.2 — Structure du fichier binaire de modèle géométrique `model_geo.cbin`.

Taille	Occurrence	Description
int	1	Version du format majeur
int	1	Version du format mineur
unsigned short	1	<i>Nœud sommets</i> :
unsigned long		Type de nœud (ici 0)
unsigned long		Position du premier fils (0)
unsigned long	1	Position du prochain frère (position du nœud groupe)
unsigned long	1	Nombre de sommets
float float float	Nombre de sommets	Positions des sommets
unsigned short	1	<i>Nœud groupe</i> :
unsigned long		Type de nœud (ici 1)
unsigned long		Position du premier fils (0)
Char * 255	1	Position du prochain frère (fin de fichier)
unsigned int		Nom du groupe
unsigned int	Nombre de faces	Nombre de faces
unsigned int		Indice du sommet A
unsigned int		Indice du sommet B
unsigned int		Indice du sommet C
unsigned int		Indice du matériau (voir structure XML)
int		Indice* du récepteur de surface (voir structure XML)
int	Indice* de l'encombrement (voir structure XML)	
		* l'indice est égal à -1 si la face n'est associée à aucun encombrement ou récepteur surfacique

Table H.3 — Structure du fichier binaire du fichier de maillage *mesh_geo.cbin*.

Taille	Occurrence	Description
unsigned long unsigned long	1	Nombre de tétraèdres Nombre de nœuds
float float float	Nombre de nœuds	Position des sommets
int int int int int	Nombre de tétraèdres	Indice des sommets A B C D Indice du volume
int int int int int	4	<i>Attention, après chaque tétraèdre les 4 faces sont décrites</i> Indice des sommets A B C Indice de la face de la scène (-1 si aucune) Indice du tétraèdre voisin (-2 si aucun voisin de ce coté)

formatMBIN::CMBIN. Toutefois, comme pour le fichier de modèle, il est plus aisée de construire le fichier de maillage en utilisant la librairie LibSimpa, grâce à la classe LibSimpa.CMBIN. Un exemple est donné au paragraphe ?? pour la création d'un fichier de maillage d'extension .mbin, correspondant à une géométrie parallélépipédique.

H.5 Format des fichiers de résultat

H.5.1 Format de base : format GABE

Le format de base de la plupart des fichiers de résultat est le format GABE. Ce format de fichier binaire contient des séries de données où chaque série peut être de format différent (nombre à décimal, chaîne de caractères, nombre entier...).

La librairie lib_interface (input_output/gabe/gabe.h) dans le langage C++ permet de manipuler ce type de fichier, en utilisant la classe formatGABE::GABE. La manipulation de ce fichier peut également se faire par l'intermédiaire de la librairie LibSimpa dans le langage Python™ en utilisant la classe LibSimpa.Gabe_rw (voir documentation de la librairie LibSimpa).

H.5.2 Fichiers pour un récepteur ponctuel

H.5.2.1 Fichier de récepteur volumique (.recp) pour le calcul du niveau de pression acoustique

Les résultats au niveau des récepteurs ponctuels sont enregistrés dans un fichier binaire au format GABE avec une extension .recp. Ce fichier définit un tableau (axe des temps en ligne, axe des bandes de fréquence en colonne), contenant les quantités $P_{rec}^j(n)$ (homogène au carré de la pression acoustique, j étant l'indice des fréquences, et n l'indice du pas de

temps). Ces données sont organisées de la manière suivante (tableau H.4) :

- la première colonne, de type chaîne de caractères, contient les libellés des pas de temps, à partir de la deuxième ligne¹ ;
- la première ligne, de type chaîne de caractères, contient les libellés des bandes de fréquence, à partir de la deuxième colonne ;
- à partir de la seconde colonne, chaque colonne contient les résultats du calcul $P_{rec}^j(n)$ (de type décimal) pour chaque bande de fréquence (indice j), en fonction du pas de temps (indice n).

Table H.4 — Structure du fichier .recp contenant les résultats du calcul pour un récepteur ponctuel.

	125Hz	250 Hz	...
10 ms	$P_{rec}^1(1)$	$P_{rec}^2(1)$...
20 ms	$P_{rec}^1(2)$	$P_{rec}^2(2)$...
30 ms	$P_{rec}^1(3)$	$P_{rec}^2(3)$...
⋮

 Pour bénéficier d'une traduction automatique sous I-Simpa, le fichier en question doit être libellé *soundpressure.rec*. Dans le cas contraire, l'élément correspondant dans l'arbre de données portera le nom du fichier, quelle soit la langue.

H.5.2.2 Fichier de récepteur volumique (.gap) pour le calcul de paramètres avancés (pression acoustique « latéral »)

H.5.2.2.1 Format général Les résultats des paramètres avancés au niveau des récepteurs ponctuels sont enregistrés dans un fichier binaire au format GABE avec une extension .gap. Ce fichier contient un

¹La première cellule (première ligne, première colonne) est laissée vide.

ensemble de données organisées sous forme de séries, chaque série étant distribuées sur une ou plusieurs colonnes. Le tableau ?? illustre le format du fichier .gap. La première colonne est la série d'index, les colonnes suivantes contiennent les données du calcul, à savoir les données $P_{rec}^j(n)$, $P_{rec,cos\theta}^j(n)$ et $P_{rec,cos^2\theta}^j(n)$ (j désignant l'indice de la bande de fréquence, et n l'indice du pas de temps). A noter que la première données est redondante $P_{rec}^j(n)$ avec celle présente dans le fichier de récepteur surfacique pour les le calcul des niveau de pression acoustique (paragraphe H.5.2.1).

 Pour bénéficier d'une traduction automatique sous I-Simpa, le fichier en question doit être libellé `advParams.gap`. Dans le cas contraire, l'élément correspondant dans l'arbre de données portera le nom du fichier, quelque soit la langue.

H.5.2.2.2 Série d'index La première colonne (tableau ??), de type entier, contient la série d'index, i.e. les numéros de colonne pour chaque type de série de données. Le dernier élément de la colonne (ligne 7) contient la nombre de pas de temps. L'ensemble de la série contient 8 lignes, numérotés de 0 à 7.

H.5.2.2.3 Série des paramètres de temps [H]

Cette série de paramètre retourne le pas de temps de calcul Δt , ainsi que la durée totale de la simulation t_0 (tableau H.7). Ces paramètres sont de type decimal, et exprimés en seconde (s). Ces données sont redondantes avec les paramètres du fichier de configuration du calcul.

Table H.7 — Série des paramètres de temps (decimal, en s).

1	Pas de temps Δt (s)
2	Durée totale t_0 (s)

H.5.2.2.4 Série contenant la puissance acoustique cumulée des sources sonores

Cette série contient la puissance cumulée (pondérée par le terme ρc) de toutes les sources sonores actives dans le modèle, par bande de fréquence (tableau H.8). Les données sont de type decimal et exprimées en Watt (W). Ce cumul des puissances acoustiques peut être nécessaire pour le calcul de certains paramètres acoustiques, comme la force (*strength*, G). Si W_{ij} est la puissance active de la source i dans la bande de fréquence j , alors, la valeur P_j retournée dans cette liste

pour chaque bande de fréquence j , est :

$$P_j = \sum_i^N \rho c W_{ij}, \tag{H.1}$$

N désignant le nombre de sources actives.

Table H.8 — Série contenant la puissance cumulée de toutes les sources sonores actives dans le modèle (decimal, en W).

1	Puissance acoustique P_0 dans la bande de fréquence 1
⋮	⋮
N_f	Puissance acoustique P_n dans la bande de fréquence N_f

H.5.2.2.5 Série contenant la liste des bandes de fréquence

Cette série retourne la liste des bandes de fréquence utilisée dans les calculs (tableau H.9). Cette donnée est de type entier², exprimée en Hertz (Hz).

Table H.9 — Série contenant la liste des bandes de fréquence (entier, en Hz).

1	Valeur de la fréquence 1
⋮	⋮
N_f	Valeur de la fréquence N_f

H.5.2.2.6 Série contenant le bruit de fond

Cette série de données retourne le spectre de bruit de fond *BdF* pour le récepteur récepteur considéré. La série contient autant de lignes que de bandes de fréquence (tableau H.10). Les données sont de type decimal, et exprimées en décibel (dB).

Table H.10 — Série contenant le spectre (decimal, en dB).

1	Niveau de bruit de fond sur la première bande de fréquence 1
⋮	⋮
N_f	Niveau de bruit de fond sur la bande de fréquence N_f

H.5.2.2.7 Série contenant l'énergie sonore calculée

Chaque bande de fréquence est divisée en 3 séries successives où chaque ligne correspond à

²Il s'agit du centre de la bande de fréquence, i.e. la fréquence médiane normalisée.

un pas de temps (tableau H.11). Les données sont de type `decimal`, homogène au carré de la pression (Pa^2).

Table H.11 — Série contenant l'énergie sonore calculée pour chaque fréquence et chaque pas de temps.

1	$P_{\text{rec}}^j(1)$	$P_{\text{rec,cos}\theta}^j(1)$	$P_{\text{rec,cos}^2\theta}^j(1)$
⋮	⋮	⋮	⋮
N_t	$P_{\text{rec}}^j(N_t)$	$P_{\text{rec,cos}\theta}^j(N_t)$	$P_{\text{rec,cos}^2\theta}^j(N_t)$

H.5.3 Fichiers de récepteur surfacique

H.5.3.1 Fichier de récepteur surfacique (.csbin) pour la représentation de l'intensité acoustique (cartographie)

Ce format de fichier binaire permet de stocker les intensités acoustiques des récepteurs surfaciques au cours du temps. La structure du fichier est organisée de la manière suivante (tableau ??) :

La librairie `lib_interface` (fichier `input_output/exportRecepteurSurf/std_rsbin.hpp`) dans le langage C++ permet de manipuler ce type de fichier, en utilisant la classe `formatRSBIN::rsurf_io`. La manipulation de ce fichier peut également se faire par l'intermédiaire de la librairie `LibSimpa` dans le langage Python™ en utilisant la classe `LibSimpa.rsurf_io` (voir documentation de la librairie `LibSimpa`).

H.5.4 Fichiers généraux

H.5.4.1 Fichier de suivi d'une quantité énergétique (.pbin)

La structure du fichier (également au format GABE) est donnée dans le tableau ?. Ce fichier peut être utilisé pour représenter graphique le déplacement d'une quantité énergétique au cours du temps.

H.5.4.2 Fichier de représentation des vecteurs « intensité » (.rpi)

H.5.4.2.1 Format général Ce fichier de données contient le vecteur « intensité sonore » $\mathbf{I}_{\text{rec}}^j(n)$ pour tous les récepteurs ponctuels considérés (pour chaque bande de fréquence j). Le format de fichier de base est le format binaire GABE, avec une extension `.rpi`, et contient plusieurs séries de données (tableau ??). Ce fichier peut être utilisé pour représenter simultanément les vecteurs « intensité » pour tous les points d'observation (graphique animé par exemple). Les fichiers `.rpi` sont une réorganisation

Table H.15 — Signification de la première colonne (série d'index) du fichier au format GABE d'extension `.rpi`.

1	Nombre de récepteurs ponctuels
2	Nombre de pas de temps
3	Nombre de colonnes définissant un récepteur ponctuel
4	Numéro de la colonne du premier élément du récepteur ponctuel

Table H.16 — Signification de la seconde colonne (série de paramètres) du fichier au format GABE d'extension `.rpi`.

1	Pas de temps (s)
---	------------------

Table H.17 — Série x d'un récepteur ponctuel dans le fichier au format GABE d'extension `.rpi`.

1	Position x du récepteur
2	Direction x du vecteur au pas de temps 1 (premier pas de temps)
3	Direction x du vecteur au pas de temps 2
4	Direction x du vecteur au pas de temps 3

en bande de fréquence, des fichiers de vecteurs « intensité » pour les récepteurs ponctuels `.gabe` (cf. paragraphe ??).

H.5.4.2.2 Série d'index Cette série, située dans la première colonne, de type `entier`, contient les informations pour chaque type de séries de données.

H.5.4.2.3 Série de paramètres La deuxième colonne contient la série de paramètres, de type `decimal`, limitée dans cette version à la seule valeur du pas de temps Δt .

H.5.4.2.4 Série x d'un récepteur ponctuel Cette colonne, de type `float`, contient la valeur de la coordonnée x (première ligne) de la position du récepteur et les coordonnées x du vecteur intensité à chaque pas de temps pour le récepteur ponctuel considéré.

H.5.4.2.5 Série y d'un récepteur ponctuel Cette colonne, de type `float`, contient la valeur de la coordonnée y (première ligne) de la position du récepteur et les coordonnées y du vecteur intensité à chaque pas de temps pour le récepteur ponctuel considéré.

H.5.4.2.6 Série z d'un récepteur ponctuel Cette colonne, de type `float`, contient la valeur de la coordonnée z (première ligne) de la position du récepteur

Table H.18 — Série y d'un récepteur ponctuel dans le fichier au format GABE d'extension .rpi.

1	Position y du récepteur
2	Direction y du vecteur au pas de temps 1 (premier pas de temps)
3	Direction y du vecteur au pas de temps 2
4	Direction y du vecteur au pas de temps 3

Table H.19 — Série z d'un récepteur ponctuel dans le fichier au format GABE d'extension .rpi.

1	Position z du récepteur
2	Direction z du vecteur au pas de temps 1 (premier pas de temps)
3	Direction z du vecteur au pas de temps 2
4	Direction z du vecteur au pas de temps 3

et les coordonnées z du vecteur intensité à chaque pas de temps pour le récepteur ponctuel considéré.

Acronymes

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
EDT	<i>Early Decay Time</i>
ICS	Classification internationale des normes (<i>International Classification for Standards</i>)
Ifsttar	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
INRETS	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
RI	Réponse Impulsionnelle
TR	Durée de Réverbération

Index

- Absorption
 - atmosphérique, 70, 157
 - encombrement, 60, 61, 89, 114
 - matériau, 157
- Affichage
 - fil de fer, 48
 - rendu original, 48
 - rendu par matériau, 48
- Clarté
 - calcul, 92, 93
 - définition, 128
- Définition
 - paramètre acoustique
 - calcul, 78, 93
 - définition, 128
- Désinstallation de I-Simpa, 35
- Diffusion, 60
 - coefficient de, 157
 - encombrement, 89
 - loi de, 61
- Durée de réverbération
 - calcul, 78, 92, 93
 - définition, 127
 - représentation graphique, 124
- Encombrement
 - élément
 - menu contextuel associé, 60
 - propriétés, 60, 61
- Exportation
 - de données, 94
- Fichier
 - 3DS
 - exportation, 84
 - format, 41, 83
 - DXF
 - exportation, 85
 - PLY
 - exportation, 44
 - format, 41, 83
 - POLY
 - exportation, 44
 - format, 41, 83
 - STL
 - exportation, 85
 - format, 41, 83
- Force sonore
 - calcul, 78, 92
 - définition, 127
- Fraction d'énergie latérale
 - définition, 128
- Graphique
 - création de, 57, 95
 - exporter, 57, 96
- Importation
 - d'un matériau, 69, 86
 - exemple, 109
 - d'une scène, 41, 85
 - format, 83
 - paramètres, 41
- Installation
 - d'une toolbox, 153
 - de I-Simpa, 30
- Libre parcours moyen, 61, 89, 114
- Météo
 - conditions, 70
- Maillage
 - cache, 48
 - du modèle, 45
 - outils, 53
 - paramètres, 72, 73
 - surfaccique, 43
- Matériau
 - élément
 - menu contextuel associé, 69
 - propriétés, 69
 - affectation, 67, 86
 - exemple, 99
 - base de données, 86
- Niveau de l'énergie latérale tardive
 - définition, 129
- Projet
 - configuration du, 71
- Récepteur ponctuel
 - élément
 - menu contextuel associé, 62
 - propriétés, 63
- Récepteur surfaccique
 - élément
 - menu contextuel associé, 64
 - propriétés, 65
- Source sonore
 - élément
 - menu contextuel associé, 65
 - propriétés, 66
 - spectre, 69
- Sources sonores
 - définir, 87
 - exemple, 100

Spectre

- affichage, 77
- base de données, 69
 - définir, 91
- brui de fond, 63
- de puissance, 66, 87
- encombrement, 89

Support précoce

- calcul, 78, 92
- définition, 129

Temps central

- calcul, 78, 92
- définition, 128

Volume

- élément
 - menu contextuel associé, 67
 - propriétés, 67