



# Notice d'utilisation

EDF R&D  
12/12/2012

# Introduction

## Présentation

Code\_TYMPAN est un logiciel d'ingénierie en acoustique environnementale. Il s'appuie sur l'expérience d'EDF R&D dans le domaine. Les produits proposés sur le marché sont essentiellement orientés vers le traitement des bruits de transport (routier, aérien, ferroviaire) et sont mal adaptés à la gestion des sources industrielles. Dans ce contexte, il a été décidé de concevoir une application dédiée aux problèmes de bruits posés par les sources rencontrées sur les sites EDF.

## A propos du logiciel

Code\_TYMPAN s'appuie essentiellement sur les recommandations de la norme ISO 9613 en matière de propagation atmosphérique et sur la méthodologie générale de calcul en fonction des différentes situations de propagation rencontrées (écran, réflexion, ...). Il en diffère cependant pour ce qui concerne le traitement de la directivité des sources volumiques, des réflexions sur le sol, la possibilité de prendre en compte des interférences. Code\_TYMPAN intègre de plus des fonctionnalités spécifiques à la création et au traitement des sources industrielles.

Code\_TYMPAN est un logiciel multiplateforme, utilisable à la fois sous Windows (XP et Win 7) et sous LINUX. Il possède une Interface Homme Machine (IHM) intégrant des modeleurs graphiques 3D. Cette interface permet à l'utilisateur de construire des modèles de site à étudier, d'y implanter des sources sonores et d'estimer l'impact de ces sources dans l'environnement à ces points de réception ou aux points d'un maillage pour obtenir des cartographies sonores. Le logiciel Code\_TYMPAN est modulable. On peut lui ajouter différents solveurs de calcul.

Code\_TYMPAN est diffusé sous licence GNU GPL version 3<sup>1</sup>.

## Structure de l'ouvrage

Ce document constitue la notice d'utilisation du logiciel Code\_TYMPAN et est divisé en trois parties :

- La première partie, « débutants » est destinée aux utilisateurs novices du logiciel Code\_TYMPAN et présente les notions et concepts clés de l'application ;
- La deuxième partie « experts » se compose de tutoriels et de projets utiles à la prise en main des outils de création de Code\_TYMPAN et illustrant leur utilisation réelle ;
- La troisième partie est constituée d'un glossaire des concepts les plus importants de Code\_TYMPAN.

---

<sup>1</sup> <http://www.gnu.org/licenses/gpl.txt>

<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>PARTIE I. Débutants</b>	<b>5</b>
<b>1. Description de l'application - concepts de base</b>	<b>7</b>
1.1. Fenêtres principales de l'IHM	7
1.2. Découverte de l'interface Code_TYMPAN	9
<b>2. Outils de navigation dans une scène 3D</b>	<b>19</b>
2.1. Modeleurs	19
2.2. Vues et Rendus	19
2.3. Autres outils	19
2.4. Caméra	20
<b>3. Création de modèles simples</b>	<b>21</b>
3.1. Cas 1 : modèle source/récepteur sur terrain plat	21
3.2. Cas 2 : importation et mise à l'échelle d'une image de fond	31
3.3. Cas 3 : création d'une topographie	33
3.4. Cas 4 : ajout de bâtiments non rayonnants et d'écrans	37
3.5. Cas 5 : Les sources de type machine	45
3.6. Cas 6 : Importer / Exporter divers éléments	52
<b>PARTIE II. Experts</b>	<b>55</b>
<b>4. Tutoriels sur les objets</b>	<b>57</b>
4.1. Tutoriel 1 : Les machines	58
4.2. Tutoriel 2 : Les constructions	66
4.3. Tutoriel 3 : Les atténuateurs et les parois	74
4.4. Tutoriel 4 : Les sous-sites	80
4.5. Tutoriel 5 : Les sols	85
<b>5. Tutoriels sur les calculs</b>	<b>89</b>
5.1. Tutoriel 6 : Le concept de calcul	90
5.2. Tutoriel 7 : L'exploitation des résultats	93
5.3. Tutoriel 8 : Calcul référent et opérations sur les calculs	99
5.4. Tutoriel 9 : La gestion des calculs	104
5.5. Tutoriel 10 : Les maillages	109
<b>6. Tutoriels sur la modélisation</b>	<b>118</b>
6.1. Tutoriel 11 : La gestion de l'image de fond	118
6.2. Tutoriel 12 : Méthodologies	125
<b>7. Glossaire</b>	<b>127</b>



# **PARTIE I.**

# **DÉBUTANTS**

Cette première partie est destinée aux utilisateurs novices du logiciel Code\_TYMPAN. Elle a été rédigée à partir de la version 3.6.1 du logiciel.

Elle présente :

- La découverte de l'interface ;
- Les outils de navigation dans une scène 3D ;
- Un guide d'apprentissage du type tutoriel, destiné à aider l'utilisateur novice à Code\_TYMPAN à se former de manière autonome à l'utilisation du logiciel, et ses concepts de bases.

La seconde partie s'adressera plus particulièrement à ceux qui utilisent couramment Code\_TYMPAN.

## 1. Description de l'application - concepts de base

Ce paragraphe décrit brièvement les concepts de base et la terminologie du logiciel Code\_TYMPAN. Ces éléments sont nécessaires à la compréhension de cette documentation. L'ensemble des notions introduites ici sera détaillé plus loin.

### 1.1. Fenêtres principales de l'IHM

#### 1.1.1. Espace de travail

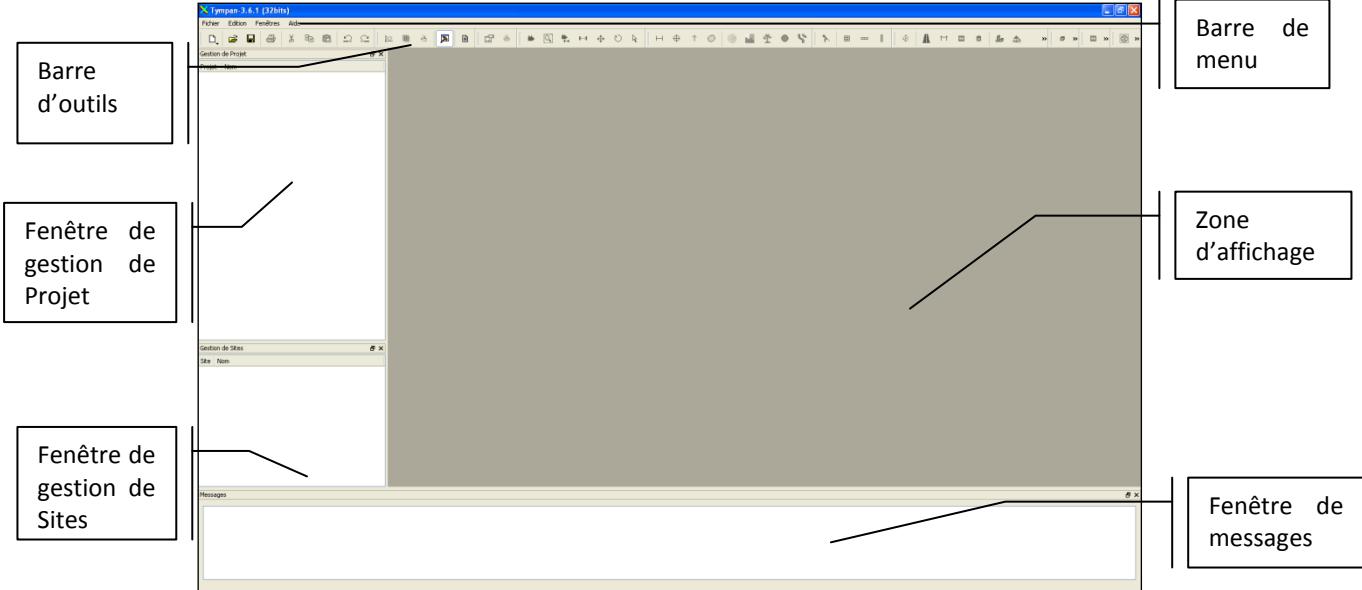
A l'ouverture du logiciel Code\_TYMPAN, la fenêtre « espace de travail » est activée. L'espace de travail de Code\_TYMPAN permet d'accéder directement à chaque composant de l'application. La figure ci-dessous présente l'aménagement des différents types d'éléments qui composent la fenêtre principale de Code\_TYMPAN au premier démarrage :

Code\_TYMPAN est doté d'une Interface Homme Machine (IHM) qui offre les fonctionnalités suivantes :

- Gestion des préférences, permettant à l'utilisateur de personnaliser Code\_TYMPAN ;
- Impression, des vues 3D et des tableaux ;
- Echange de données métiers, permettant d'archiver ou d'échanger des données métiers au format XML ;
- Bibliothèque de données métiers, autrement dit une base de données utilisateur et une base de données générale

En outre, l'interface de Code\_TYMPAN permet à l'utilisateur d'effectuer les tâches suivantes :

- Définition de la géométrie des bâtiments d'un site
- Configuration des paramètres acoustiques des bâtiments
- Positionnement et définition des sources sonores
- Positionnement des récepteurs
- Visualisation graphique (ou sur tableaux) des résultats



**Figure 1 : Fenêtre « espace de travail » Code\_TYMPAN**

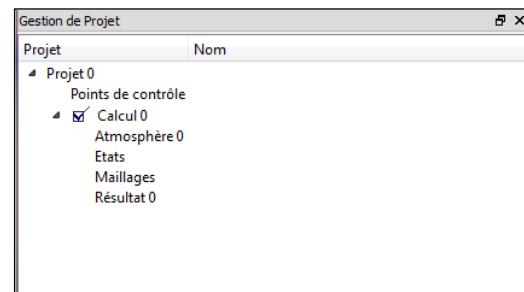
Les vues sont les fenêtres qui composent l'espace de travail de Code\_TYMPAN.

On distingue les fenêtres ancrées ou flottantes : fenêtre de gestion de projet ; fenêtre de gestion de site ; fenêtre de messages. Et les fenêtres classiques : les modeleurs 3D.

### 1.1.2. Gestion de projets

La fenêtre de « Gestion de Projet » est principalement composée d'un arbre représentant l'arborescence du projet courant. Le projet est l'entité englobant tous les objets manipulés par Code\_TYMPAN. Il est avant tout constitué d'un Projet racine, permettant la visualisation des points de contrôles, ainsi que d'un ou plusieurs calculs composés des éléments suivants :

- Calcul ;
- Atmosphère ;
- Etats ;
- Maillages ;
- Points de contrôle ;
- Résultat.



**Figure 2 : Fenêtre « Gestion de Projet »**

Pour créer et mettre en place les éléments de son projet, l'utilisateur dispose d'un modeleur de projet. Un projet peut contenir plusieurs calculs mais un seul peut être actif à un instant donné.

### 1.1.3. Gestion de sites

Tout comme la fenêtre de « Gestion de Projets », la fenêtre de « Gestion de Sites » est composée d'une arborescence du(es) site(s) courant(s).

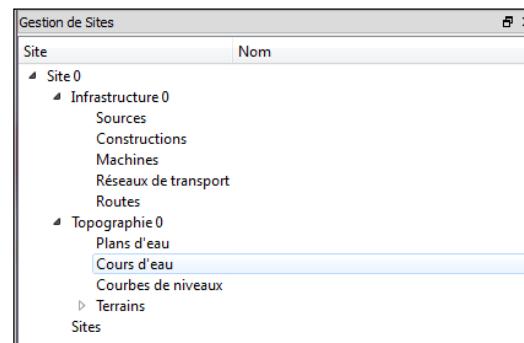
Le site permet de définir l'environnement sur lequel sont effectués les calculs. Il comporte une infrastructure :

- Sources ;
- Constructions ;
- Machines ;
- Réseaux de transport ;
- Routes ;

et une topographie :

- Plans d'eau ;
- Cours d'eau ;
- Courbes de niveaux.

Il est possible d'insérer un site à l'intérieur d'un autre site (imbrication).



**Figure 3 : Fenêtre « Gestion de Sites »**

## 1.2. Découverte de l'interface Code\_TYMPAN

### 1.2.1. Barres de menus

Cette partie décrit précisément les barres de menus de l'Interface Homme Machine (ou IHM) de Code\_TYMPAN.

#### Fichier

Le menu Fichier est le point de départ pour la création ou l'ouverture d'un projet ou d'autres éléments métiers.



- Créer un nouveau projet, site, bâtiment, machine, autre élément
- Ouvrir un projet ou site ou bâtiment ou machine existant
  
- Sauvegarder le projet en cours
- Sauvegarder le projet en cours sous un autre nom
  
- Ouvrir le gestionnaire de plug-ins pour choisir le calcul adéquat
  
- Quitter

A l'ouverture ou à la création d'un projet, celui-ci vient se placer dans la fenêtre de gestion de projet et devient le projet courant ou projet de travail.

Il en va de même pour le site associé au projet, ou pour un site nouvellement créé ou ouvert, l'arborescence du site est représentée dans la fenêtre de gestion de site et il devient le site courant ou site de travail.

#### Edition

Le menu « Edition » contient les choix d'annulation et les choix classiques de Couper-Copier-Coller.



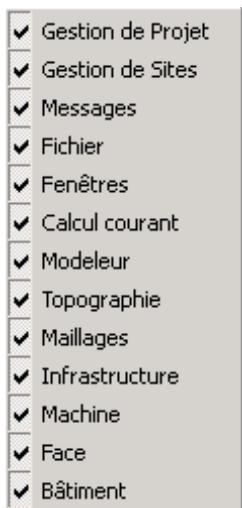
- Annuler la dernière action
- Rétablir la dernière action
  
- Couper
- Copier
- Coller
  
- Ouvrir la boîte de dialogue des préférences

#### Fenêtres

Le menu « Fenêtre » permet d'accéder aux différentes fenêtres de l'espace de travail de Code\_TYMPAN.

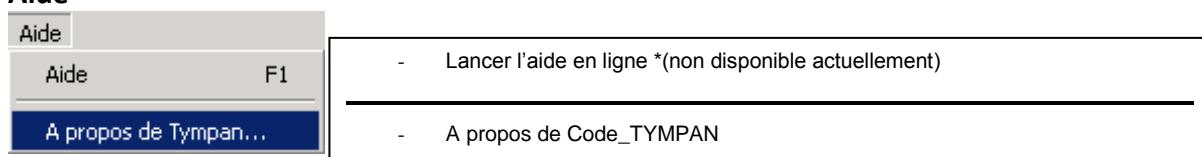


- Réorganiser les fenêtres ouvertes en cascade
- Réorganiser les fenêtres ouvertes en mosaïque
  
- Choisir dans la fenêtre active les sous-fenêtres de travail et barres d'outils

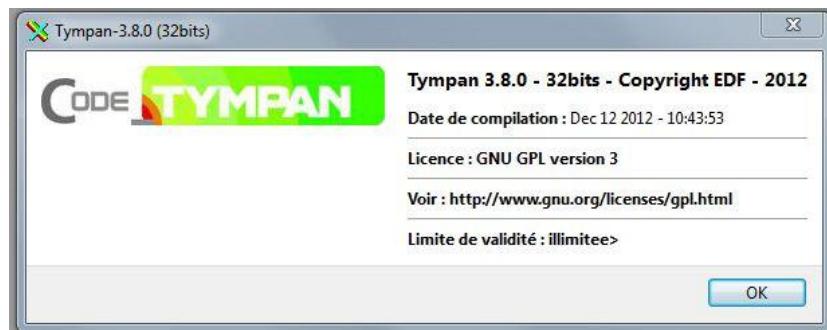


- Indique la fenêtre active et les objets ouverts

### Aide



Le menu « Aide » permet d'accéder à ce manuel et d'afficher la boîte d'information suivante :



**Figure 4 : Boîte de dialogue : « A propos de Code\_TYMPAN »**

La boîte de dialogue « A propos de Code\_TYMPAN » indique la date et l'heure de la compilation de la version courante de l'application.

### 1.2.2. Barre d'outils

Cette partie décrit précisément les barres d'outils de l'Interface Homme Machine de Code\_TYMPAN. Ces dernières contiennent un ensemble de boutons icônes servant à sélectionner un outil.

#### Fichier

	Crée un nouveau projet Code_TYMPAN
	Ouvre un projet Code_TYMPAN existant
	Enregistre le projet actif
	Imprime le projet actif
	Coupe
	Copie l'image courante dans le presse-papiers
	Colle
	Annule la dernière action
	Rétablissement la dernière action

#### Fenêtres

	Gestionnaire de Spectres
	Gestionnaire de Maillages
	Bibliothèque
	Bibliothèque
	Préférences

#### Calcul courant

	Propriétés du calcul courant
	Lance le calcul courant

#### Modeleur

	Camera
	Zone de zoom
	Caméra pas à pas

	Distance
	Déplacement
	Rotation
	Edition

**Topographie**

	Echelle
	Point de référence
	Orientation
	Emprise
	Courbe de niveau : elle est un élément descriptif du relief. Elle est constituée d'un ensemble de poly lignes. Les points qui définissent ces poly lignes sont utilisés pour créer l'altimétrie. A chaque poly ligne est associée une altitude. L'outil « Courbe de niveau » est dessiné directement sur le modeleur de site en sélectionnant l'outil approprié.
	Terrain : il permet de définir les caractéristiques du sol par zone. Le terrain est défini par une poly ligne fermée à laquelle est associé un sol.
	Végétation : l'outil « Végétation » produit le même effet que l'outil « Terrain ».
	Plan d'eau : il permet de définir de grandes étendues d'eau (fleuves, lacs, étangs). Les plans d'eau sont définis par une poly ligne fermée et caractérisés par une altitude constante. Ils sont considérés comme totalement réfléchissants. L'outil « plan d'eau » est dessiné directement sur le modeleur de site en sélectionnant l'outil approprié.
	Cours d'eau : il permet de définir de petites zones d'écoulement d'eau (ruisseau, petite rivière, etc). La géométrie du cours d'eau est représentée par un ensemble de segments (poly lignes). L'outil « Cours d'eau » est dessiné directement sur le modeleur de site en sélectionnant l'outil approprié.

**Maillages**

	Point de contrôle
	Maillage rectangulaire
	Maillage linéaire
	Maillage vertical

**Infrastructure**

	Source
	Route

	Réseau électrique
	Construction (étage ou écran)
	Silos

**Machine**

	Boîte
	Cylindre
	Demi-cylindre

**Face**

	Bouche de ventilation
	Cheminée
	Fenêtre

**Bâtiment**

	Etage
	Silos
	Source

### 1.2.3. Préférences d'utilisation

L'icône ouvre la boîte de dialogue « Préférences » permettant de définir les fonctionnalités géométriques, 3D, des couleurs, acoustiques, et générales de Code\_TYMPAN.

#### Onglet Géométrie

Cet onglet permet de définir les règles de construction des objets et des outils qui les créent.

**Propriété des grilles**

**Dimension en X, Dimension en Y :** Dimension en X ou Y de la grille affichée par le modeleur pour un modeleur de site, de bâtiment, de machine, de face, de maillage.

**Pas :** Pas de la grille pour un modeleur de site, de bâtiment, de machine, de face, de maillage.

**Pas de la grille magnétique :** Précision de positionnement d'un objet si le magnétisme est activé pour un modeleur de site, de bâtiment, de machine, de face, de maillage.

**Angle :** Pas angulaire si grille magnétique activée ; permet de fixer l'incrément d'angle lors de la rotation des objets (avec grille magnétique).

**Géométrie**

**Taille des sources (mètre), Taille des points de contrôle (mètre) :** dimension des sources ou points de contrôle affichés.

**Nombre de faces (résolution) pour les cylindres :** Nombre de facettes affichées pour représenter un cylindre.

**Seuil à partir duquel une distance est considérée comme nulle :** Distance en deçà de laquelle deux points sont considérés comme confondus.

**Topographie**

**Tolérance pour la triangulation de Delaunay :** Paramètre utilisé par la triangulation de Delaunay pour mailler la topographie.

**Seuil de distance minimale entre 2 points :** Distance minimale entre deux points définissant une courbe de niveau. Si deux points d'une courbe de niveau sont plus éloignés que la valeur seuil, Code\_TYMPAN rajoute des points entre ceux-ci.

**Dimension de la zone de travail par défaut en X et en Y :** Taille en X et en Y de l'emprise d'un site.

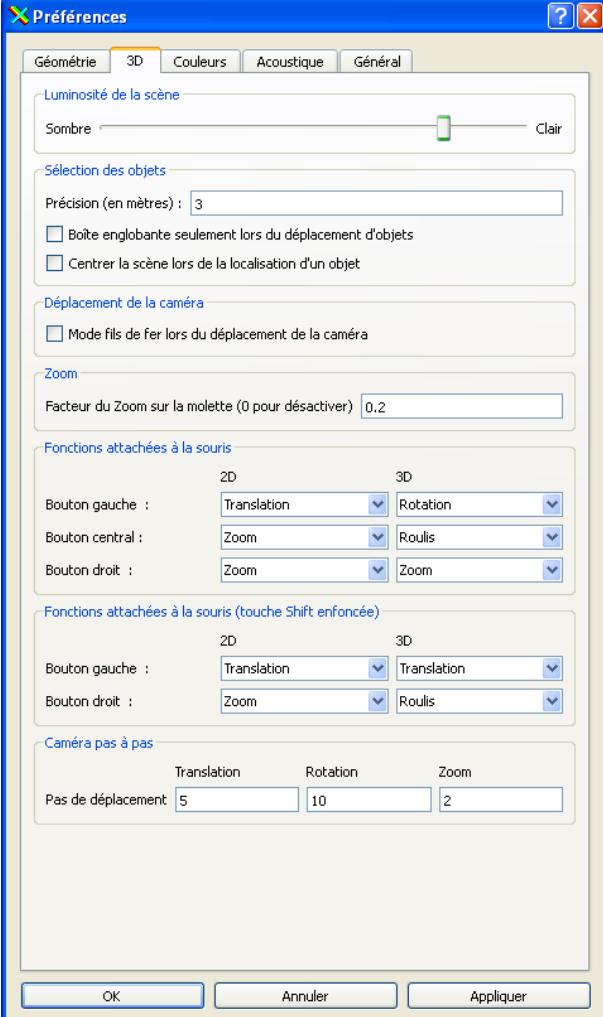
**Construction**

**Hauteur des murs par défaut :** fixe la hauteur des murs lors de leur construction.

**Epaisseur des écrans par défaut :** Fixe l'épaisseur des écrans lors de leur construction.

## Onglet 3D

Cet onglet fixe les règles d'affichage de la scène dans le modeleur en vue 2D et 3D et les comportements associés à la souris.

	<p><b>Luminosité de la scène</b></p> <p><b>Sombre/clair</b> : Permet de choisir l'intensité de l'éclairage de la scène.</p> <p><b>Sélection des objets</b></p> <p><b>Précision</b> : Permet de définir la sensibilité de détection des objets piqués avec la souris.</p> <p><b>Boîte englobante seulement lors du déplacement d'objets</b> : Permet de n'afficher que la boîte englobante de l'objet lorsqu'il est déplacé (plutôt que son « image » complète).</p> <p><b>Centrer la scène lors de la localisation d'un objet</b> : Permet de centrer directement l'objet localisé.</p> <p><b>Déplacement de la caméra</b></p> <p><b>Mode fil de fer lors du déplacement de la caméra</b> : Bascule en mode fil de fer lors d'un changement de point de vue effectué à la souris.</p> <p><b>Zoom</b></p> <p><b>Facteur du zoom sur la molette (0 pour désactiver)</b> : Facteur de zoom associé à la rotation de la molette centrale de la souris (si elle en dispose).</p> <p><b>Fonctions attachées à la souris</b></p> <p><b>Bouton gauche</b> : Indique l'effet d'un mouvement de la souris associé à une pression continue sur le bouton gauche de la souris dans le cas d'une vue 3D et dans le cas d'une vue 2D.</p> <p><b>Bouton central</b> : Indique l'effet d'un mouvement de la souris associé à une pression continue sur le bouton central de la souris dans le cas d'une vue 3D et dans le cas d'une vue 2D. En présence d'une molette, celle-ci fait office de bouton central et peut être pressée comme un bouton. En l'absence totale de bouton central (ou molette), celui-ci est « émulé » par une pression simultanée sur les deux boutons de la souris.</p> <p><b>Bouton droit</b> : Indique l'effet d'un mouvement de la souris associé à une pression continue sur le bouton droit de la souris dans le cas d'une vue 3D et dans le cas d'une vue 2D.</p> <p><b>Fonctions attachées à la souris (touche Shift enfoncée)</b></p> <p><b>Bouton gauche</b> : Indique l'effet d'un mouvement de la souris associé à une pression continue sur le bouton gauche de la souris associé à une pression continue sur le bouton « shift » du clavier, dans le cas d'une vue 3D et dans le cas d'une vue 2D.</p> <p><b>Bouton droit</b> : Indique l'effet d'un mouvement de la souris associé à une pression continue sur le bouton droit de la souris associé à une pression continue sur le bouton « shift » du clavier, dans le cas d'une vue 3D et dans le cas d'une vue 2D.</p> <p><b>Caméra pas à pas</b></p> <p><b>Pas de déplacement</b> : Code_TYMPAN permet un positionnement précis du point de vue sur la scène : en translation, en rotation, en zoom.</p>
--	--

## Onglet Couleurs

Cet onglet permet de définir les couleurs d'affichage par défaut des différents objets représentés dans les modeleurs.



**Renderer**

**Fond** : Définit la couleur de fond de la zone de tracé.

**Grille** : Définit la couleur de la grille affichée.

**Police** : Couleur des polices de caractères.

**Machine**

**Cylindres** : Couleur des cylindres.

**Cubes** : Couleur des éléments de machine de forme parallélépipédiques.

**Bouches/Cheminées** : Couleur des bouches de ventilation et de cheminée.

**Topographie**

**Terrains** : Couleur des zones de terrain.

**Plans d'eau** : Couleur des plans d'eau.

**Cours d'eau** : Couleur des cours d'eau.

**Courbes de niveau** : Couleur des courbes de niveau.

**Végétation** : Couleur de végétation

**Bâtiment**

**Murs** : Couleur des murs des bâtiments.

**Dalles** : Couleur des dalles (sol et plafond) des bâtiments.

**Ecrans** : Couleur des écrans

**Infrastructure**

**Routes** : Couleur des routes

**Réseau de transport** : Couleur des réseaux de transport.

**Calcul**

**Couleur des points de contrôle**

**Sources**

**Couleur des sources**

**Couleurs de l'altimétrie**

**Opacité**

**Fenêtres** :

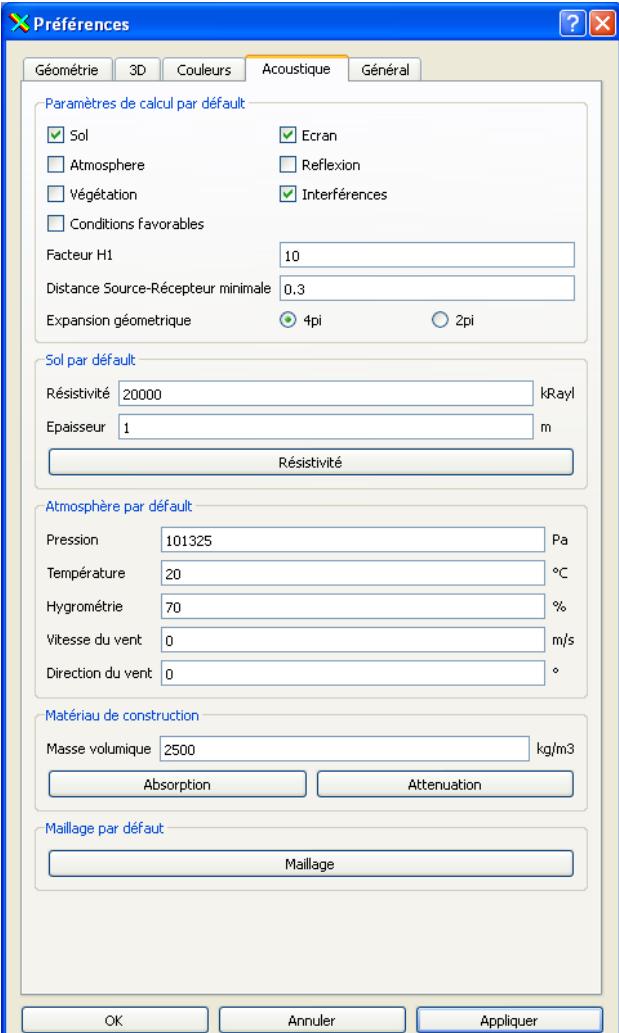
**Altimétrie** :

**Maillages** :

**OK**   **Annuler**   **Appliquer**

## Onglet acoustique

Cet onglet permet de définir les propriétés acoustiques par défaut utilisées dans les calculs et pour la définition des objets métiers.

	<p><b>Paramètres de calcul par défaut</b></p> <p><b>Sol</b> : Case à cocher permettant de définir si les sols définis sont utilisés dans le calcul (coché) ou si un sol totalement réfléchissant est utilisé (décoché)</p> <p><b>Atmosphère</b> : Prise en compte de l'absorption atmosphérique (coché) ou non (décoché).</p> <p><b>Végétation</b> : Prise en compte de la végétation définie (coché) ou non (décoché)</p> <p><b>Conditions favorables</b> : Calcul en conditions favorables de propagation (coché) ou en condition homogène (décoché)</p> <p><b>Ecran</b> : Prise en compte des écrans (coché) ou non (décoché)</p> <p><b>Réflexion</b> : Prise en compte des réflexions sur les parois d'infrastructure (coché) ou non (décoché)</p> <p><b>Interférences</b> : Prise en compte des interférences dans le calcul de la pression acoustique au point de calcul (coché) ou calcul purement énergétique (décoché)</p> <p><b>Facteur H1</b> : Coefficient associé au calcul en conditions favorables permettant de définir la position des réflexions au sol ajouté relativement à la hauteur par rapport au sol de la source et du récepteur.</p> <p><b>Distance Source-Récepteur minimale</b> : Distance Source-Récepteur en deçà de laquelle le calcul n'est plus effectué</p> <p><b>Expansion géométrique 2pi/4pi</b> : Uniquement pour les sources ponctuelles utilisateurs, permet de forcer le diagramme de rayonnement en 2pi ou en 4pi</p> <p><b>Sol par défaut</b></p> <p><b>Résistivité</b> et <b>Epaisseur</b> : Choix de la résistivité du sol (et de l'épaisseur) par défaut</p> <p><b>Bouton Résistivité</b> : Affiche une boîte de dialogue permettant de choisir la résistivité sur une échelle graduée en relation avec des types de sol connus (neige, herbe, asphalte,...)</p> <p><b>Atmosphère par défaut</b></p> <p><b>Pression</b> : Pression atmosphérique par défaut exprimée en Pascal (Pa)</p> <p><b>Température</b> : Température de l'atmosphère par défaut exprimée en degrés Celsius (°C)</p> <p><b>Hygrométrie</b> : Hygrométrie exprimée en pourcentage d'humidité relative</p> <p><b>Vitesse du vent</b> et <b>Direction du vent</b> : Non fonctionnel</p> <p><b>Matériau de construction</b></p> <p><b>Masse volumique</b> : Masse volumique du matériau par défaut ; ce paramètre est uniquement donné à titre indicatif, il n'est pas utilisé dans les calculs</p> <p><b>Bouton Absorption</b> : Donne accès à une boîte de dialogue de saisie du spectre d'absorption du matériau</p> <p><b>Bouton Atténuation</b> : Donne accès à une boîte de dialogue de saisie du spectre d'atténuation du matériau</p> <p><b>Maillage par défaut</b></p> <p><b>Bouton Maillage</b> : Donne accès aux paramètres par défaut des maillages de calcul</p>
--	--

## Onglet Général

Cet onglet donne accès aux paramètres liés à l'historique et à la parallélisation :

The screenshot shows the 'Préférences' dialog box with the 'Général' tab selected. There are two sections: 'Historique' and 'Parallélisation'. In the 'Historique' section, there is a field 'Nombre d'étapes conservées :' with the value '10'. In the 'Parallélisation' section, there is a field 'Nombre de calculs simultanés :' with the value '4'. At the bottom are three buttons: 'OK', 'Annuler', and 'Appliquer'.

**Historique**  
**nombre d'étapes conservées :** nombre d'annulations / nombre de rétablissements maximum.

**Parallélisation**  
Donne accès au nombre de calculs simultanés

## 2. Outils de navigation dans une scène 3D

### 2.1. Modeleurs

Le rôle des « modeleurs » est de créer, mettre en place et modifier les éléments d'un projet.

Il existe un modeleur par type d'objet créé :

- Un modeleur de site ;
- Un modeleur de machine ;
- Un modeleur de bâtiment.

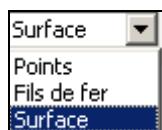
Il est important de se placer dans le modeleur correspondant à l'objet en question pour pouvoir réaliser l'action souhaitée. Par exemple, si on souhaite positionner un bâtiment ou une machine par rapport à un site, il faut se placer dans le modeleur du site dans lequel on veut positionner l'élément. Pour cela, il suffit de double cliquer sur l'item du site dans la fenêtre de gestion de site. De même, si on veut modifier une machine, un double clic sur l'item de la machine considérée ouvrira son modeleur machine.

Le modeleur dans lequel l'utilisateur travaille est indiqué dans la barre située au-dessus de la barre d'outils.

### 2.2. Vues et Rendus

Quatre types de vues sont possibles dans les fonctionnalités directement accessibles depuis la barre d'outils associée à la fenêtre du modeleur 3D : « dessus », « gauche », « face » et « perspective ». Une cinquième vue est également disponible : « mobile ». Cette vue « mobile » permet à l'utilisateur de se mouvoir dans la scène comme un observateur présent sur le site.

La vue de « dessus » ou 2D est la vue la plus communément utilisée. Elle permet, en outre, de créer les différents éléments de la scène.



Aux types de vues s'ajoute un type de rendu où il est possible d'afficher la scène 3D en « fils de fer » ou en remplaçant les faces (rendu « Surface »). Le rendu peut également être en « Points ».

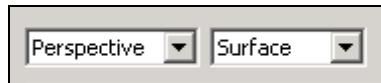
### 2.3. Autres outils

	« Recadrer la vue » Repositionne la caméra courante afin de visualiser tous les éléments présents dans la scène 3D.
	« Grille et axes » Affiche ou masque la grille et les axes. Ses dimensions (en mètres) peuvent être modifiées à partir de la boîte de dialogue des préférences.
	« Afficher/Masquer l'échelle » Affiche ou masque l'élément graphique représentant l'échelle (en bas à droite) de la vue courante en fonction du niveau de zoom.
	« Grille magnétique et angles entiers » La grille magnétique est utilisée pour le placement des éléments dans la scène. Ses caractéristiques peuvent être modifiées à partir de la boîte de dialogue des préférences (Onglet Géométrie).
	« Spécifier les coordonnées de la caméra » En (X, Y, Z) uniquement en vue « Mobile »

## 2.4. Caméra

Il est possible :

- d'une part, d'utiliser la caméra pour zoomer la vue. Pour cela, cliquer sur l'icône « Caméra » :  ;
- Et d'autre part, de passer en « Perspective » pour visualiser la scène en 3D avec un zoom approprié.



La molette de la souris permet de zoomer/dézoomer la vue 3D ; Shift+clic maintenu permet de se déplacer latéralement à gauche/droite/bas/haut ; un clic maintenu avec la souris permet de modifier l'angle de vue en perspective.



Zoomer au maximum en utilisant l'icône « Caméra » et la roulette de votre souris.

La « Caméra pas à pas » : Code\_TYMPAN permet un positionnement précis du point de vue sur la scène en translation, en rotation et en zoom.

### **3. Création de modèles simples**

Les tutoriels qui suivent sont destinés à ceux qui veulent réaliser des modèles simples.

#### **3.1. Cas 1 : modèle source/récepteur sur terrain plat**

##### **3.1.1. Définitions**

###### **Source**

Dans Code\_TYMPAN, les objets rayonnants sont : les sources ponctuelles, les machines et les bâtiments.

Dans cette partie, nous proposons un modèle permettant de créer une source ponctuelle.

La source ponctuelle est un élément rayonnant simple que l'utilisateur peut placer n'importe où dans le site. Une source ponctuelle rayonne de manière sphérique ou hémisphérique.

###### **Récepteur**

Dans Code\_TYMPAN, les récepteurs ou « points de recalage » sont appelés «points de contrôle». Ils permettent d'effectuer un calcul en un point précis. Il est possible de créer des grilles de récepteurs, appelées maillage dans l'application. Cette notion sera vue dans la partie « du débutant à l'expert ».

###### **Spectre**

Le spectre est une propriété de la plupart des objets manipulés par Code\_TYMPAN.

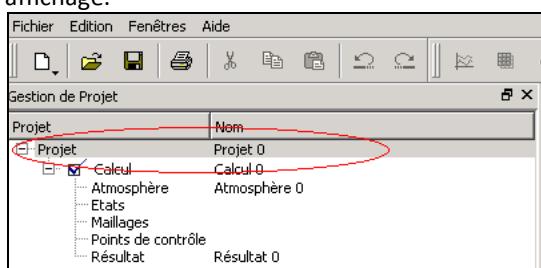
Quatre types de spectres sont possibles dans Code\_TYMPAN. Les différents types de spectre manipulés par Code\_TYMPAN sont les spectres : d'atténuation, d'absorption, de pression ou de puissance. Le type de spectre dépend du contexte. Code\_TYMPAN manipule des spectres en tiers d'octave sur une gamme de fréquences allant de 16 à 16000 Hz.

##### **3.1.2. Tutoriel 1 : source et récepteur sur terrain plat**

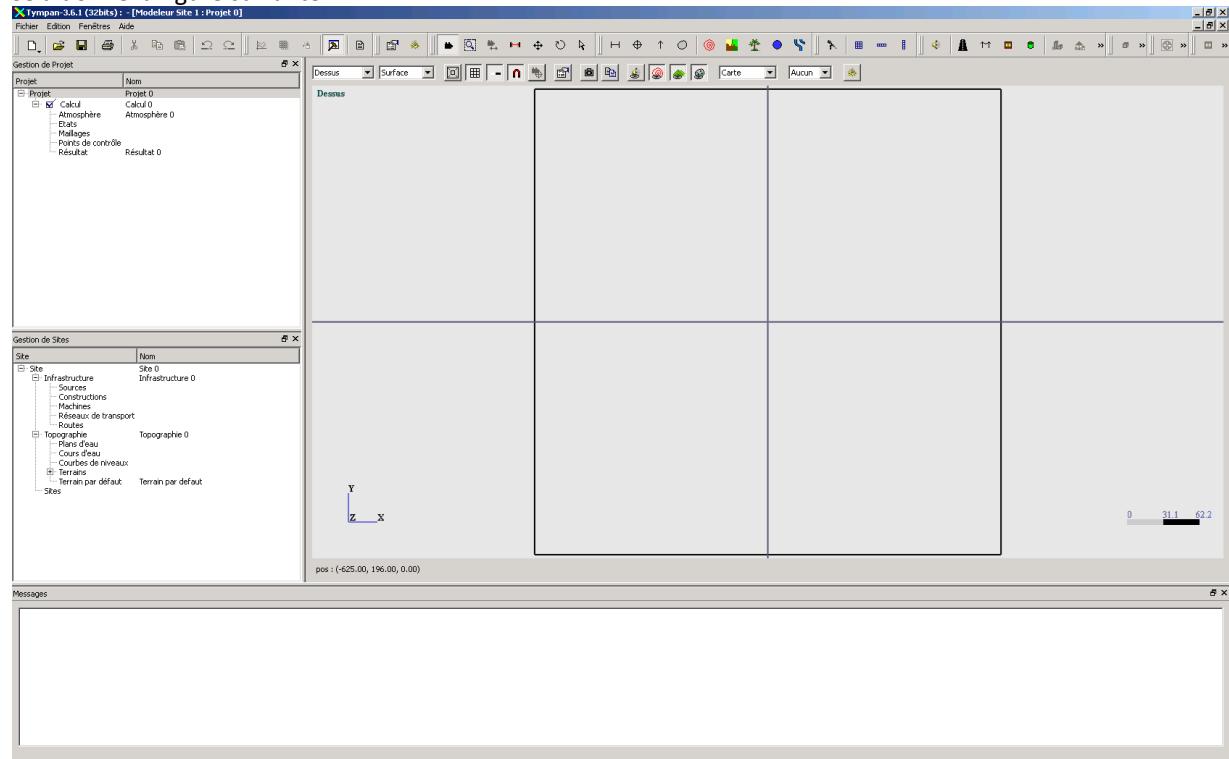
Ce premier modèle permet de mettre en scène deux éléments des plus basiques de Code\_TYMPAN : une source ponctuelle et son récepteur, sur un terrain plat ce qui ne demande pas de définir une quelconque topographie. Cette dernière sera vue un peu plus loin. Nous allons donc apprendre à calculer la contribution d'une source ponctuelle en un point sur un terrain plat.

###### **Créer un nouveau projet**

- Tout d'abord, créer un nouveau projet : cliquer dans Fichier/Nouveau.../Nouveau Projet
- Double-cliquer sur « Projet » dans la fenêtre « Gestion de Projet », pour ouvrir le modeleur de Site de Projet de la fenêtre d'affichage.



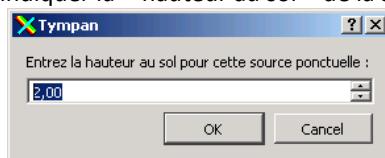
Cela donne la figure suivante :



### Positionner une source et saisir ses propriétés acoustiques

- Cliquer sur l'icône « Source ponctuelle » 
- Placer la « Source ponctuelle » en cliquant sur la fenêtre principale du modeleur de site à l'endroit désiré.

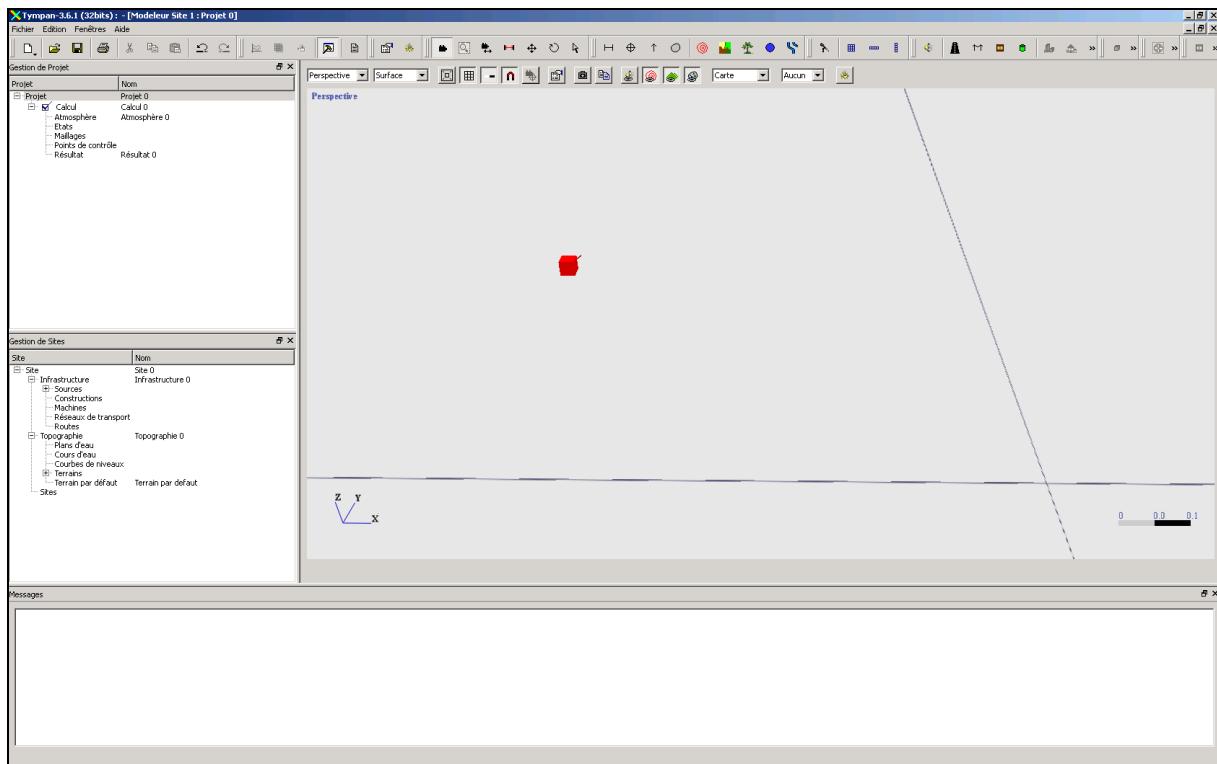
Une boîte de dialogue, demandant d'indiquer la « hauteur au sol » de la source ponctuelle, apparaît :



- Taper la hauteur souhaitée (2.00 par défaut) et cliquer sur le bouton « OK » pour valider.

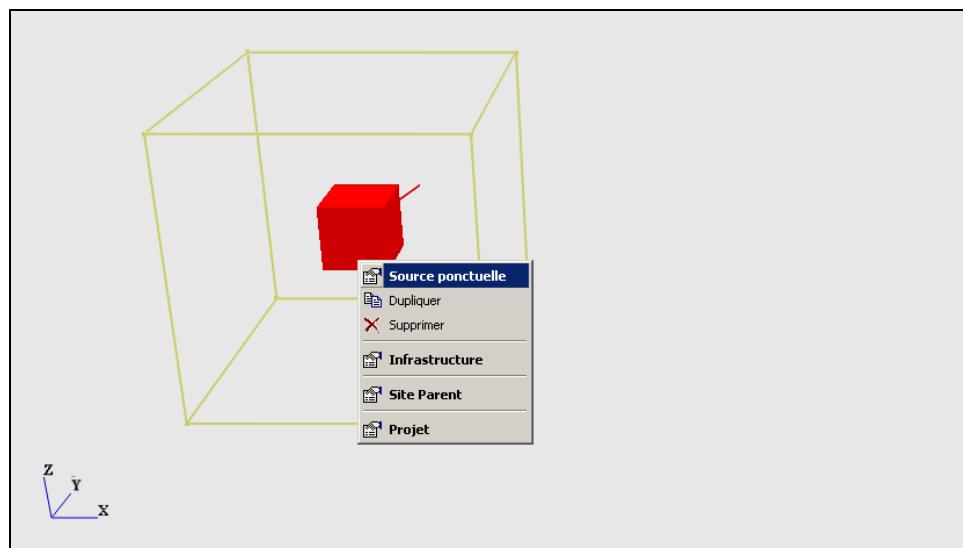
Remarque :

Il est utile de se placer dans une vue en perspective afin de visualiser les différents éléments, mais l'édition/création ne peut se faire qu'en vue de dessus.



Nous avons bien placé une source sur notre terrain plat, mais ses caractéristiques n'ont pas été définies. Pour le faire :

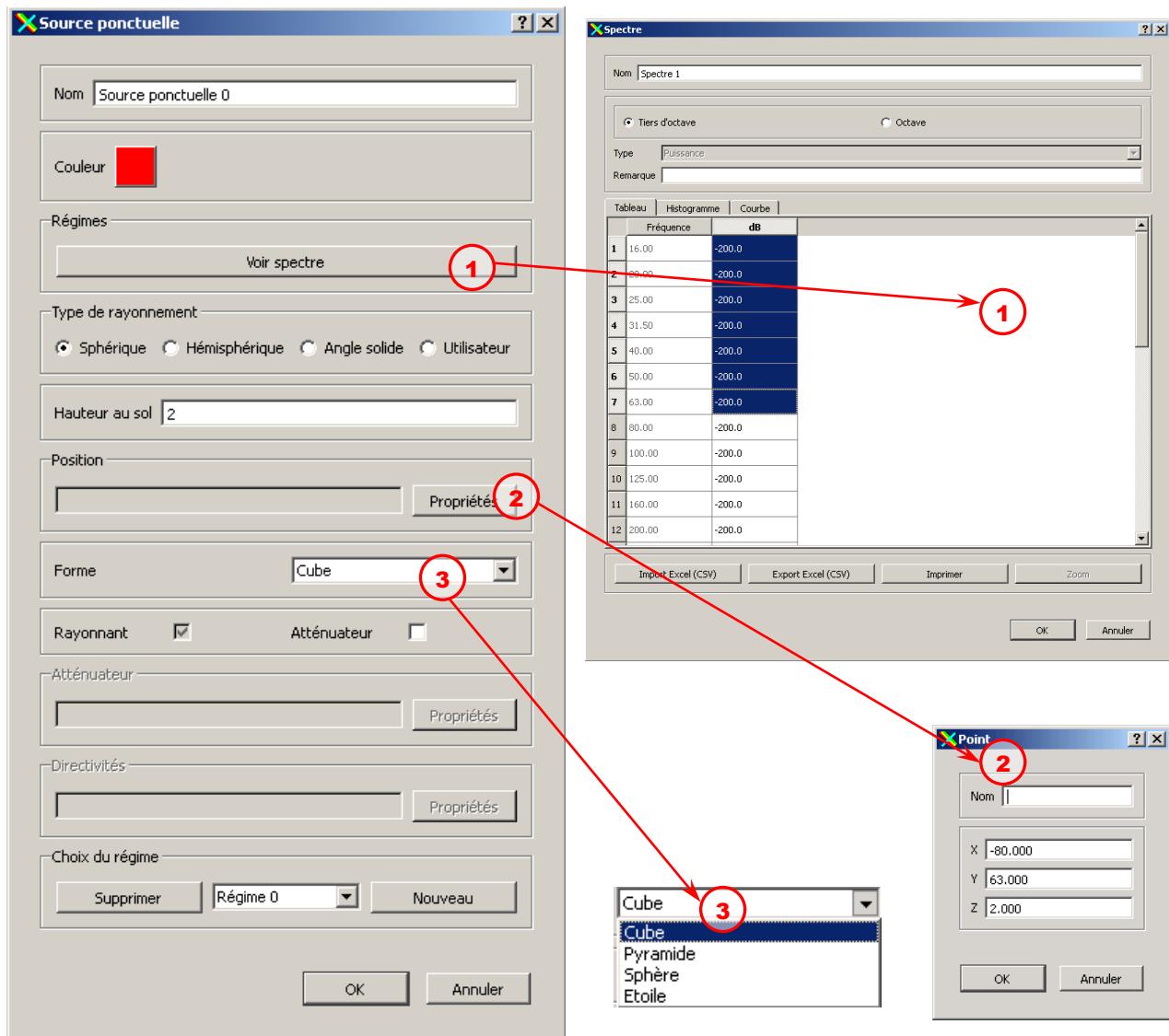
- Clic-droit sur la « source » : un menu contextuel apparaît comme ci-dessous :



**Figure 5 : Menu contextuel d'une « source ponctuelle »**

- Cliquer sur l'item « Source ponctuelle ».

La boîte de dialogue des propriétés de la source apparaît comme ci-dessous. Elle permet, en outre, de paramétrer un grand nombre d'informations de la source comme : le nom ; les caractéristiques acoustiques ; le type de rayonnement ; la hauteur au sol ; la position 3D ; la forme visuelle...



Les spectres de puissance permettent de caractériser la plupart des objets rayonnants utilisés par Code\_TYMPAN, dont la source ponctuelle de notre exemple.

- Cliquer sur le bouton « Voir le spectre », la boîte de dialogue « Spectre » apparaît. (1)

Les caractéristiques des spectres sont accessibles au moyen de cette boîte de dialogue, qui comporte trois onglets donnant accès aux valeurs par fréquence ainsi qu'à une représentation graphique. Il est aussi possible de saisir et de visualiser des spectres en octaves (gamme de 31.5 Hz à 8000 Hz). La sélection se fait à l'aide des deux boutons radio marqués : « Tiers d'octave » et « Octave ».

La saisie des valeurs s'effectue dans l'onglet « Tableau ». Il est possible de saisir une valeur unique dans plusieurs cellules en sélectionnant plusieurs cellules, puis en saisissant la valeur souhaitée et en validant avec la touche « Entrée » du clavier. Nous prendrons, pour notre exemple-ci, la valeur 100 (dB).

- Lorsque plusieurs éléments présentent le même spectre de puissance, il est possible de ne le rentrer qu'une seule fois dans Code\_TYMPAN, de l'exporter et enfin de l'importer ensuite dans d'autres éléments. (cf. § 4.6 comment importer/exporter)

Cliquer sur le bouton « Propriétés » dans le cadre « Position ». La boîte de dialogue « Point » apparaît. (2). Cette boîte de dialogue indique et/ou permet d'ajuster la position de la source ponctuelle par rapport au centre du repère de travail de Code\_TYMPAN (position [0,0]).

L'aspect 3D de la source ponctuelle peut être définie de la façon suivante (3) :

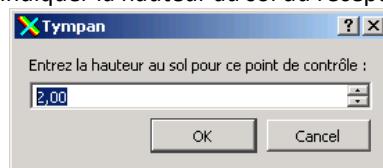
- Cliquer dans la fenêtre déroulante « Cube » et choisir la forme désirée. (On restera dans notre exemple sur l'aspect « Cube ».)
- Positionner un récepteur

Le « Récepteur » permet d'effectuer un calcul en un point qui peut être positionné précisément par l'utilisateur.

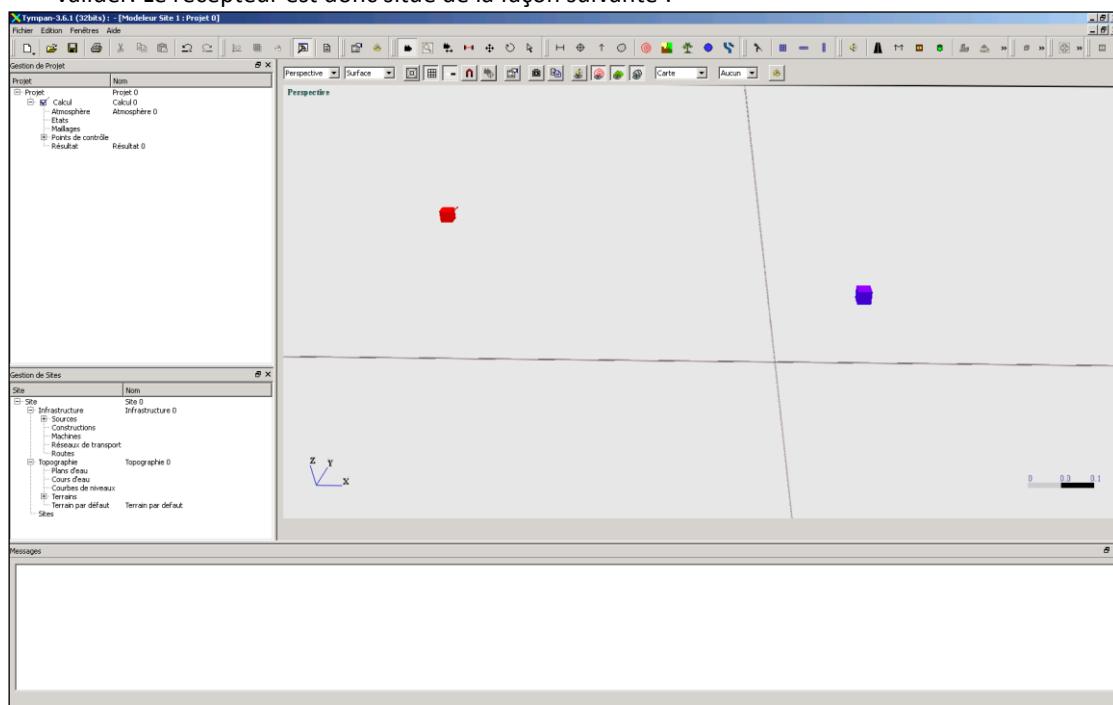


- Cliquer sur l'icône « Point de contrôle »
- Placer le « Récepteur » à l'endroit désiré dans le modeleur de site principal (de la même façon que pour la « Source ponctuelle »). Pour le faire, se remettre en vue de « Dessus », ensuite, cliquer dans le cadre haut droit, par exemple.

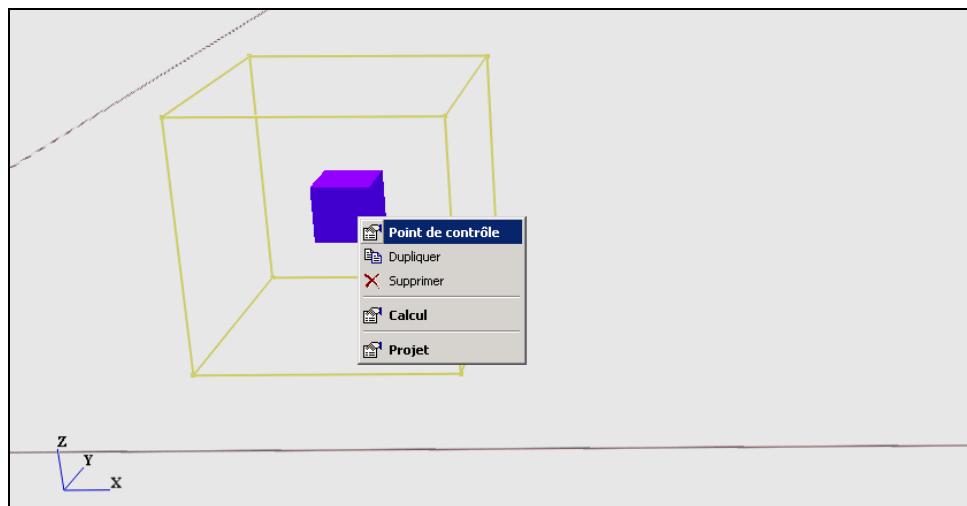
Une boîte de dialogue, demandant d'indiquer la hauteur au sol du récepteur, apparaît :



- Taper la hauteur souhaitée. On prendra 1,50 m (2.00 par défaut). Cliquer sur le bouton « Ok » pour valider. Le récepteur est donc situé de la façon suivante :



- Clic droit sur le « Récepteur » : un menu contextuel apparaît :



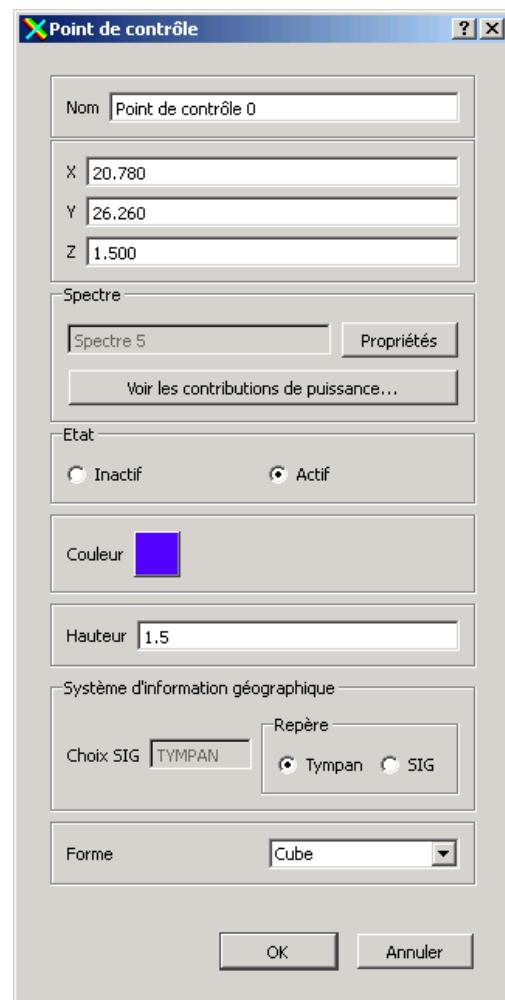
- Cliquer sur l'item « Point de contrôle ».

La boîte de dialogue de propriétés du « Récepteur » apparaît comme ci-dessous. Elle permet, en outre, de paramétrer les caractéristiques suivantes : le nom ; la position 3D (en coordonnées : X, Y, Z) ; le spectre et les contributions de puissance ; l'état du récepteur (actif ou inactif) ; la couleur visuelle ; la hauteur au sol ; le système d'information géographique ; la forme visuelle...

- Auparavant, cliquer sur l'icône  « Mettre à jour l'altimétrie » afin de mettre à jour les coordonnées géométrique de l'élément. La hauteur H est donc égale à Z, puisque les éléments sont sur un terrain plat.

Remarque :

On peut définir l'état du « Point de contrôle » en cliquant sur le bouton-radio « Actif » ou « Inactif ». L'état inactif d'un point de contrôle signifie que le récepteur n'est pas pris en compte. Code\_TYMPAN n'effectuera pas les calculs pour ce récepteur.



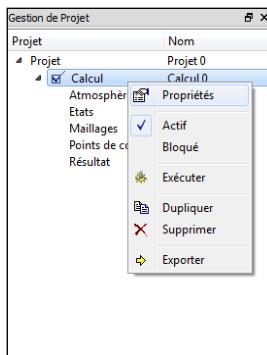
## Paramétrage et lancement d'un calcul

Le calcul définit :

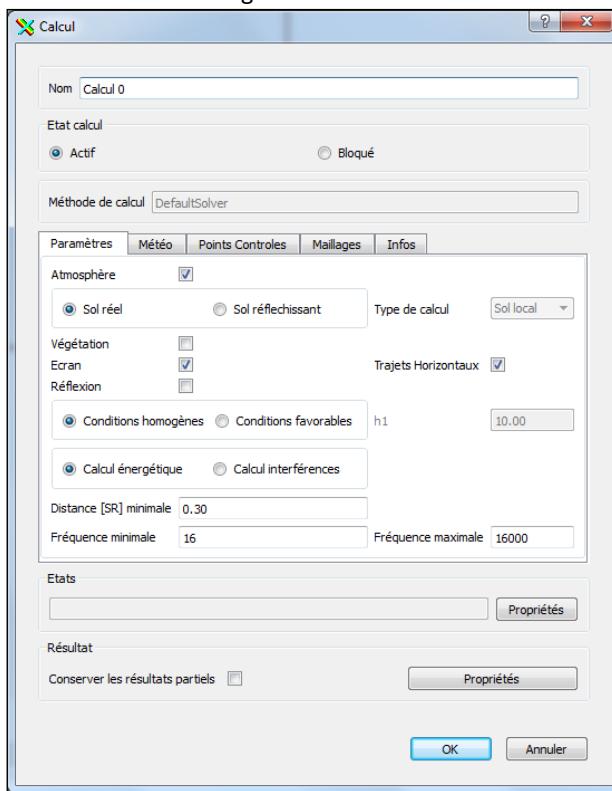
- Les éléments (sources / machines / bâtiments) dont l'utilisateur souhaite évaluer l'influence ;
- L'état de ces éléments (rayonnant / non rayonnant, régime de fonctionnement) ;
- Les points où sont effectués les calculs (points de contrôles ou maillages de points) ;
- Les phénomènes physiques à prendre en compte (absorption atmosphérique, effet de sol, diffractions sur les obstacles, réflexions sur les parois, ...)

L'accès aux propriétés du calcul se fait dans l'arborescence de projet, de la manière suivante :

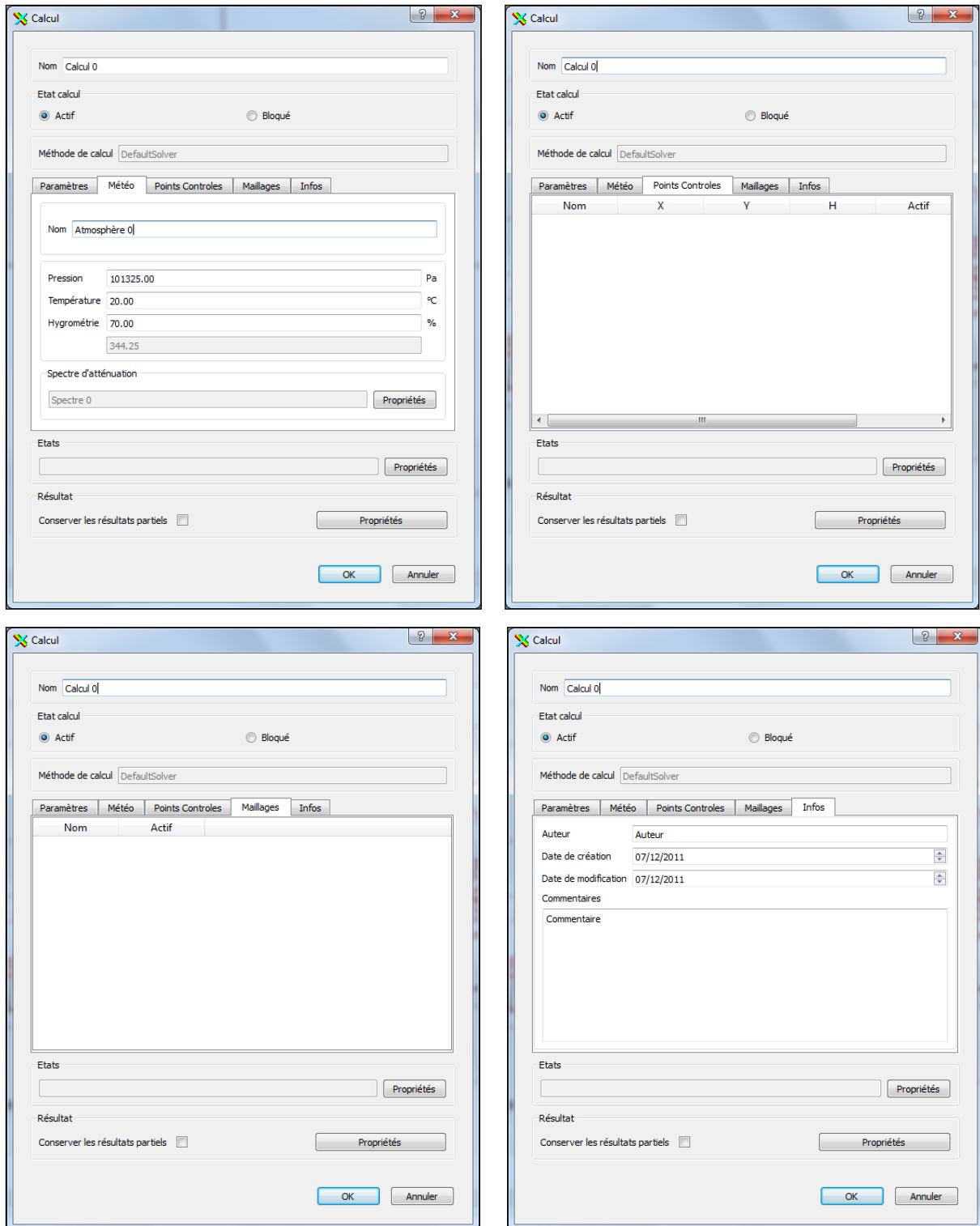
- Double Clic sur l'item « Calcul » ou Clic-droit sur l'item Calcul / Propriétés, dans la fenêtre Gestion de Projet / Projet / ... comme ci-après :



- La boîte de dialogue des propriétés du calcul apparaît. Elle permet de spécifier toutes les options possibles du calcul dans les différents onglets.



**Figure 6 : Boîte de dialogue des propriétés du « Calcul » et ses différents onglets**



**Figure 7 : Les différents onglets des propriétés de « Calcul »**

L'utilisateur dispose de cinq onglets lui permettant de définir les options de calcul approprié, par des cases à cocher ou des zones de saisie pour définir des paramètres complémentaires.

#### Remarque

Le détail des options des calculs sera vu dans la deuxième partie, la partie « Expert », de la documentation des Utilisateurs au Code\_TYMPAN.

## Visualiser un résultat

Dans notre exemple, nous lancerons simplement le calcul courant.



Pour cela, Cliquer sur l'icône « Lance le calcul courant ». La « fenêtre de Messages » affiche passivement toute sorte de messages destinés à l'utilisateur et indique quand le calcul est terminé comme ci-après :

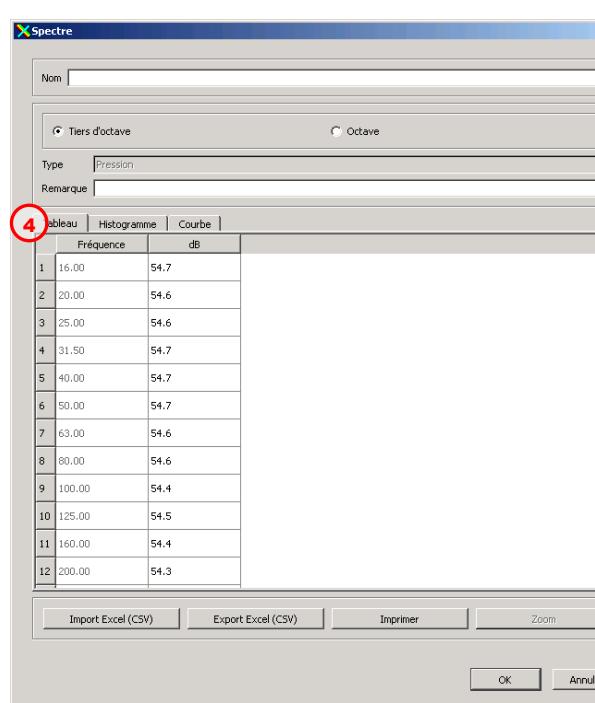
```
5:46:32 ****
5:46:33 Finalisation des résultats (post-traitement)...
5:46:33 Temps de calcul : 00,511 sec. (511 msec.)
5:46:33 Calcul terminé.
```

**Figure 8 : Fenêtre de Messages : Calcul terminé**

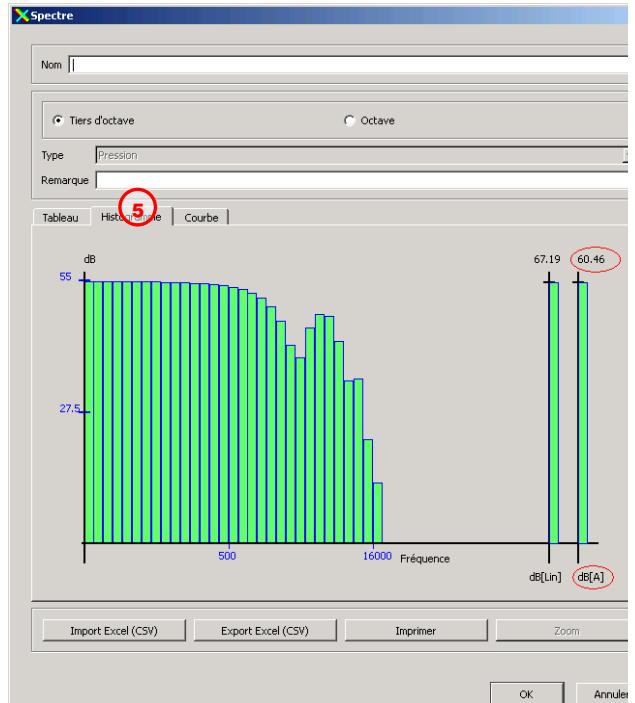
Deux manières de procéder pour visualiser les résultats. La première par le « Récepteur », et la seconde dans la fenêtre « Projet » puis « Calcul » et « Résultat ».

### A) Résultats locaux aux récepteurs

- Ouvrir les « propriétés » du récepteur (ou point de contrôle) vu comme précédemment.
- Cliquer dans le bouton « propriétés » du cadre « Spectre ».
- 



**Figure 9 : Saisie du spectre d'une source**

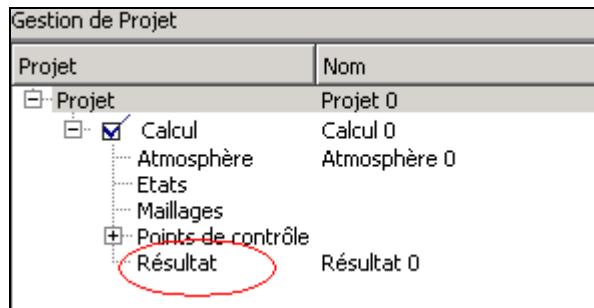


**Figure 10 : Visualisation du spectre d'une source**

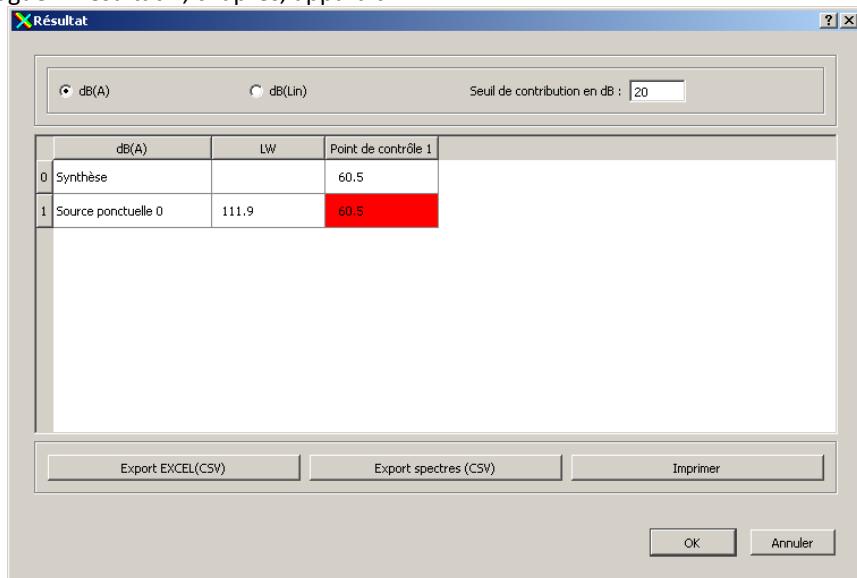
La boîte de dialogue du « Spectre » du Récepteur comporte trois onglets – « Tableau » (4) ; « Histogramme » (5) ; « Courbe » - donnant accès aux valeurs par fréquence (onglet 4), ainsi qu'à une représentation graphique (onglet 5 et onglet Courbe). La représentation en histogramme indique, en outre, la valeur globale en dB(A) reçue au récepteur, soit dans notre exemple : 60.5 dB(A).

**B) Résultats globaux du calcul**

- Double-cliquer dans « Résultat » de la fenêtre « Projet ».



La boîte de dialogue « Résultat », ci-après, apparaît :



**Figure 11 : Tableau de Résultats**

Le résultat au Récepteur apparaît dans cette fenêtre, indiquant la contribution des sources utilisées dans le calcul à ce point.

**Remarque :**

La notion de seuil de contribution sera expliquée dans la deuxième partie de la documentation utilisateur Code\_TYMPAN.

## 3.2. Cas 2 : importation et mise à l'échelle d'une image de fond

### 3.2.1. Notions d'image de fond

De façon générale, un site permet de définir l'environnement sur lequel sont effectués les calculs. Il comporte une topographie et une infrastructure. La topographie joue un rôle important dans la propagation des ondes acoustiques. Il est nécessaire d'aborder cet aspect du problème dès le début de la modélisation.

L'insertion d'une image de carte topographique d'un site à modéliser simplifie le travail.

Plusieurs formats d'images de fond sont possibles dont le .bmp et .jpg. Afin de diminuer la taille du fichier, opter pour un format de type .jpg et une image de taille la plus petite possible afin de fluidifier le travail selon la puissance de l'ordinateur.

Astuce :

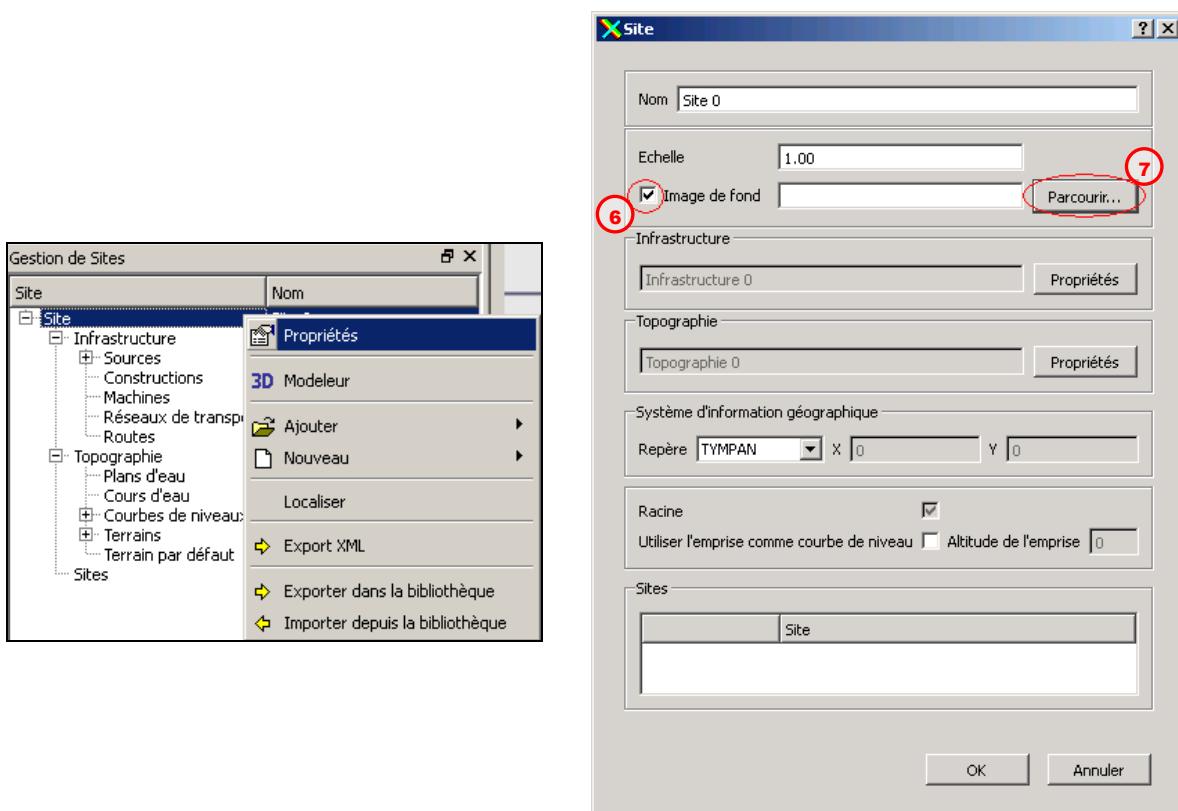
Il est conseillé de définir un répertoire particulier pour les images de fonds pour faciliter la gestion des fichiers et leur utilisation.

### 3.2.2. Tutoriel 2 : importer et mettre à l'échelle une image de fond

Ce deuxième tutoriel nous apprend à insérer une carte topographique au site, et à mettre l'image de fond à l'échelle de Code\_TYMPAN.

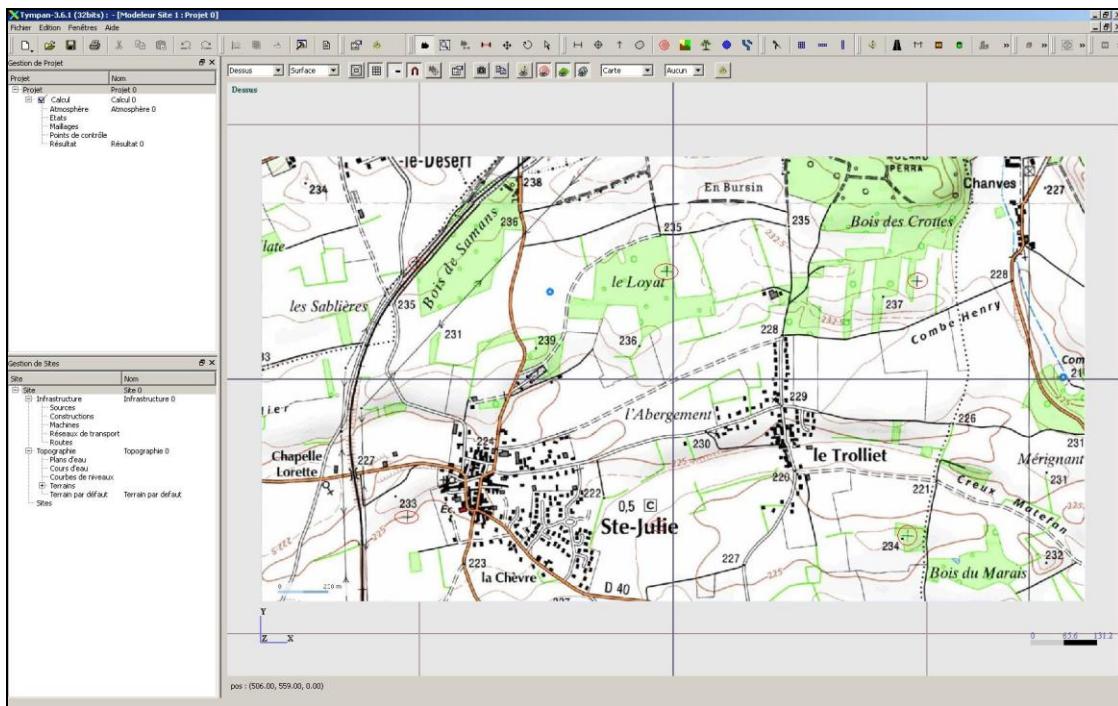
L'importation d'une image de fond (type IGN par exemple) se fait de la façon suivante :

- Clic droit sur « Site » dans la fenêtre « Gestion de Sites ». Un menu contextuel apparaît.
- Cliquer dans « Propriétés », la boîte de dialogue « Site » apparaît, comme ci-après :



**Figure 12 : Fenêtre propriétés de Site**

- Cocher dans « Image de fond » ( 6 ), puis cliquer sur le bouton « Parcourir » ( 7 ) afin de sélectionner le fichier de la carte IGN en validant le choix par « ouvrir ».
- Cliquer sur le bouton « Ok » pour terminer. La carte IGN apparaît dans la fenêtre d'affichage de Code\_TYMPAN, comme ci-après, en vue 2D :



Il est impératif de régler correctement l'échelle du site avant de représenter les divers éléments de topographie. Code\_TYMPAN permet d'appliquer une échelle au plan de travail à partir de deux points ayant une distance réelle connue.

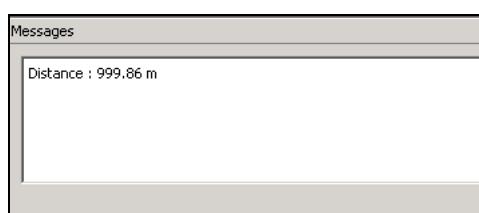
Pour cela :

- Cliquer sur l'icône :  « Echelle »
- Sur la carte IGN, cliquer sur la première croix (entourée en rouge), maintenir jusqu'à la deuxième croix et lâcher le clic. Une boîte de dialogue apparaît et demande la distance réelle entre les deux croix (en mètres).
- Cliquer sur « Ok ».

La carte se met automatiquement à l'échelle de Code\_TYMPAN.

Il est possible de vérifier la distance affichée de Code\_TYMPAN. Pour cela :

- Cliquer sur l'icône  « Règle ». Cet outil permet de mesurer les distances, uniquement sur les vues 2D de Code\_TYMPAN. La distance est affichée continuellement sur le trait tracé lorsque le bouton gauche de la souris reste enfoncé, et la distance finale est affichée dans la fenêtre de Messages une fois le bouton gauche de la souris relâché.



### 3.3. Cas 3 : création d'une topographie

#### 3.3.1. Définitions

##### Infrastructure

L'infrastructure de Code\_TYMPAN est l'ensemble des éléments actifs du site. Ces derniers sont des éléments susceptibles de rayonner ou de modifier le chemin acoustique entre une source et un récepteur. L'infrastructure contient les sources ponctuelles ; les machines ; les bâtiments ; les écrans ; les routes ; les réseaux de transport.

Tous les éléments rayonnant sont caractérisés par un ensemble de régimes (au moins un). (Le régime sera défini plus loin dans la partie II de la documentation).

##### Topographie

La topographie joue un rôle important dans la propagation des ondes. Il est nécessaire d'aborder cet aspect du problème dès le début de la modélisation dans Code\_TYMPAN.

Plusieurs éléments peuvent être représentés : les variations de niveau (falaises, vallons...), les voies d'eau (fleuve, lac...) et les caractéristiques du sol (gazon, garrigue...). La barre d'outils de topographie de Code\_TYMPAN permet de reproduire les différents éléments topographiques du site par superposition d'une carte.

##### Emprise

L'emprise permet de délimiter l'étendue géographique d'un site.

Il est possible de la définir comme une courbe de niveau fermée qui sera prise en compte dans le calcul de l'altimétrie.

##### Courbes de niveaux

Les courbes de niveaux sont les éléments descriptifs du relief. Elles sont constituées d'un ensemble de poly lignes. Les points qui définissent ces poly lignes sont utilisés pour créer l'altimétrie. A chaque poly ligne est associée une altitude. L'objet « Courbes de niveaux » est dessiné directement sur le modeleur de site en sélectionnant l'outil approprié.

##### Altimétrie

L'altimétrie est construite à partir des éléments saisis dans la topographie (courbes de niveaux, plans d'eau...) qui définissent l'altitude en certains points. Elle est constituée d'un maillage à mailles triangulaires construit à l'aide de l'algorithme de Delaunay.

Avant de construire le maillage, Code\_TYMPAN ajoute des points sur les courbes de niveaux afin d'obtenir un maillage plus représentatif et mieux structuré. Le nombre de points rajoutés dépend du paramètre « Distance minimale entre deux points », paramètre défini dans les propriétés du projet. Il est possible de modifier cette valeur localement à une courbe de niveau. (Plus il y a de points, plus la triangulation est fine et représente au mieux le relief. Plus il y a de triangles, et plus le temps de calcul de Code\_TYMPAN est long).

De plus, l'algorithme de Delaunay utilise le paramètre « Tolérance pour la triangulation de Delaunay », défini dans les propriétés du projet et pour filtrer les points utilisés pour la création du maillage. Ce paramètre permet d'éliminer les points trop proches les uns des autres, relativement à la taille du domaine à mailler. Il est conseillé d'utiliser une valeur inférieure à 1/1000.

#### 3.3.2. Tutoriel 3 : source/récepteur sur terrain non plat

Ce troisième tutoriel reprend le modèle du tutoriel 1 en mettant en scène la source ponctuelle et son récepteur. Le terrain considéré n'est plus plat, mais possède une topographie, c'est-à-dire, qu'il est muni d'une altimétrie. Nous allons donc apprendre à calculer la contribution d'une source ponctuelle en un point sur un terrain non plat.

Ce troisième modèle peut se réaliser à partir des modèles précédents (source et récepteur, ainsi que l'importation d'une image de fond de type carte IGN).

Remarque :

Lecture des indications de niveau sur une carte IGN :

- En rouge épais : altitude multiple de 25 m.
- En rouge fin : courbe de niveau de 5 m en 5 m
- En pointillé : courbe de niveau de 2.5 m en 2.5 m
- Point noir : altitude en un point

Pour dessiner une ligne de niveau, suivre les étapes suivantes :

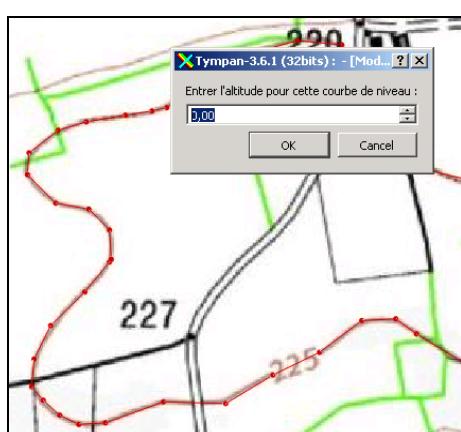
- Cliquer sur l'icône  « courbe de niveau » dans la barre d'outils « Topographie ». Cet outil va permettre de créer une poly ligne représentant une courbe de niveau. Elle est définie par un ensemble de points reliés par des droites.

Pour représenter la ligne de niveau, procéder de la manière suivante :

- Cliquer sur la courbe de l'image de fond. Un point apparaît (①) et permet de continuer le dessin de courbe (②). Cliquer un peu plus loin au plus près du tracé de la courbe pour représenter le prochain point (③). La courbe de niveau est ainsi constituée par un ensemble de points et de droites (④ et ⑤).



- Pour terminer la courbe, taper « Entrée ». Une boîte de dialogue s'ouvre et demande l'altitude de la courbe de niveau. Taper l'altitude désirée.



N.B. : Il est possible d'annuler le dernier point placé d'une courbe de niveau à l'aide d'un simple clic droit sur le plan de travail. Pour annuler la création d'une courbe de niveau, taper « Echap ».

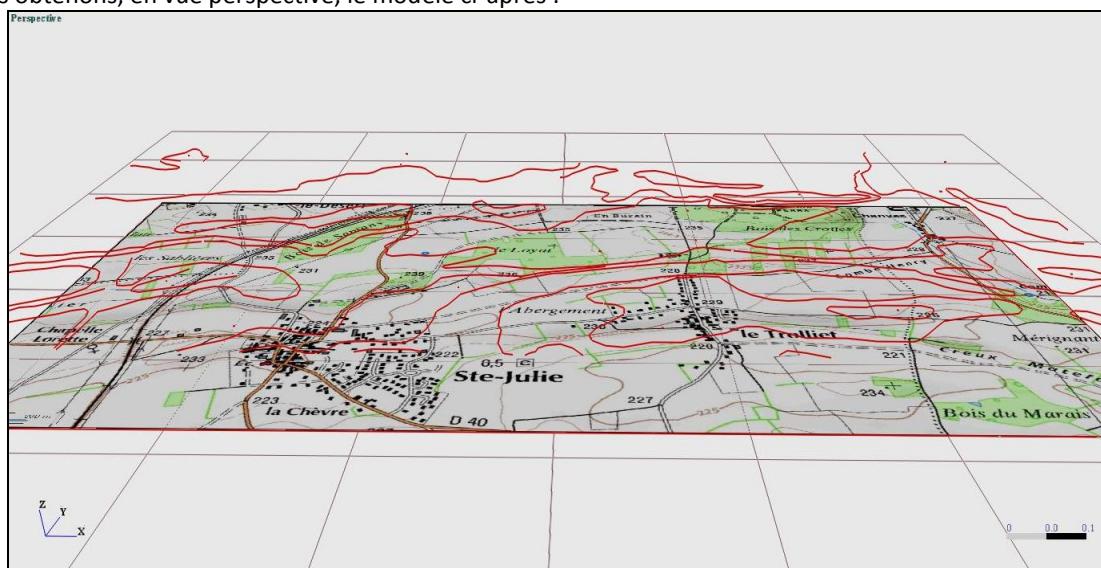
- Délimiter l'étendue géographique du site dans sa globalité comprenant la carte IGN. Pour cela, cliquer sur l'icône « Emprise ».
- Dessiner le contour du site, puis valider en tapant « ↵ Entrée ».
- Enfin, faire le même contour de carte avec une ligne de niveau de référence. Lui attribuer une valeur indicative, par exemple 0.

Remarques importantes :

- Sous Code\_TYMPAN 3.6, l'utilisation de l'emprise comme courbe de niveau ne fonctionne pas. Si l'altitude du contour du site est constante, il faut représenter une courbe de niveau à l'intérieur de l'emprise.

L'emprise du site est souvent source d'erreur dans les calculs, si elle n'est pas bien représentée

Nous obtenons, en vue perspective, le modèle ci-après :



- Mettre à jour l'altimétrie. Pour cela, cliquer sur le bouton de l'icône « Mettre à jour l'altimétrie » (vu précédemment).
- Cliquer sur le bouton « Afficher/masquer l'altimétrie » de l'icône et passer en « Perspective », cela donne :

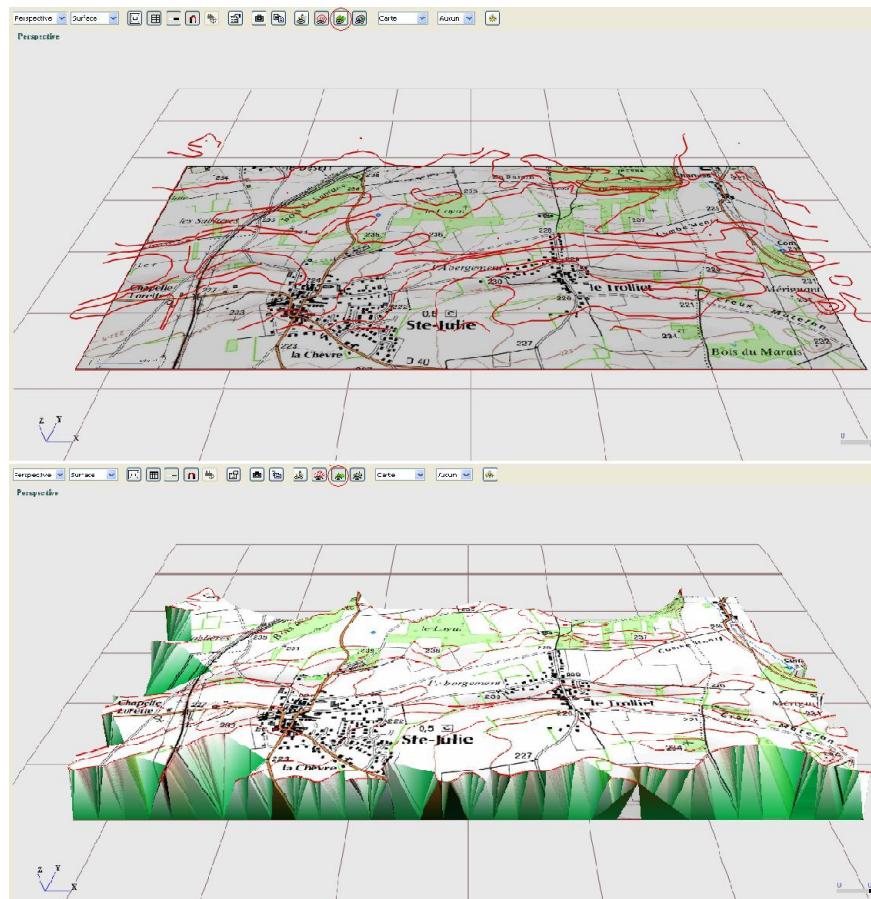


Figure 13 : Vue en perspective du Modèle sans/avec altimétrie affichée

### 3.4. Cas 4 : ajout de bâtiments non rayonnants et d'écrans

#### 3.4.1. Définitions

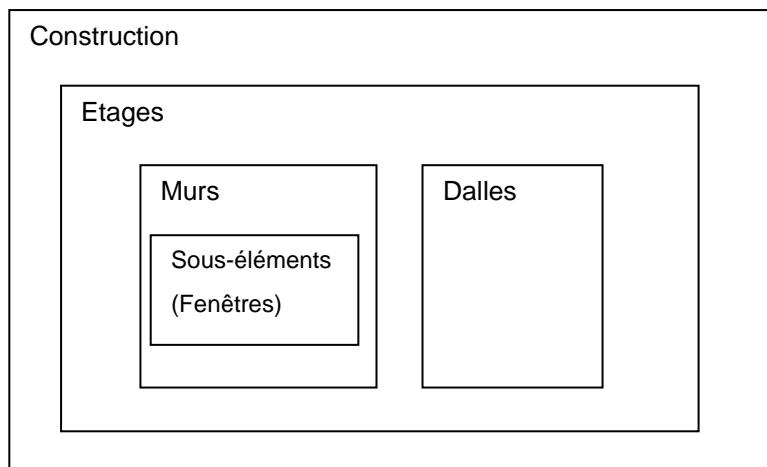
##### Bâtiment

Les bâtiments (ou constructions) sont constitués de volumes. Ces volumes sont nommés étages. Ils sont définis par leurs contours (poly lignes) et construits par élévation de celles-ci. Chaque segment de la poly ligne donne lieu à la construction d'un mur. En outre, le bâtiment peut avoir une forme quelconque.

Il est possible d'ajouter un sous-élément au mur (« fenêtre »). A noter que cette possibilité n'est permise que pour les murs et non pour le toit (« dalle »).

##### Schéma de principe d'une construction

Le schéma ci-dessous résume le principe d'ensembles et sous-ensembles que peuvent constituer une construction.



*Figure 14 : Schéma de principe d'une construction*

##### Ecran

Un écran est un segment de droite, c'est-à-dire une portion de droite délimitée par deux points de la poly ligne, donnant lieu à la construction seule d'un mur.

L'outil « Construction » permet de dessiner un « écran » ou un « bâtiment » constitué d'un seul étage. Pour créer des constructions plus élaborées, il est préférable d'utiliser le modeleur de « bâtiment ».

#### 3.4.2. Tutoriel 4 : Source/récepteur avec bâtiment non rayonnant et écran

Les « bâtiments » ou « constructions » font partie des éléments actifs de l'infrastructure susceptibles de rayonner ou de modifier le chemin acoustique entre une source et un récepteur. Ce quatrième exercice consiste à calculer la contribution d'une source ponctuelle en un point, avec un bâtiment non rayonnant et/ou un écran.

La notion de « Bâtiment rayonnant » sera abordée dans la deuxième partie de cette notice utilisateur.

## Créer un nouveau bâtiment

La création d'un « bâtiment » demande de connaître ses longueurs et largeurs, car une fois tracées, les dimensions ne peuvent plus être changées.

### A) Directement via la barre d'outils

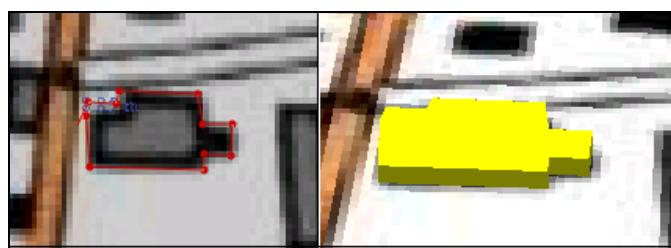
- Cliquer sur le bouton « Construction (étage ou écran) ». Cet outil permet de dessiner le contour d'une construction (étage ou écran) directement sur un plan de masse.
- Dessiner le contour de la construction (de la même manière que pour les courbes de niveaux).
- Taper « Entrée ». Une boîte de dialogue s'ouvre donnant accès à la hauteur des murs à définir. Le champ « **Hauteur au sol** » permet de créer de nouveaux étages à un bâtiment en contenant déjà ou de placer un bâtiment en hauteur.



#### Remarque :

Si la construction est composée de plus de 1 segment, il faut préciser s'il s'agit d'un écran ou d'un étage (par défaut étage).

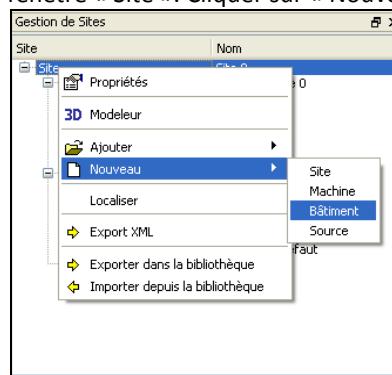
- Cliquer sur « Ok » pour terminer. La construction ainsi tracée apparaît de la manière suivante (à gauche : vue de dessus en phase de dessin ; à droite : vue en perspective) :



### B) Dans l'arborescence de la fenêtre de Gestion de Sites

C'est la manière la plus précise de modéliser un bâtiment complexe.

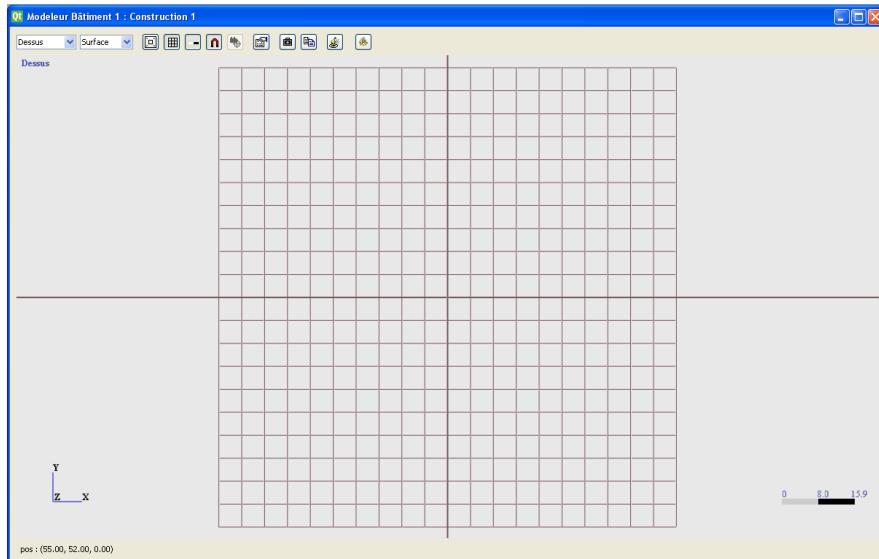
- Clic droit sur « Site » dans la fenêtre « Site ». Cliquer sur « Nouveau / Bâtiment ».



Un modeleur de « Bâtiment » s'ouvre.

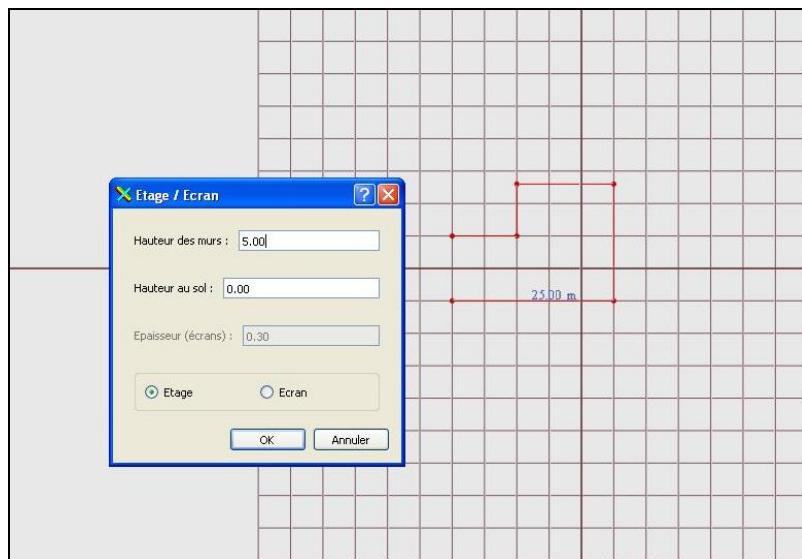


La barre d'outils dédiée est également active.

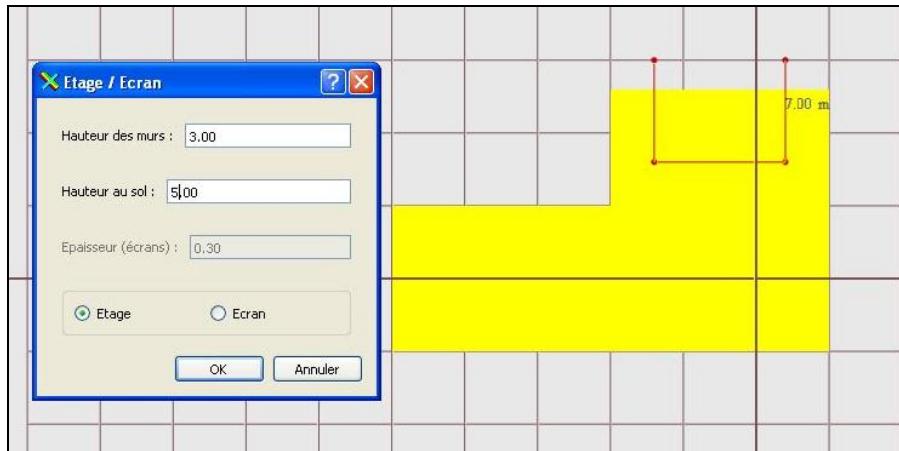


**Figure 15 : Fenêtre modeleur de « Bâtiment »**

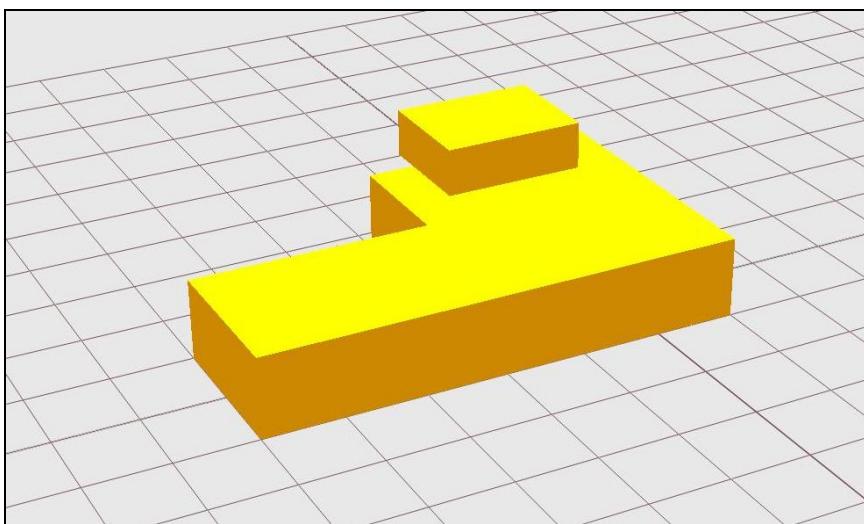
- Cliquer sur l'icône « Etage » de la barre d'outils activée et dessiner les contours du bâtiment désiré. Il n'est pas nécessaire de fermer la courbe ;
- Taper directement sur « Entrée » pour fermer la courbe sur le premier point. Cela ouvre la boîte de dialogue précédente donnant accès à la hauteur des murs et la hauteur au sol de la construction.
- Taper les valeurs désirées et cliquer sur « Ok ».



- Rajouter un étage pour donner un aspect plus complexe de la construction. Cliquer de nouveau sur l'icône « Etage » de la barre d'outils et dessiner les contours de l'étage comme ci-après :

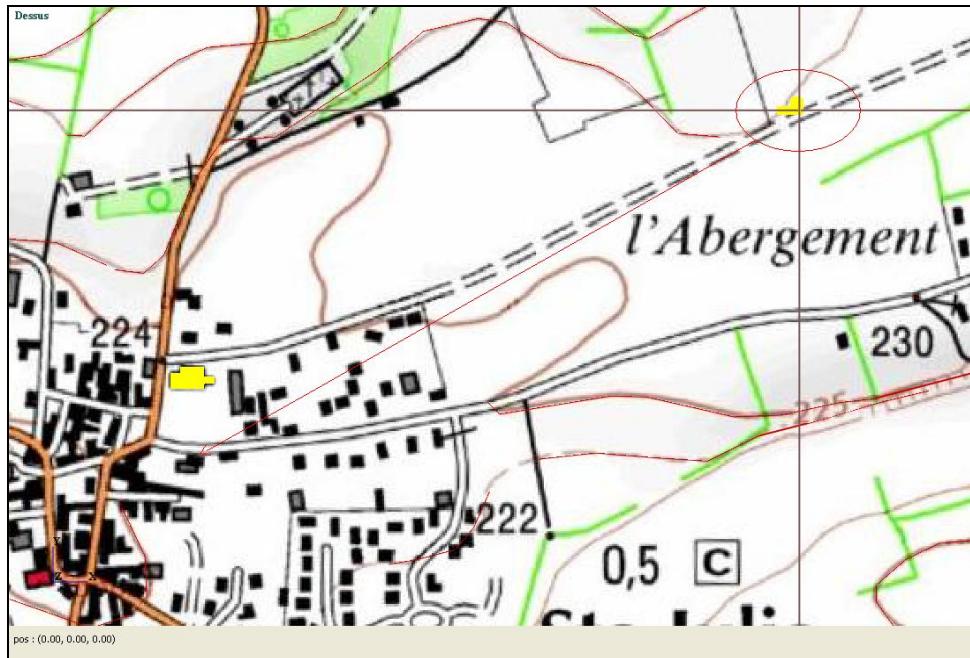


En vue « perspective », cela donne la construction suivante :

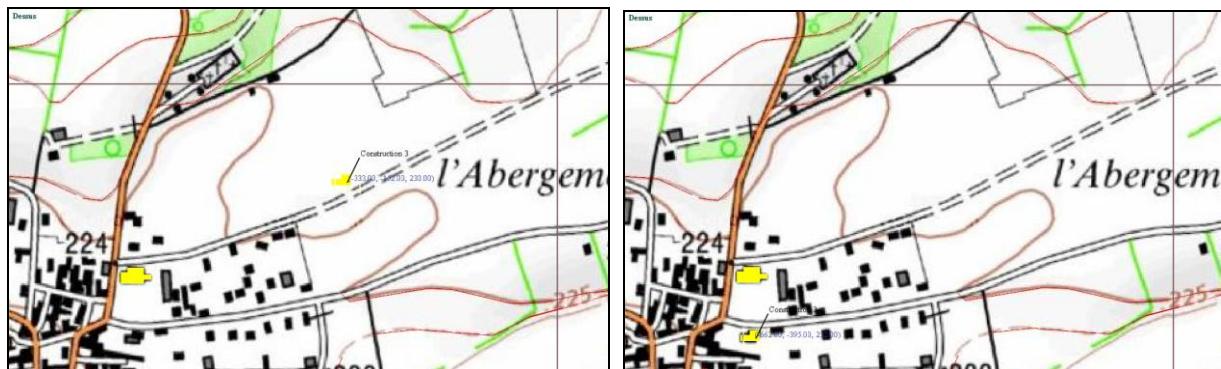


Une fois le modeleur fermé, la construction créée est positionnée au centre du repère du site aux coordonnées : [0, 0, Z] – comme la figure ci-après le montre. Z étant l'altitude de la construction dans le repère de la construction.

Il est possible d'ajouter un sous-élément au mur (« fenêtre »). A noter que cette possibilité n'est permise que pour les murs et non pour le toit (« dalle »). Le modeleur de face d'une construction ne permet d'ajouter qu'un seul élément, appelé « fenêtre ».



Pour déplacer et positionner la construction convenablement à son emplacement, cliquer sur l'icône « Déplacement ». Et cliquer-glisser jusqu'à sa position réelle sur la carte IGN (cf la flèche rouge sur la carte ci-dessus).



**Figure 16 : Déplacement d'une construction par la souris**



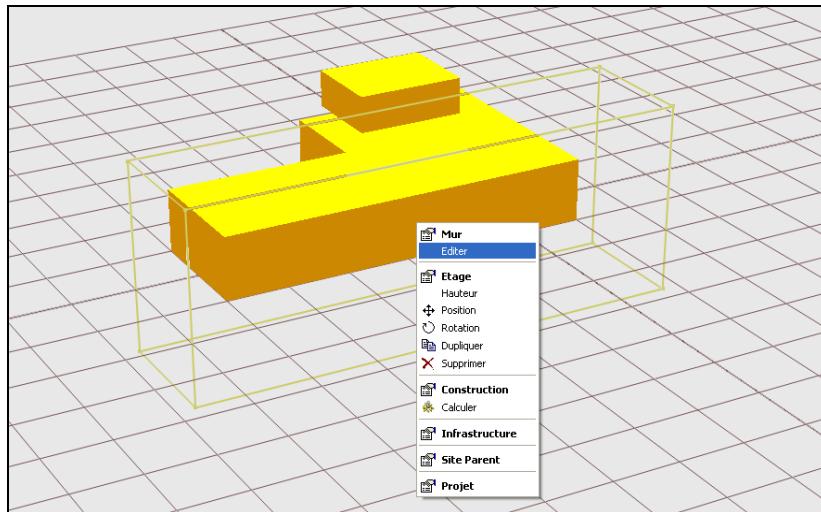
Vous pouvez également cliquer sur l'icône « Rotation » pour effectuer une rotation et orienter la construction convenablement sur le site. Le pas de rotation dépend de celui qui a été défini dans les préférences utilisateurs si l'icône  « Grille magnétique et angles entiers » est active. En la désactivant, la rotation a un pas libre et unitaire.

Remarque :

Pour revenir sur ses pas, dans le cas où les déplacements de construction à la souris s'avéraient inexacts, cliquer sur l'icône  « Annuler » autant de fois que nécessaire. Puis cliquer sur l'icône  « Mettre à jour l'altimétrie » pour retrouver le bâtiment à son point d'origine lors du dernier enregistrement.

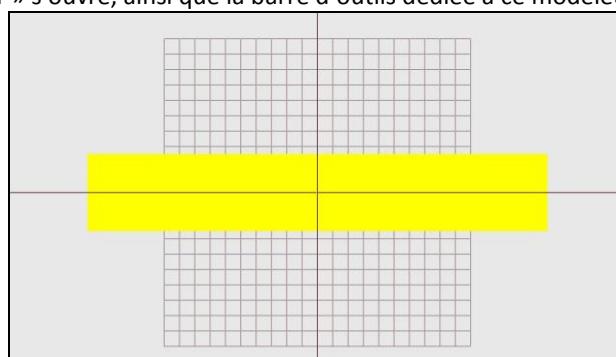
### Créer une fenêtre sur un mur

- Dans le modeleur de la construction (pour cela, il faut double-cliquer dans l'arborescence du Site / Constructions / Construction 3), se mettre en vue « Perspective ».
- Cliquer avec le bouton droit sur le mur désiré. Puis cliquer sur l'item « Editer » du menu contextuel, comme ci-après :



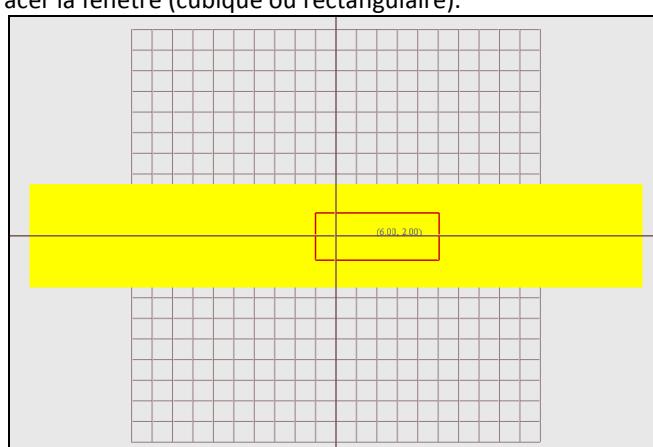
**Figure 17 : Première étape de création de fenêtre dans un mur**

Le modeleur de face « Mur » s'ouvre, ainsi que la barre d'outils dédiée à ce modeleur :



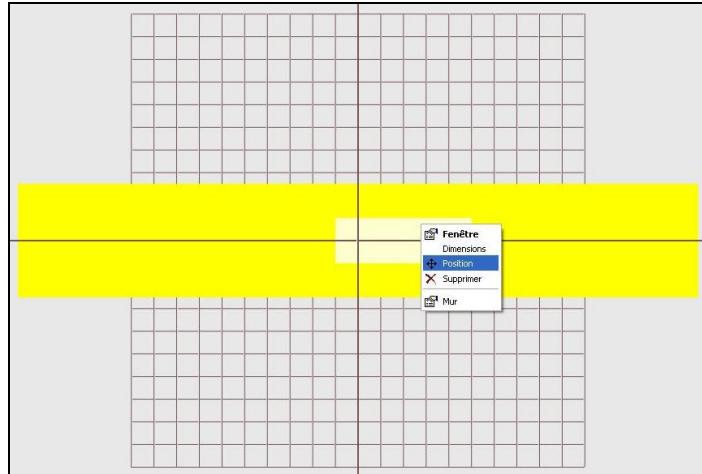
**Figure 18 : Modeleur de face Mur**

- Cliquer sur l'icône « Fenêtre ».
- Avec la souris, tracer la fenêtre (cubique ou rectangulaire).



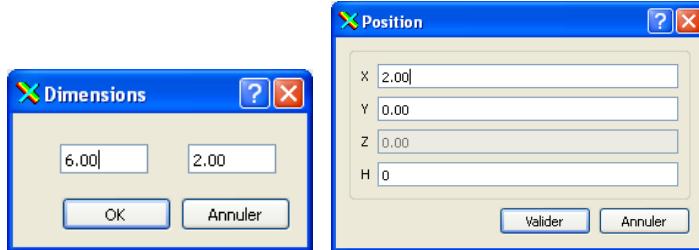
- Cliquer dans la fenêtre nouvellement dessinée avec le bouton droit. Un menu contextuel s'ouvre

comme ci-après :

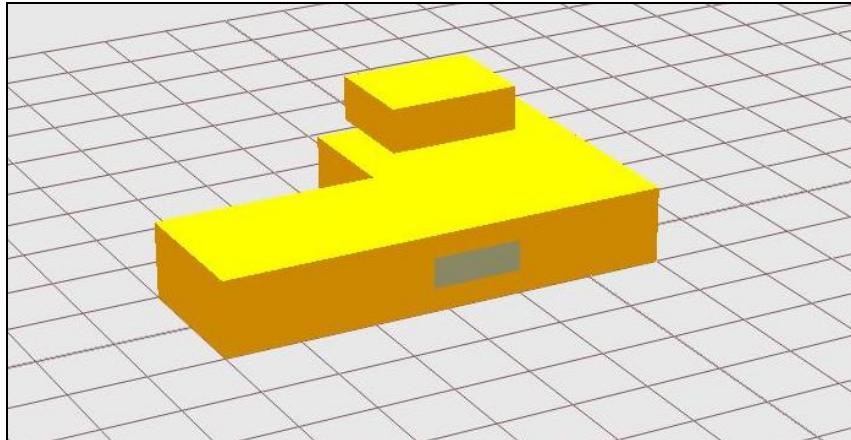


**Figure 19 : Menu contextuel de l'item « Fenêtre »**

- Cliquer sur l'item « Dimensions » permettant de préciser les dimensions de la fenêtre, et/ou cliquer sur l'item « Position », pour donner la position exacte de la fenêtre dans le mur.



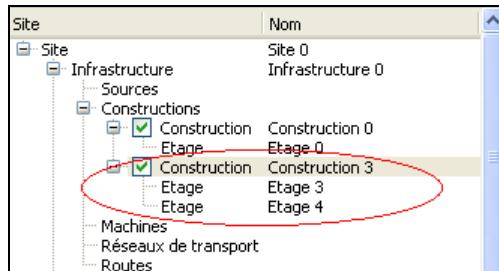
- Après avoir validé les valeurs, cliquer sur « Ok » ou « Valider » pour obtenir le résultat des modifications. Le résultat de la création en « Vue perspective » est le suivant :



**Figure 20 : Construction complexe (vue en « Perspective »)**

Remarque :

Dans l'arborescence de la Gestion de Sites, nous obtenons les éléments suivants : la première construction nommée « Construction 0 » est celle que nous avons fait directement sur la carte IGN ; la seconde construction nommée quant à elle « Construction 3 » est la dernière plus complexe possédant deux étages.



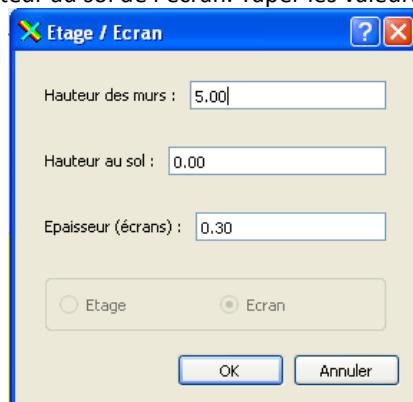
Il est possible d'accéder aux propriétés globales du bâtiment depuis le menu contextuel dans l'arborescence du site.

En ouvrant le modeleur de la construction, il est possible d'accéder aux propriétés des sous-éléments ([clic droit](#)) depuis la boîte de dialogue de l'élément qui l'englobe (bâtiment pour l'étage ; Etage pour le mur ; Mur pour la sous-face).

### Créer un écran

Un écran se construit de la même manière que la construction d'un bâtiment, à la différence que deux points suffisent pour le construire. Pour ce faire :

- Cliquer sur l'icône « Etage » de la barre d'outils activée et dessiner une droite.
- Taper directement sur « Entrée » pour fermer la droite.
- Une boîte de dialogue identique à la précédente s'ouvre : elle donne accès à la hauteur et l'épaisseur de l'écran, ainsi qu'à la hauteur au sol de l'écran. Taper les valeurs désirées et cliquer sur « Ok ».



**Figure 21 : Boîte de dialogue des propriétés d'un écran**

## 3.5. Cas 5 : Les sources de type machine

### 3.5.1. Définitions

#### Machines

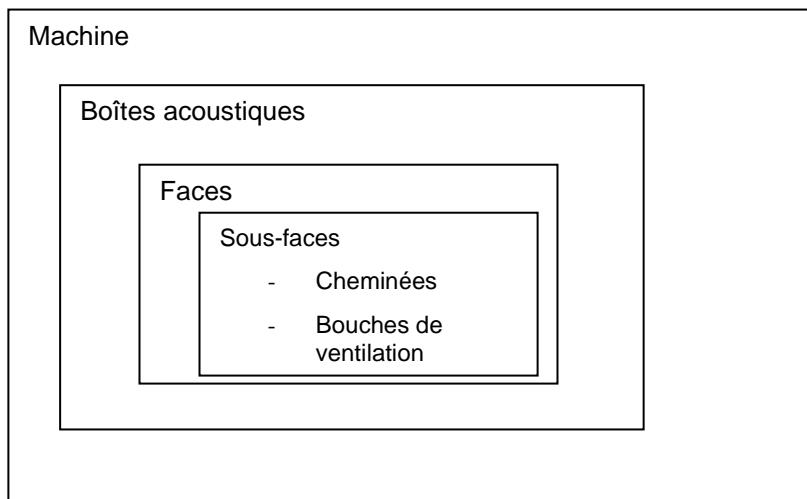
Les machines, tout comme les bâtiments, sont constituées de volumes rayonnants. Une machine peut-être composée de plusieurs boîtes et cylindres, et chacun de ces éléments peut être repéré par ses faces. Les volumes peuvent être de trois types :

- Parallélépipèdes ;
- Cylindres ;
- Demi-cylindres.

Le matériau de construction est défini au niveau de chaque volume acoustique. A chacun de ces volumes, des propriétés acoustiques globales (ou par faces) peuvent être affectées.

#### Schéma de principe d'une machine

Le schéma ci-dessous résume le principe d'ensembles et sous-ensembles qui peuvent constituer une machine.



*Schéma de principe d'une machine*

#### Volume acoustique

Un volume acoustique est une boîte ou un cylindre.

### 3.5.2. Tutoriel 5 : Ajout d'une machine

Les machines, tout comme les constructions, font partie des éléments actifs de l'infrastructure d'un site. Qui dit élément actif, dit élément susceptible de rayonner comme source de bruit, ou de tenir lieu d'obstacle à la propagation du son.

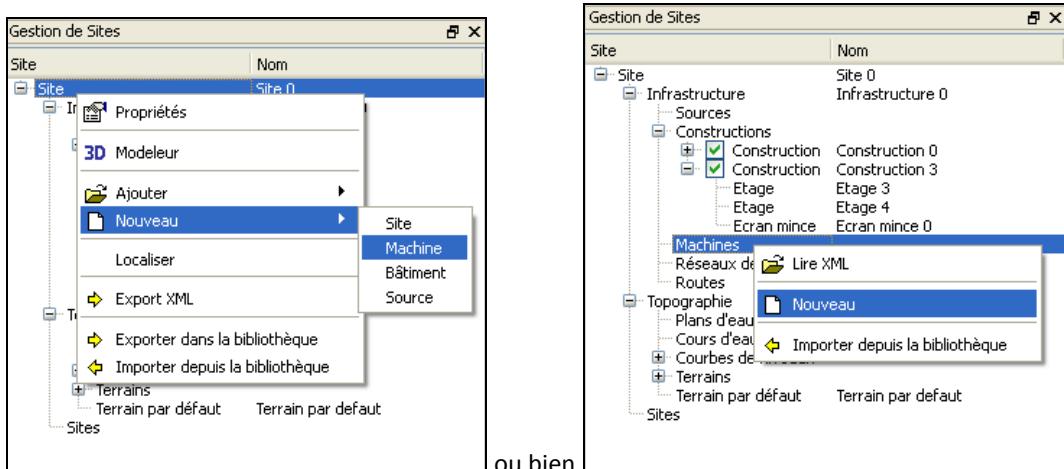
Tous les éléments rayonnants sont caractérisés par un ensemble de régimes (au moins un). Les machines et les sources ponctuelles peuvent être placées à l'intérieur d'une construction. Ces deux notions seront abordées dans la partie Expert de la notice utilisateur Code\_TYMPAN.

Cet exercice propose donc de comprendre la contribution d'une machine en un point.

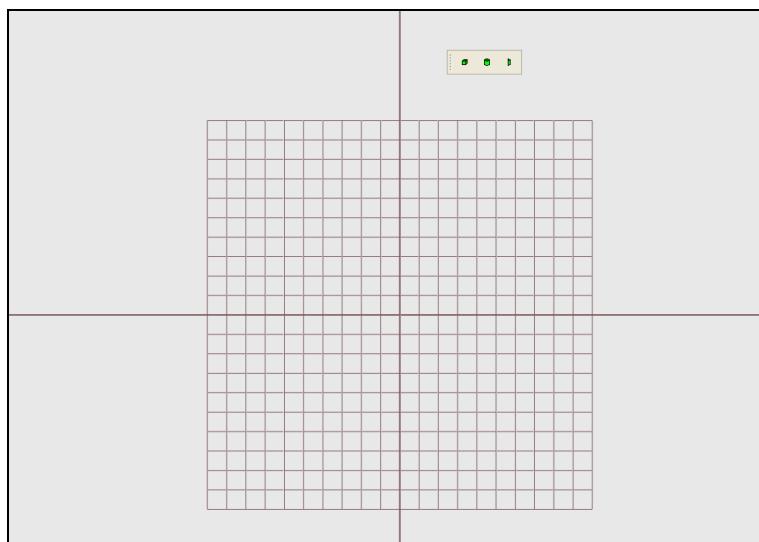
#### Créer une machine

Dans la fenêtre de « Gestion de Sites », deux manières sont possibles pour créer une nouvelle machine :

- Clic droit sur « Site » dans la fenêtre « Site » / Nouveau / Machine, ou bien, Clic droit sur « Machines » / Nouveau dans la fenêtre « Site »

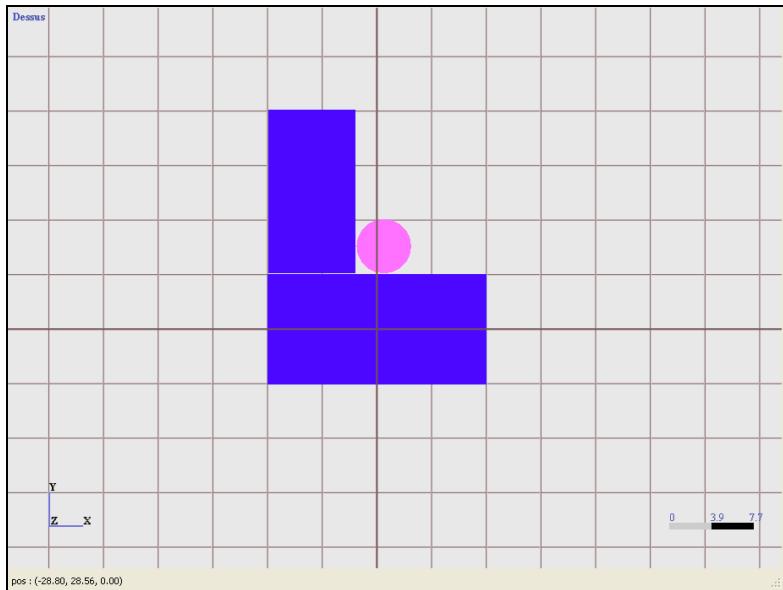


L'action de créer une nouvelle machine, en sélectionnant l'item approprié, ouvre un modeleur de machine ainsi que la barre d'outils machine associée :



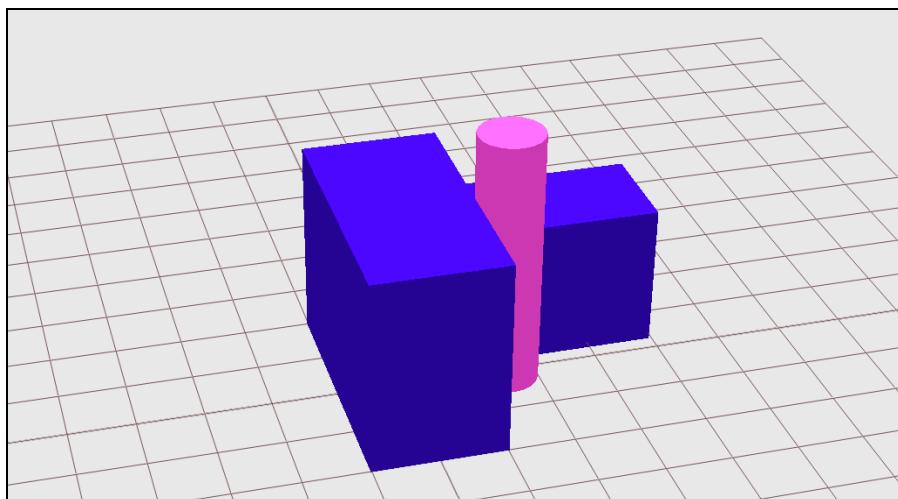
**Figure 22 : Modeleur « Machine » et sa barre d'outils associée**

- Cliquer sur l'icône  « Boîte »,  « Cylindre » et/ou  « Demi-cylindre ».
- Etablir un modèle géométrique à l'aide de l'ensemble constitué de boîtes et de cylindres. Les machines sont des éléments composés de plusieurs volumes rayonnants (parallélépipèdes, cylindres, demi-cylindres).



**Figure 23 : Machine composée par trois éléments (vue 2D)**

La figure ci-dessus représente une machine composée par trois éléments : deux boîtes acoustiques et un cylindre acoustique. La figure ci-dessous représente la vue en perspective de la machine composée par les trois éléments.



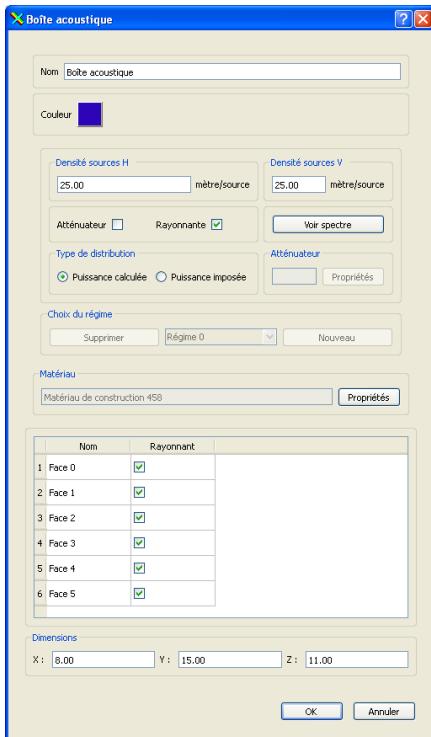
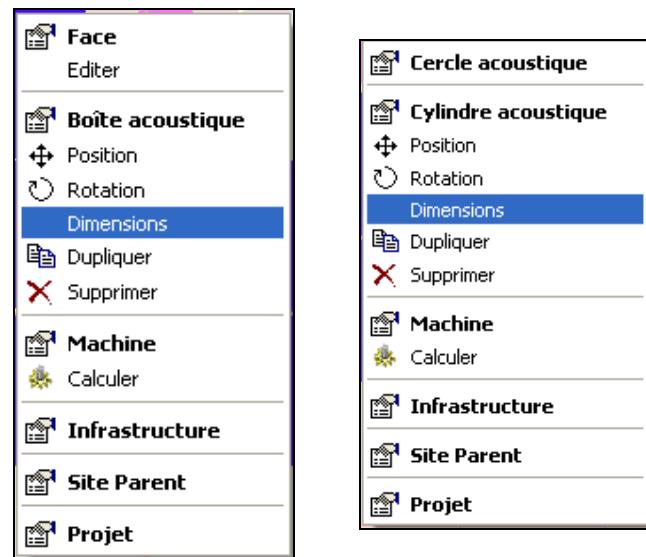
**Figure 24 Machine composée par trois éléments en vue Perspective**

Chaque volume dispose de ses propres caractéristiques acoustiques : spectre détaillé, état rayonnant ou non rayonnant, matériau de construction. De même, chaque face de chaque volume dispose de ses propres propriétés acoustiques.

Les sous-faces seront vues plus tard, dans la deuxième partie de la documentation Utilisateur.

Par un clic-droit sur un élément du modèle dans le modeleur machine, on peut visualiser et modifier les propriétés.

L'accès aux propriétés de la machine ou de l'un de ses éléments (Boîte acoustique, Face – pour les propriétés du « cube » ; Cylindre acoustique, cercle acoustique – pour les propriétés du « cylindre ») se fait en sélectionnant l'item mis en gras dans le menu contextuel activé dans le modeleur de l'élément.



« Position » de l'élément :  
Il s'agit dans ce cas de la position du centre de gravité de l'élément.

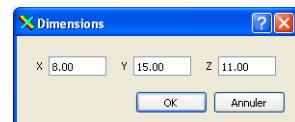


**Figure 25 : Fenêtre des propriétés d'une machine (type boîte acoustique)**

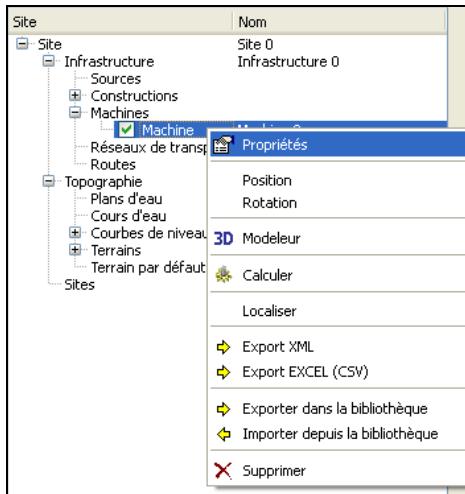
« Rotation » de l'élément :  
Appliquer une rotation par rapport à l'axe.



« Dimensions » de l'élément : Contrairement aux dimensions d'un bâtiment, celles d'une machine sont modifiables une fois tracées.



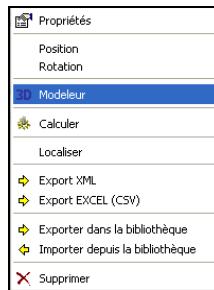
Il est également possible d'accéder aux propriétés globales de la machine depuis le menu contextuel dans l'Arborescence de site.



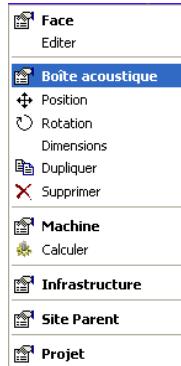
La machine ainsi créée est positionnée au centre du repère de travail (Position [0,0]). Comme vu précédemment, il est possible de déplacer une machine au bon endroit par la souris ou de lui donner des coordonnées précises.

### Attribuer un spectre à une machine

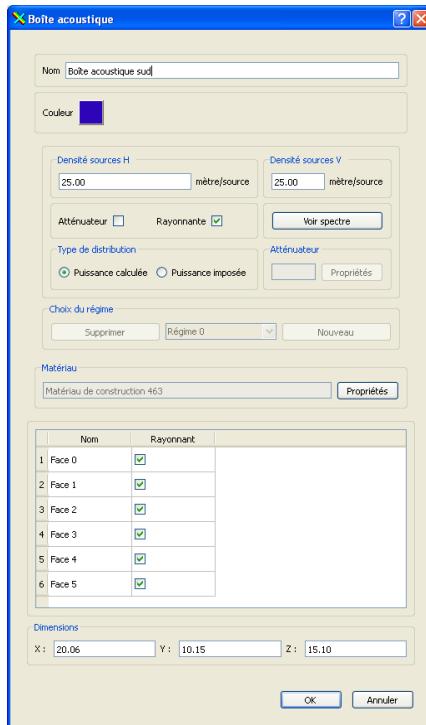
- Ouvrir le modeleur « Machine » par un clic droit dans l’arborescence Site / Machines / Machine / 3D Modeleur



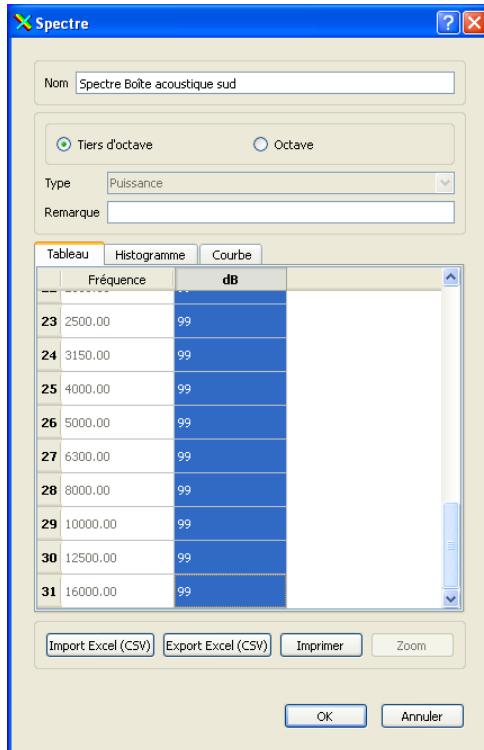
- Clic droit sur le volume choisi pour lui attribuer une puissance acoustique. Le menu contextuel apparaît : cliquer sur « Boîte acoustique »



- La boîte de dialogue des propriétés de la « Boîte acoustique sud » s’ouvre. Attribuer dans le champ « Nom » un nom pour différencier les éléments particuliers.

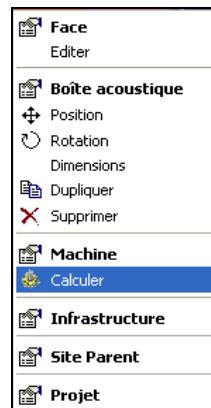
**Figure 26 : Fenêtre des propriétés d'une boîte acoustique**

- Dans « Type de distribution » cocher « Puissance imposée » pour attribuer à la « Boîte acoustique sud » un spectre particulier. Puis cliquer sur le bouton « Voir spectre ». La boîte de dialogue « Spectre » apparaît.

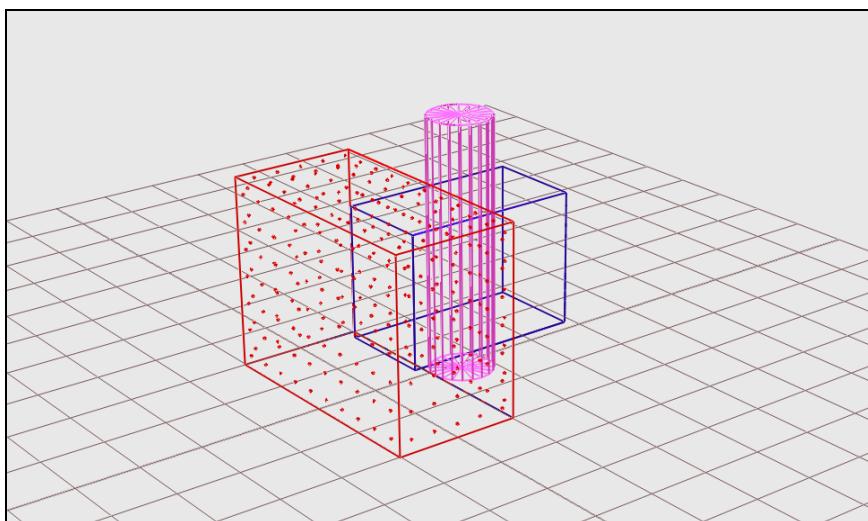
**Figure 27 : Boîte de dialogue : Propriétés du « Spectre »**

- Mettre à toutes les fréquences une valeur (de 99 dB(A) par exemple). Pour terminer, cliquer sur « Ok » pour la boîte de dialogue du spectre et pour celle de la boîte acoustique.
- DÉCOCHER le rayonnement de la « Boîte acoustique nord » et du « Cylindre acoustique ». Valider par « Ok ».

- Clic droit sur n'importe quel élément de la machine pour cliquer sur l'item « Calculer » de la « Machine ».



- Cliquer sur l'icône « Afficher/Masquer les sources ». Passer en vue « Perspective » et « Fils de fer » pour visualiser les sources. En densifiant le nombre de sources au mètre carré, on obtient la figure ci-dessous :



**Figure 28 : « Fils de fer » de la vue en « Perspective » d'une machine complexe**

## 3.6. Cas 6 : Importer / Exporter divers éléments

### 3.6.1. Définition

#### Fichier XML

Dans Code\_TYMPAN, les fichiers au format XML (Extensible Markup Language), sont utilisés pour coder les informations des objets ou éléments afin de s'en servir comme nouvel objet à importer ou exporter.

#### Bibliothèque

La bibliothèque est une réserve d'objets locale placée sous forme de fichier XML dans le dossier TYMPAN / library

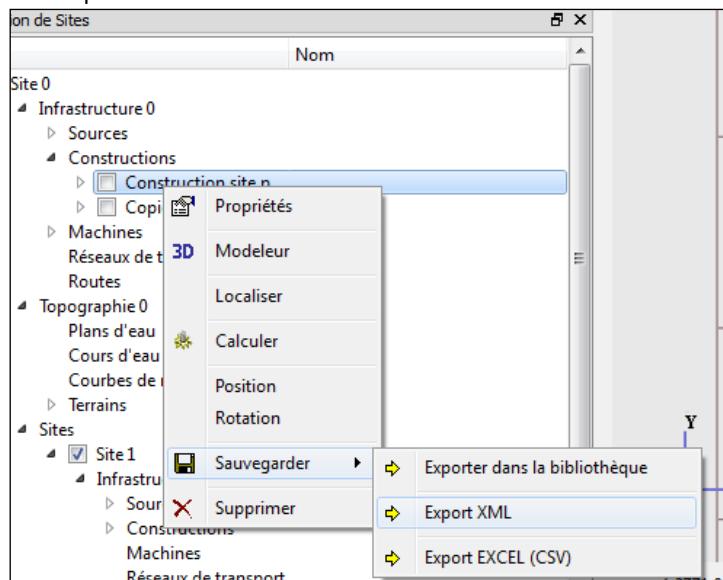
### 3.6.2. Tutoriel 6 : Importer / Exporter un élément

Il est possible de construire un site, un bâtiment, une machine ou une source et de l'utiliser plusieurs fois en utilisant les fonctions import / export. L'importation ou l'exportation d'un objet est réalisable par une bibliothèque ou un enregistrement d'un fichier XML. Cette fonction permet de :

- Copier un élément dans le même modèle ;
- Importer l'objet dans une infrastructure spécifique (construction) ;
- Echanger les objets entre utilisateurs ;
- Utiliser de nouveau un objet d'un ancien projet ou modèle Code\_TYMPAN.
- 

#### Exporter un élément au format XML

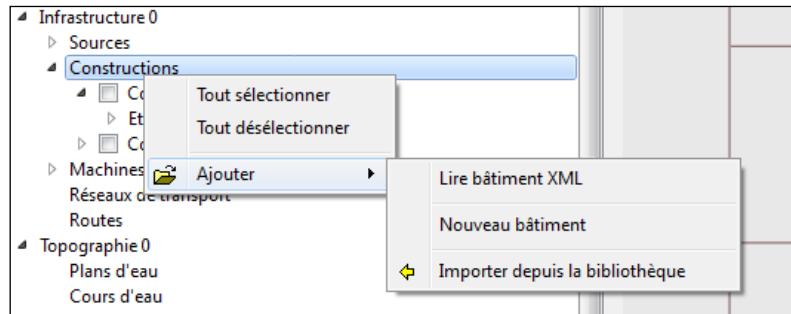
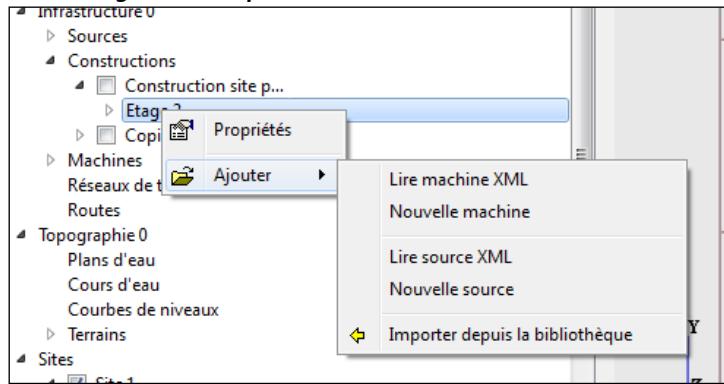
- Dans l'arborescence de « Gestion de Sites », Clic droit sur l'élément à copier. Un menu contextuel apparaît comme ci-après :



- Cliquer sur « Sauvegarder », puis « Export XML ». Une fenêtre d'enregistrement apparaît. Indiquer le nom du fichier XML qui sera sauvegardé, et cliquer sur « Save ». L'élément choisi est donc bien exporté.
- 

#### Importer un élément au format XML

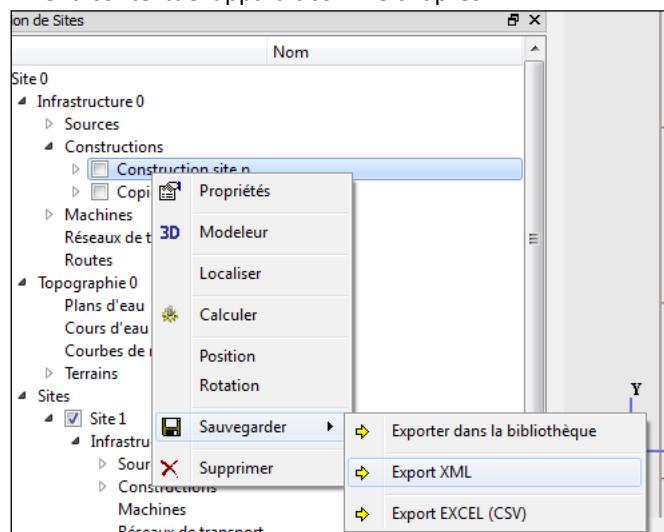
- De la même manière que pour exporter un élément, l'importation de l'élément sauvegardé est possible via l'arborescence de « Gestion de Sites ». Pour importer un élément dans le modèle courant, clic droit sur le site où l'on veut importer l'élément (pour une construction, machine,...) ou clic droit dans l'étage d'une construction.
- Un menu contextuel apparaît. Cliquer sur « Ajouter », puis sur « Lire \*\*\*.XML » (avec \*\*\* type d'objet). Ci-après, deux exemples d'importation : une construction dans un site et une élément de type source ou machine dans une construction.

**Figure 29 : Importer une construction dans un site****Figure 30 : Importer une source ponctuelle ou une machine dans un étage de bâtiment**

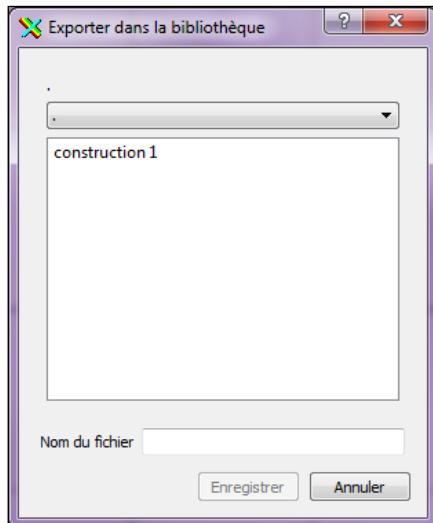
- Une boîte de dialogue pour l'ouverture de fichier apparaît. Sélectionner le fichier de l'élément à importer. Cliquer sur « Open ».

## Exporter un élément de la bibliothèque

- Depuis l'arborescence de « Gestion de Sites », clic droit sur l'élément à copier et à exporter dans la bibliothèque. Un menu contextuel apparaît comme ci-après :



- Cliquer sur « Sauvegarder », puis sur « Exporter dans la bibliothèque ».
- Une boîte de dialogue d'enregistrement dans la bibliothèque apparaît. Donner un nom au fichier de l'élément à sauvegarder (ex : construction 1) et cliquer sur « Enregistrer ».



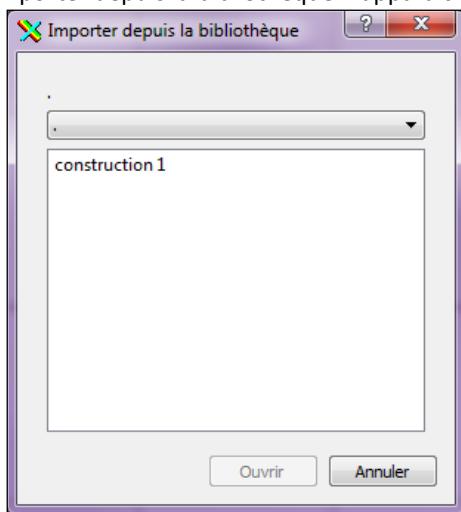
**Figure 31 : Boîte de dialogue « Exporter dans la bibliothèque »**

L'objet « construction 1 » est désormais placé dans la bibliothèque locale de l'utilisateur.

### Importer un élément de la bibliothèque

Pour importer un élément de la bibliothèque dans un modèle Code\_TYMPAN courant :

- Clic droit dans l'arborescence de « Gestion de Sites » à l'endroit où l'on veut importer l'élément.
- Un menu contextuel apparaît. Cliquer sur « Ajouter », puis sur « Importer depuis la bibliothèque ». Une boîte de dialogue « Importer depuis la bibliothèque » apparaît comme ci-après :



**Figure 32 : Boîte de dialogue « Importer depuis la bibliothèque »**

- Sélectionner l'élément à importer de la bibliothèque. Et cliquer sur « Ouvrir ».

# **PARTIE II.**

# **EXPERTS**

Cette deuxième partie de la notice d'utilisation du logiciel Code\_TYMPAN a été rédigée à partir de la version 3.7 du logiciel.

Cette deuxième partie de la notice utilisateur aborde des notions plus subtiles et réservées à une utilisation experte du logiciel et à la conception de modèles réels. Elle s'adresse plus particulièrement à ceux qui utilisent couramment Code\_TYMPAN.

Sont abordés :

- Les machines, de façon plus complète ;
- Les bâtiments rayonnants et les sources internes aux constructions ;
- La notion de sous-faces (cheminée, ventilation) ;
- Les sous-sites ;
- Les atténuateurs ;
- Les maillages ;
- Les calculs référents ;
- La notion de régime ;
- Les options d'exploitations de calculs (contributions partielles, les seuils de contributions etc.) ;
- Autres notions complémentaires

## 4. Tutoriels sur les objets

Les tutoriels qui suivent permettent de se perfectionner dans l'utilisation des objets de Code\_TYMPAN.

La première partie de cette notice a introduit de façon simple les trois principaux types d'objets de Code\_TYMPAN :

- Les sources ;
- Les constructions ;
- Les machines.

Cette partie revient de façon plus exhaustive sur les possibilités d'utilisation de ces éléments :

- La création des machines a déjà été détaillée, il reste à aborder leur utilisation et les différents moyens de renseigner la façon dont elles rayonnent en particulier en présence de cheminées ou de bouches de ventilation ;
- Les constructions ont été vues comme de simples obstacles, en fait elles peuvent être définies comme éléments rayonnants notamment en plaçant des sources (sources ponctuelles ou machines) à l'intérieur.

De plus la notion de sous-site sera abordée.

De la même façon que dans la notice pour débutant, pour chaque tutoriel :

- On présentera succinctement l'exercice afin de comprendre dans quelle logique pédagogique de maîtrise de Code\_TYMPAN il s'inscrit ;
- On définira précisément les notions abordées ;
- On réalisera enfin l'exercice.

## 4.1. Tutoriel 1 : Les machines

### 4.1.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

La première partie de cette notice a introduit de façon simple les trois principaux types d'objets de Code\_TYMPAN :

- Les sources
- Les constructions
- Les machines

Cette partie revient de façon plus exhaustive sur les possibilités d'utilisation des machines. La création des machines a déjà été détaillée, il reste à aborder leur utilisation et les différents moyens de renseigner correctement la façon dont elles rayonnent en particulier en présence de cheminées ou de bouches de ventilation.

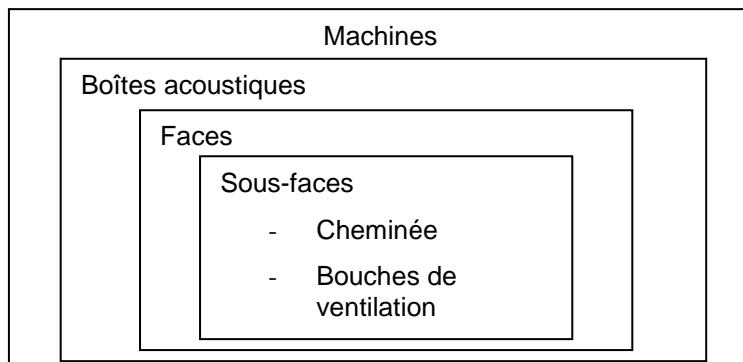
#### Notions abordées : machine, face, sous-face, source élémentaire

##### → Machine

Cette partie revient sur la notion de machine. Dans la première partie, les points suivants ont été abordés

- Construction via modeleur et édition
- Rayonnement

La Figure 33, présente le principe de construction d'une machine. Une machine est composée de volumes rayonnants (boîte acoustique, cylindre acoustique et demi-cylindre acoustique), eux-mêmes composés de faces qui peuvent contenir des sous-faces (cheminée ou bouche de ventilation).



*Figure 33 : Schéma de principe d'une machine*

Le rayonnement d'une machine peut être renseigné (via l'option spectre mesuré)

- à l'échelle de la machine ;
- à l'échelle des volumes rayonnants
- ou l'échelle des faces.

Dans l'optique d'une bonne pratique de l'application, il ne faut renseigner les puissances mesurées qu'à un seul niveau (soit machine, soit volumes acoustiques, soit faces). Dans le cas contraire, Code\_TYMPAN peut gérer la situation, mais des anomalies peuvent apparaître.

De manière générale, lorsqu'on entre un spectre mesuré pour les éléments N, les spectres des éléments N-i qu'ils englobent et N+i qui les englobent (dans la mesure où ils existent) sont calculés.

→ **Face**

Une face est une surface rayonnante ou non composant un « volume acoustique » :

- Un « mur », ou une « dalle » (non rayonnant) pour un « étage »
- Une « face » pour une « boîte acoustique »
- Une « surface acoustique », ou un « cercle acoustique » pour un « cylindre acoustique »
- Une « surface acoustique », un « demi-cercle acoustique » ou un « rectangle sous-face » pour un « cylindre acoustique »

Une face peut contenir des « sous-faces » :

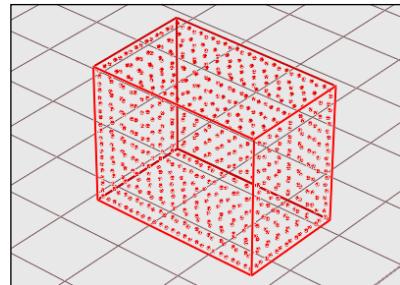
- Une fenêtre pour un « mur » d'une « construction ». La notion de Fenêtre a été abordée dans la première partie de cette notice utilisateur.
- Une « bouche de ventilation » ou une « cheminée » pour une « face » de machine. Les sources de type "cheminée" sont plus directives que les sources de type ventilation. En conséquence, si le point d'observation (point de contrôle) n'est pas dans l'axe de la source, le niveau sonore induit par une bouche de cheminée est plus faible que celui induit par une bouche de ventilation. Le choix d'une source de type "cheminée" peut donc être moins conservatif suivant la direction du récepteur, ce qui, dans une phase de conception, représente une prise de risque. Seule la mesure "in situ" peut permettre d'arbitrer entre les deux modèles. Lors d'une étude prévisionnelle, on préférera la ventilation à la bouche de cheminée alors que dans le cas d'un recalage, on utilisera la méthode la plus proche de l'expérimental

→ **Sources élémentaires**

Les « sources élémentaires » ont été introduites dans Code\_TYMPAN pour modéliser l'acoustique des éléments rayonnants surfaciques des « volumes acoustiques ». Leur directivité n'est pas omnidirectionnelle, mais dépend de la surface acoustique qu'elles modélisent et est calculée par Code\_TYMPAN.

On peut régler la densité (en source/mètre suivant deux axes) de « sources élémentaires » d'une surface acoustique via ses propriétés.

On peut visualiser les « sources élémentaires » d'une surface acoustique en choisissant le « rendu » « fil de fer » ou « point » (voir « Outils de navigation »)



**Figure 34 : Observation des sources élémentaires d'une machine en rendu "fil de fer"**

#### 4.1.2. Tutoriel

##### Différentes méthodes de rayonnement d'une machine

Cette partie aborde les différentes méthodes disponibles dans Code\_TYMPAN pour décrire le rayonnement d'une machine.

###### → **Réalisation**

Commencer par créer trois machines de deux parallélépipèdes (nommées ici machine1, machine2 et machine3) sur le site principal. Pour faciliter l'opération, commencer par en créer une par le modeleur de machine, puis ouvrir le modeleur de site principal, afficher le menu contextuel par un clic droit sur la machine et choisir l'option « dupliquer ».

Dans l'exemple, il a été choisi de créer une machine composé de deux boîtes : une « grosse boîte » et une « petite boîte » ; il est vivement conseillé de reproduire cette démarche afin que les explications soient plus claires.

Pour renommer les machines, ouvrir les propriétés de la machine (menu contextuel du modeleur de site → machine (Figure 35) ou menu contextuel de l'arborescence de la gestion de site → propriétés (Figure 36)).

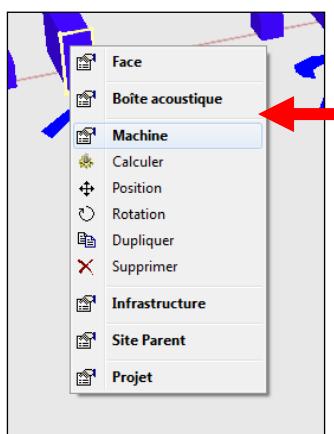


Figure 35 : menu contextuel du modeleur de site

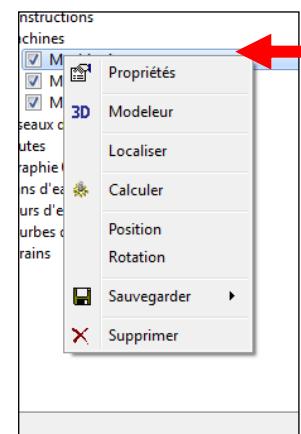


Figure 36 : menu contextuel de l'arborescence de la gestion de site

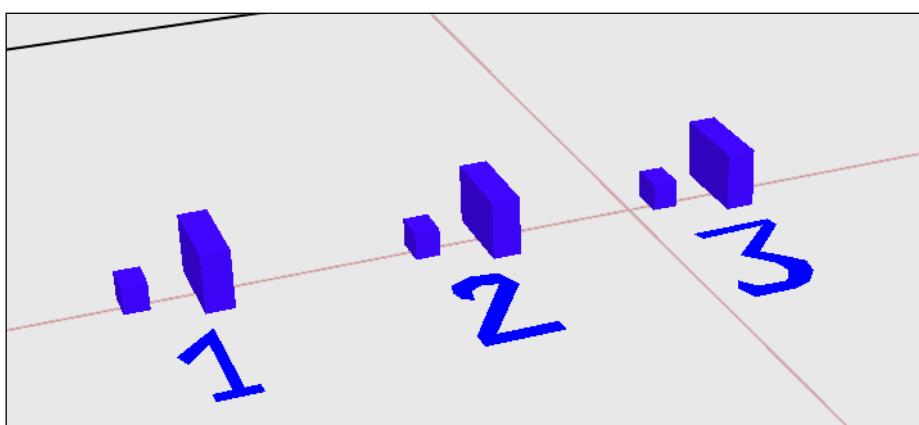


Figure 37 : Crédit de trois machines identiques (par duplication).  
Les machines 1, 2 et 3 ont été repérées en créant un point d'eau en forme de chiffre.

**Rayonnement d'une machine complète (machine1)**

Faire rayonner la machine1 via le modeleur de site principal, en affichant le menu contextuel par un clic droit sur la machine. Choisir l'option « machine » et renseigner un spectre et cochant l'option « spectre mesuré ». Cette procédure a été abordée dans la première partie.

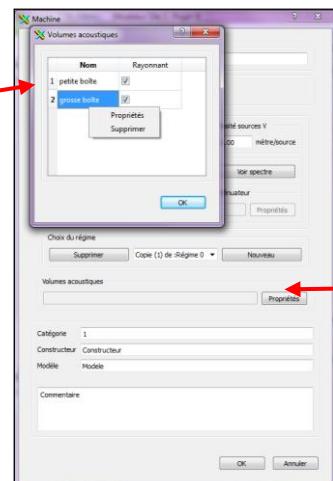
**Rayonnement d'un volume rayonnant de la machine 2**

Pour faire rayonner un des volumes acoustique, il faut renseigner le spectre mesuré via la fenêtre des propriétés du volume acoustique considéré. Deux façons d'y accéder :

- Soit par le menu contextuel du modeleur de site (Figure 35) → boîte acoustique, cylindre acoustique ou demi-cylindre acoustique (suivant les volumes acoustiques composant la machine)
- Soit par les propriétés de la machine → cadre « volumes acoustiques » : propriétés → clic droit sur le volume acoustique

*Fenêtre de propriétés des volumes acoustiques*

*Bouton de propriétés des volumes acoustiques*



**Figure 38 : Fenêtre des volumes acoustiques**

Dans l'exemple, il a été choisi de faire rayonner la « grosse boîte », pour ce faire :

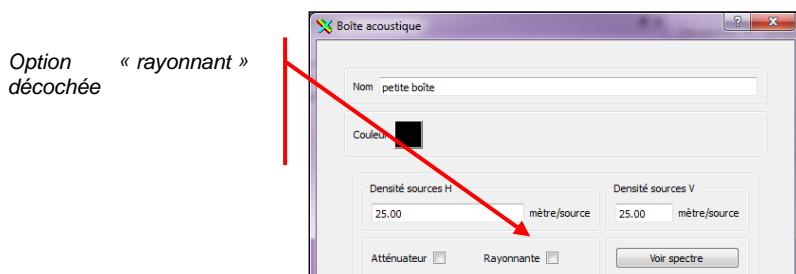
- Ouvrir les propriétés de la « grosse boîte » comme vu précédemment ;
- Renseigner un spectre et cochant l'option « spectre mesuré ».

**Remarque :**

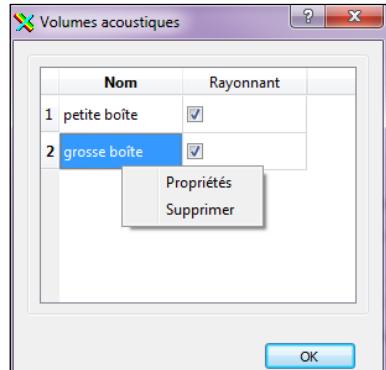
Etant donné qu'aucun spectre n'a été renseigné, le calcul considère que la « petite boîte » ne rayonne pas, mais le modeleur affiche le contraire (boîte coloriée en rouge), ce qui peut conduire à des erreurs.

Toujours dans l'optique d'une bonne pratique de l'application et d'un modèle facile à utiliser (notamment du point de vue affichage des parties effectivement rayonnantes) et à transmettre, il est vivement conseillé de désactiver le rayonnement de la « petite boîte » :

- Ouvrir les propriétés de la « petite boîte » ;
- DÉCOCHER l'option « rayonnante ».



- Cette opération peut également se faire via le menu des volumes acoustiques

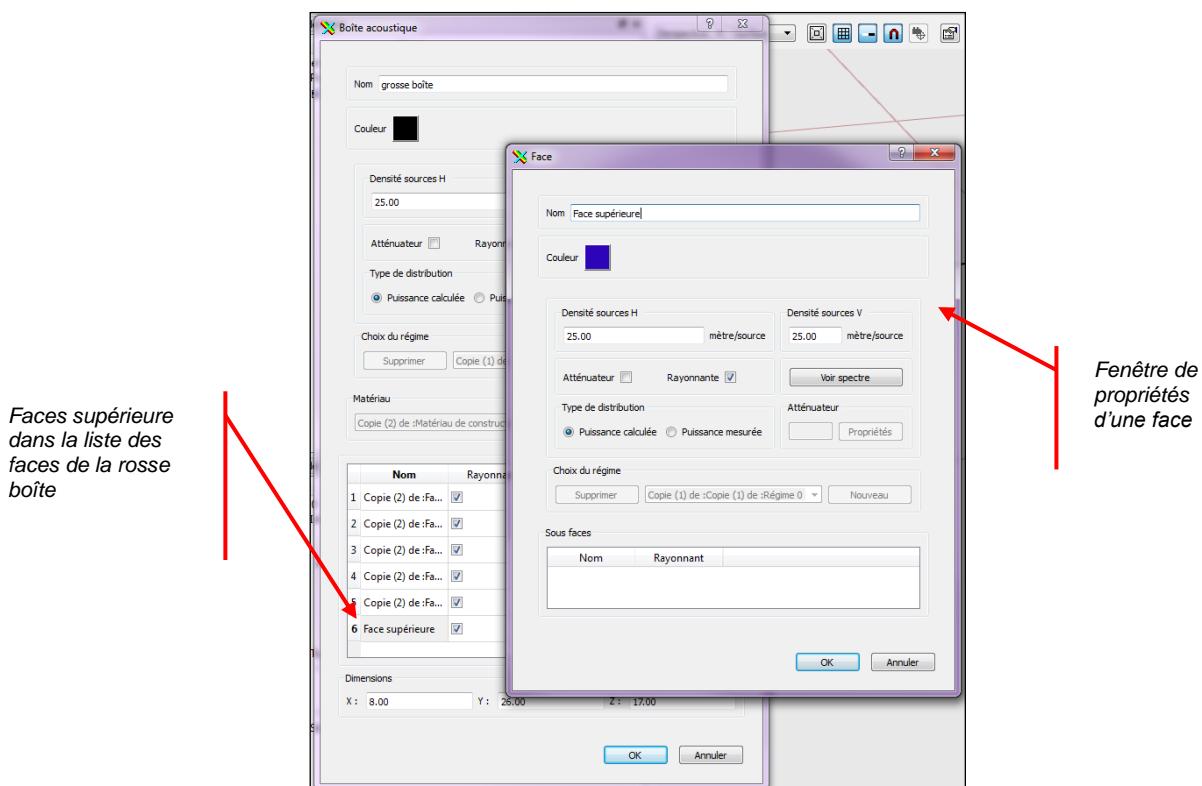


#### Rayonnement de la « face supérieure » de la « grosse boîte » de la machine3

Il s'agit maintenant de suivre le même raisonnement, mais à l'échelle des faces.

Pour faire rayonner une des faces d'un volume acoustique, il faut renseigner le spectre mesuré via la fenêtre des propriétés de la face. Deux façons d'y accéder :

- Soit par le menu contextuel du modeleur de site (Figure 35) → face
- Soit par les propriétés du volume acoustique → clic droit sur la face considérée



**Figure 39 : Propriété d'une face obtenue via la fenêtre des propriétés du volume acoustique**

Dans l'exemple, il a été choisi de faire rayonner la « face supérieure », pour ce faire :

- Ouvrir les propriétés de la face supérieure (soit par le menu contextuel du modeleur de machine, soit par les propriétés de la « grosse boîte »)
- Renseigner un spectre et cochant l'option « spectre mesuré ».

#### Remarque :

De la même manière que dans la partie précédente, il est conseillé de désactiver le rayonnement :

- de la « petite boîte » (pour cela voir la partie précédente)
- et des autres faces de la « grosse boîte » (soit en ouvrant les propriétés des faces une par une et en décochant l'option « rayonnante », soit via la fenêtre de propriétés du volume

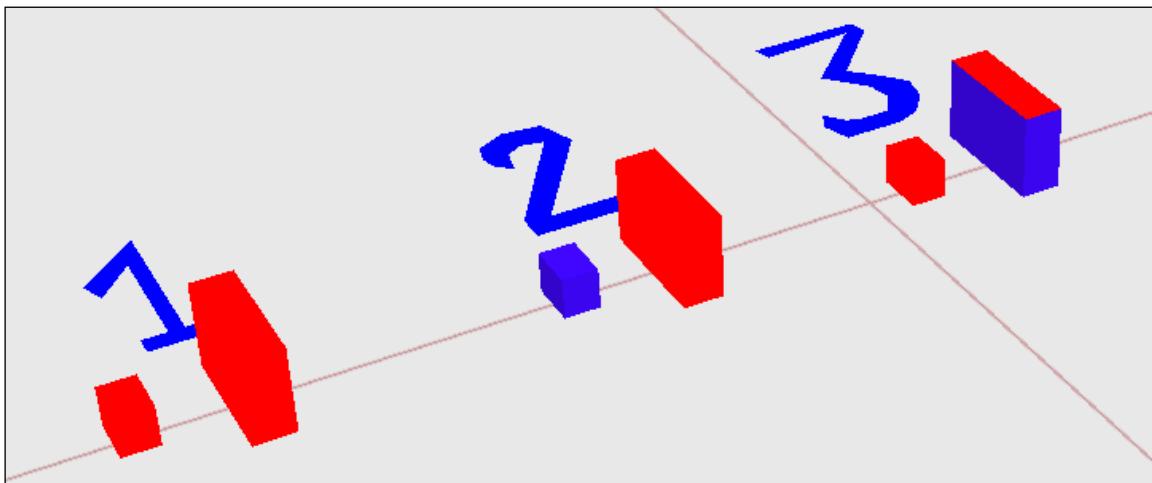
acoustique dans la liste des faces (voir Figure 39))

→ **Bilan**

Les Figure 40 et Figure 41 permettent d'observer les différences entre les trois démarches décrites plus haut pour faire rayonner des machines.

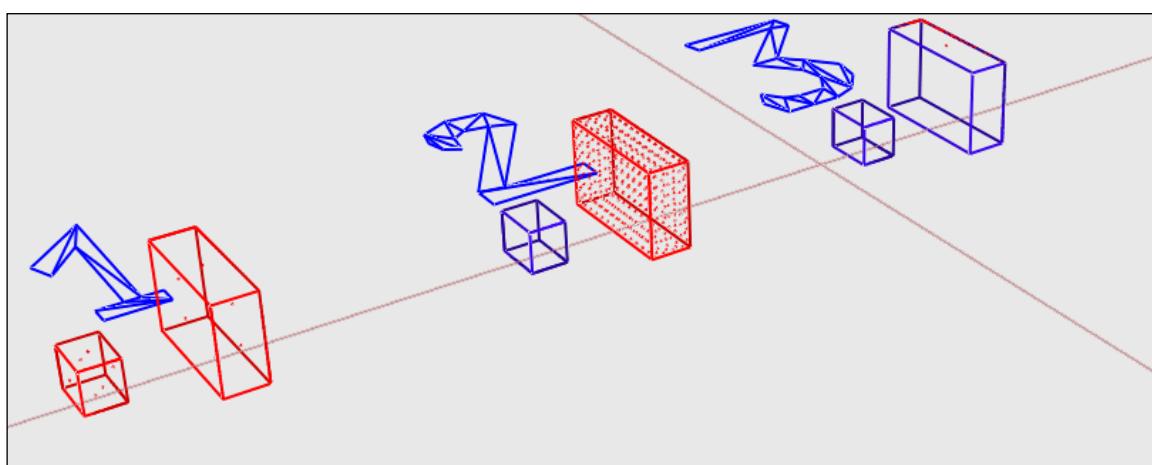
Lorsque l'affichage des sources est activé, les parties rayonnantes sont coloriées en rouge :

- La totalité de la machine1 ;
- La « grosse boîte » de la machine2 ;
- La face supérieure de la « grosse boîte » de la machine3.



**Figure 40 : Les 3 machines rayonnant de façons différentes en rendu « surface ».  
L'affichage des sources permet de voir quelles faces rayonnent**

En rendu « fil de fer », les points matérialisent les sources élémentaires.



**Figure 41 : Les 3 machines rayonnant de façons différentes en rendu « fil de fer ».**

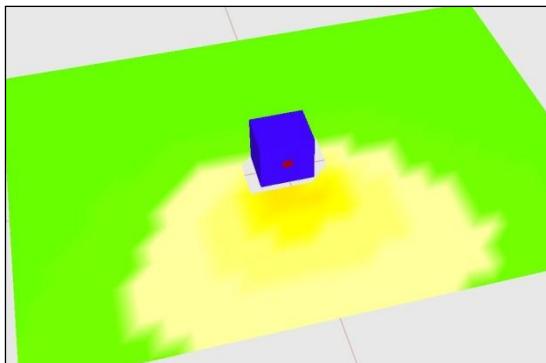
Ici la densité de sources de la « grosse boîte » de machine2 a été choisie plus importante que pour les machines 1 et 3 (cette opération a été abordée dans la première partie de ce document)

En ce qui concerne la définition de la densité des sources, la densité définie pour une structure est transmise aux structures inférieures.

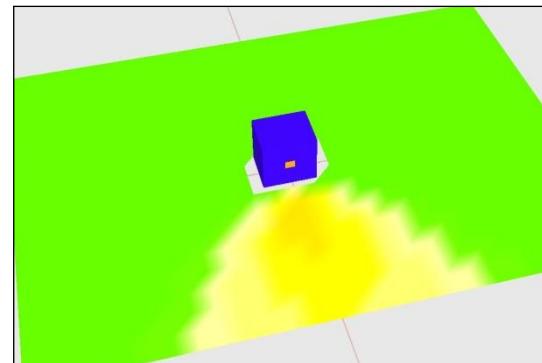
## Sous-faces d'une machine

Les sous-faces d'une machine sont les cheminées et les bouches de ventilation.

Le principe de fonctionnement des cheminées et des bouches de ventilation est identique, la seule différence réside dans leur directivité : la bouche de ventilation arrose dans une zone plus large. La directivité de type cheminée correspond à la directivité d'un tube ouvert.



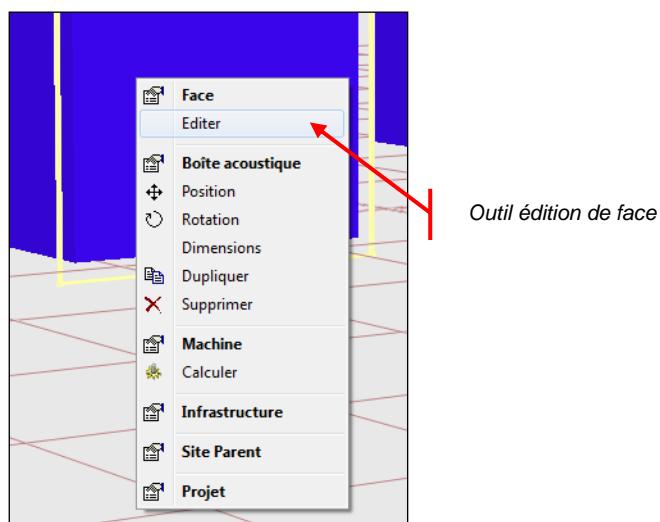
**Figure 42 : visualisation de la directivité en coupe d'une bouche d'aération grâce à un maillage  
la bouche de ventilation a été placée sur le côté de la machine (carré rouge)**



**Figure 43 : visualisation de la directivité en coupe d'une cheminée grâce à un maillage.  
la cheminée a été placée sur le côté de la machine (carré jaune)**

Les fenêtres, qui sont les sous-faces des constructions on été abordées dans la première partie de cette notice. Une sous-face d'une machine se crée de façon similaire :

- Ouvrir le modeleur de machine
- Faire apparaître le menu contextuel en faisant un clic droit sur la face considérée (voir Figure 44)



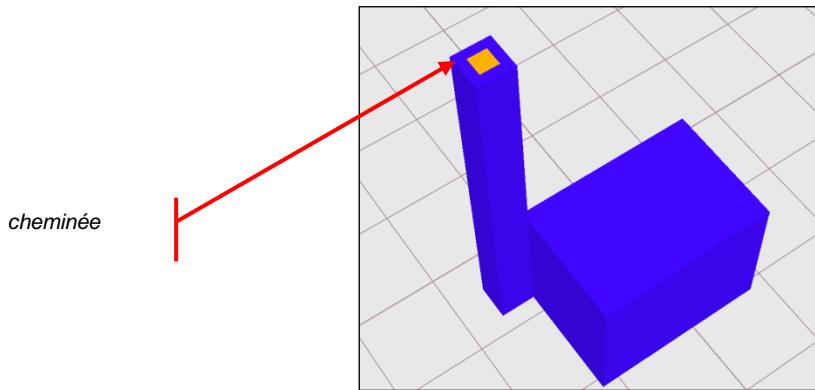
**Figure 44 : Menu contextuel dans le modeleur de machine**

- Sélectionner « Editer »
- Sélectionner l'outil cheminée ou bouche de ventilation et tracer la zone correspondant à la sous-face sur le modeleur de face

Par défaut, les bouches de ventilation s'affichent en rouge et les cheminées en jaune.

Remarque :

Attention, les sous face « cheminée » et « ventilation » ne représentent qu'une surface acoustique dont la directivité est particulière. Pour représenter correctement une cheminée « réelle », il faut construire une boîte acoustique pour représenter le corps de la cheminée et y placer un élément « cheminée » au bout.

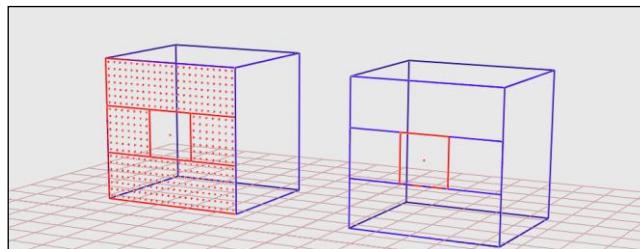


*Figure 45 : Cheminée "réelle"*

Remarque :

Pour faire rayonner une sous-face (cheminée, ventilation, fenêtre), il est nécessaire de faire rayonner la face support et la sous-face. Plus précisément, si on désactive le rayonnement d'une face et qu'on active le rayonnement d'une sous-face placée dessus, la face est réactivée. Une sous-face ne peut pas rayonner si la face sur laquelle elle est posée ne rayonne pas.

Si on souhaite que seule la sous-face rayonne, il faut n'affecter aucune source à la face support, et donc lui entrer une densité de source nulle comme sur la Figure 46.



*Figure 46 : Rayonnement d'une sous face*

**Sur la machine de droite, seule la sous-face rayonne car la densité de sources élémentaires de la face est fixée à 0 et celle de la sous-face est non nulle.**

## 4.2. Tutoriel 2 : Les constructions

### 4.2.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Cette partie revient de façon plus exhaustive sur les possibilités d'utilisation des constructions. Les constructions ont été vues comme de simples obstacles, en fait elles peuvent être définies comme éléments rayonnants notamment en plaçant des sources (sources ponctuelles ou machines) à l'intérieur.

Ainsi, plutôt que de définir un bâtiment d'usine comme une machine, on peut le définir comme une construction dans lequel on placera des sources rayonnantes.

#### Notions abordées : construction, étage

##### → Construction

Cette partie revient sur la notion de construction. Dans la première partie, les points suivants ont été abordés

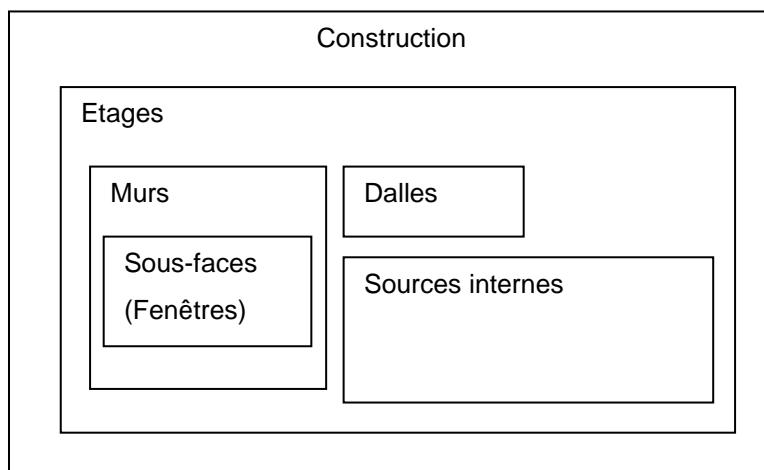
- Construction via modeleur et édition ;
- Ecrans ;
- Création d'une fenêtre.

La Figure 47 résume le principe des ensembles et sous-ensembles qui peuvent constituer une construction.

Une construction est l'une des « sources » disponibles sous Code\_TYMPAN. Elle est composée de un à plusieurs volumes (eux-mêmes composés de faces qui peuvent contenir des fenêtres). Les volumes peuvent être de deux types :

- Un étage (prisme droit à base quelconque) ;
- Ou un cylindre acoustique »

Le matériau de construction est défini au niveau de chaque volume acoustique. A chacun de ces volumes, on peut affecter des propriétés acoustiques globales ou par faces.



*Figure 47 : Schéma de principe d'une construction*

La particularité des constructions est qu'on peut y placer des sources (machines et sources ponctuelles). A part ce point de détail, la logique de création d'une construction est très proche de celles d'une machine (excepté le fait qu'un étage est un prisme droit à base quelconque alors que les boîtes acoustique sont forcément des parallélépipèdes droits).

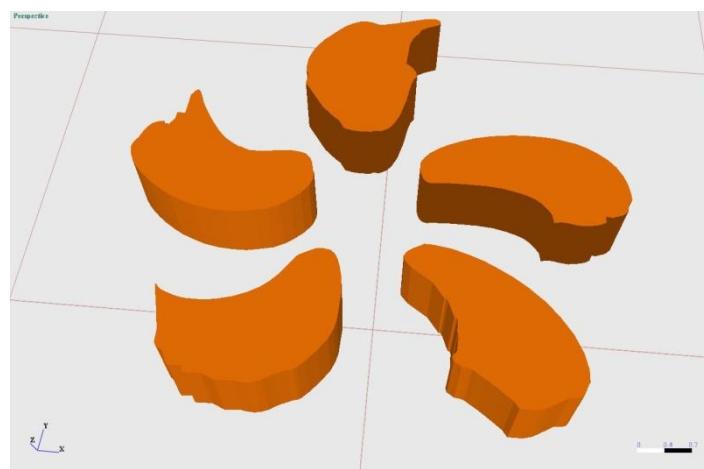
Le rayonnement des éléments propres d'une construction peut être renseigné (via l'option spectre mesuré)

- à l'échelle de la construction ;
- à l'échelle des volumes rayonnants
- à l'échelle des faces ;

Dans l'optique d'une bonne pratique de l'application, il ne faut renseigner les puissances mesurées qu'à un seul niveau (soit construction, soit volumes acoustiques, soit faces, soit sources internes). Dans le cas contraire, Code\_TYMPAN peut gérer la situation, mais des anomalies peuvent apparaître.

De manière générale, lorsqu'on entre un spectre mesuré pour les éléments N, les spectres des éléments N-i qu'ils englobent et N+i qui les englobent (dans la mesure où ils existent) sont calculés. Cette démarche dépend de l'origine des sources : si les mesures ont été réalisées face par face, on reporte le spectre face par face (pour respecter la directivité). Dans le cas contraire, si l'information de puissance est donnée dans sa globalité, on reporte le spectre sur l'étage.

La puissance du modeleur 3D de Code\_TYMPAN permet de modéliser des constructions de tout type.



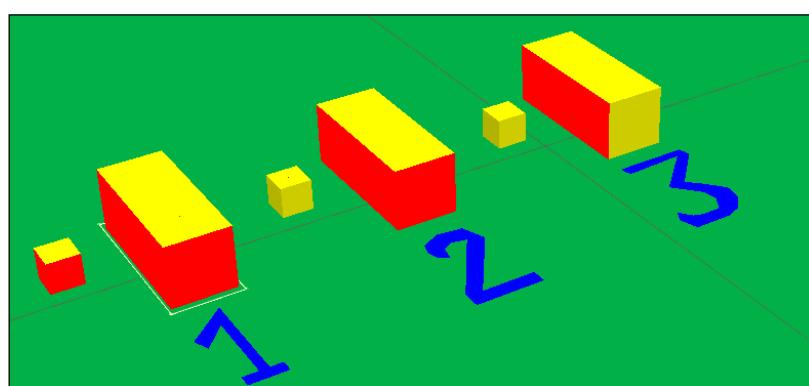
**Figure 48 : Modélisation 3D d'une structure complexe par le modeleur de constructions**

#### 4.2.2. Tutoriel

##### Différentes méthodes de rayonnement d'une construction

L'exercice 0« Différentes méthodes de rayonnement d'une machine », peut être repris en utilisant les constructions à la place des machines. De la même manière on peut activer ou désactiver à loisir le rayonnement des étages, des murs, etc. des constructions.

Pour désactiver, comme sur la Figure 49 : les « petits étages », il faut désactiver tous leurs murs. Les dalles sont par défaut désactivées.



**Figure 49 : Les 3 constructions rayonnant de façons différentes en rendu « surface »**

## Construction avec sources internes

Cette partie aborde la question des sources placées dans des constructions.

### → Masquage du plafond

La première chose à savoir est que le bouton  permet de masquer le plafond des étages et ainsi de voir ce qui se trouve à l'intérieur.



**Figure 50 : Le masquage du plafond permet d'observer les objets placés dans un étage.**

Remarque :

Le « plafond » des Silos (cercles acoustiques de type construction) ne peut pas être masqué.

### → Insertion d'une source ponctuelle dans une construction

Création

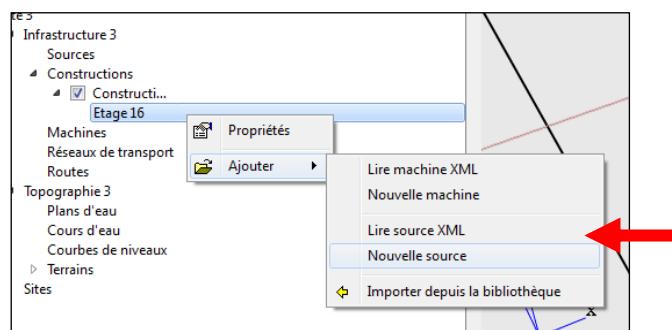
Cette partie aborde la procédure pour placer une source ponctuelle dans une construction

Pour ce faire :

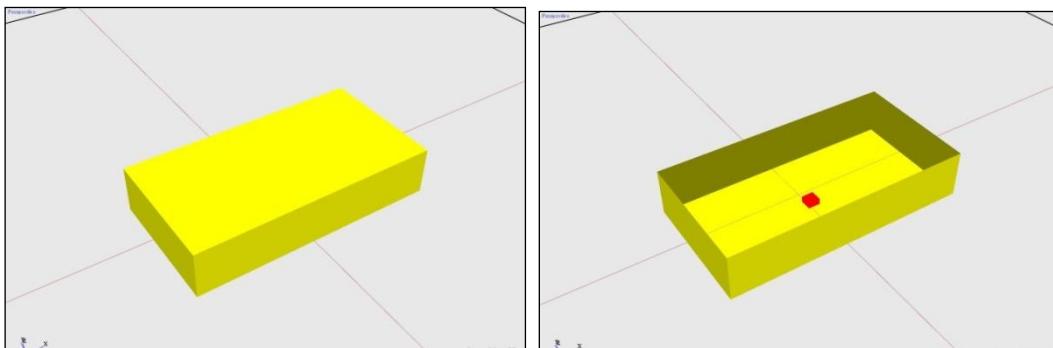
- Commencer par créer une construction à un étage ;
- Dans l'arborescence de gestion de site, repérer cette construction et développer complètement son arborescence.



- Ouvrir le menu contextuel en faisant clic droit sur l'étage → « Ajouter » → « Nouvelle source » (Les options « Lire source XML » et « Importer depuis la bibliothèque servent à importer une source directement dans l'étage respectivement depuis un fichier XML ou depuis la bibliothèque»).



La source est automatiquement créée et la fenêtre de ses propriétés s'affiche.



**Figure 51 : Crédit d'une source ponctuelle à l'intérieur d'une construction**

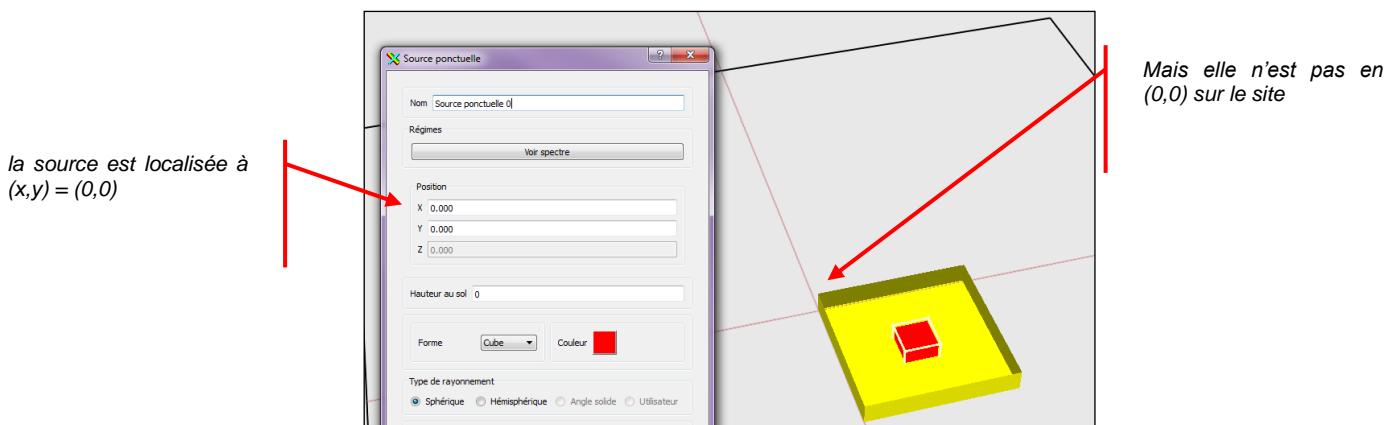
Remarque :

La source est définie par rapport à la construction : supprimer la construction entraîne la suppression de la source.

Remarque :

Les sources internes sont placées dans un repère dont l'origine coïncide avec celle de la construction dans laquelle elles sont placées et non pas avec celle du modeleur de site.

Sur la Figure 52, la source est localisée à  $(x,y) = (0,0)$  mais l'origine de son repère de référence étant au centre de la construction (et non pas à celle du modeleur de site (flèche rouge)), elle ne se trouve pas en  $(0,0)$  sur le site.



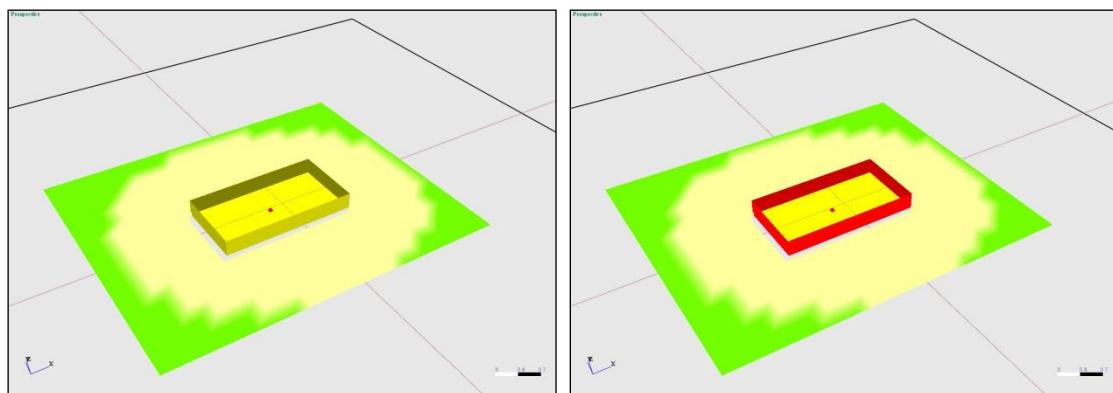
**Figure 52 : Localisation de l'origine du repère des sources internes**

Rayonnement

Pour faire rayonner la source ponctuelle, il suffit de renseigner un spectre de puissance dans la fenêtre de ses propriétés, comme cela a été abordé dans la première partie de cette notice. Pour y accéder :

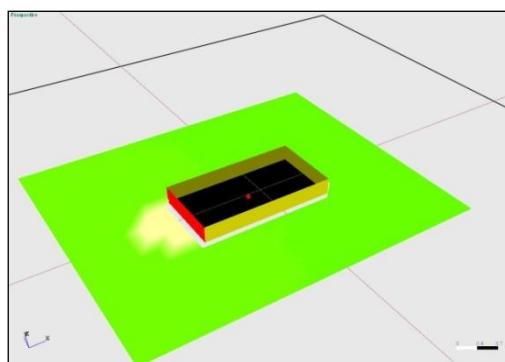
- Soit via le menu contextuel dans le modeleur de site (ou construction) obtenu en faisant un clic droit sur la source (en masquant le plafond de l'étage) ;
- Soit via le menu contextuel dans l'arborescence de gestion de site (sans oublier que cette source est définie par rapport à la construction dans laquelle elle est placée)

Dans les images suivantes, un maillage a été appliqué pour obtenir une cartographie et observer l'impact des modifications effectuées.



**Figure 53 : Rayonnement de la source ponctuelle centrée à l'intérieur d'une construction**  
**à gauche : affichage des sources non activé, à droite : affichage des sources activé**

Le rayonnement des faces de la construction a une incidence sur le bruit généré par la construction. En fait Code\_TYMPAN calcule le rayonnement des parois qui est dû à la présence de sources. Là encore, il est recommandé de ne renseigner les puissances mesurées qu'à un seul niveau.



**Figure 54 : Même situation, mais le rayonnement des dalles et de tous les murs sauf 1 a été désactivé**

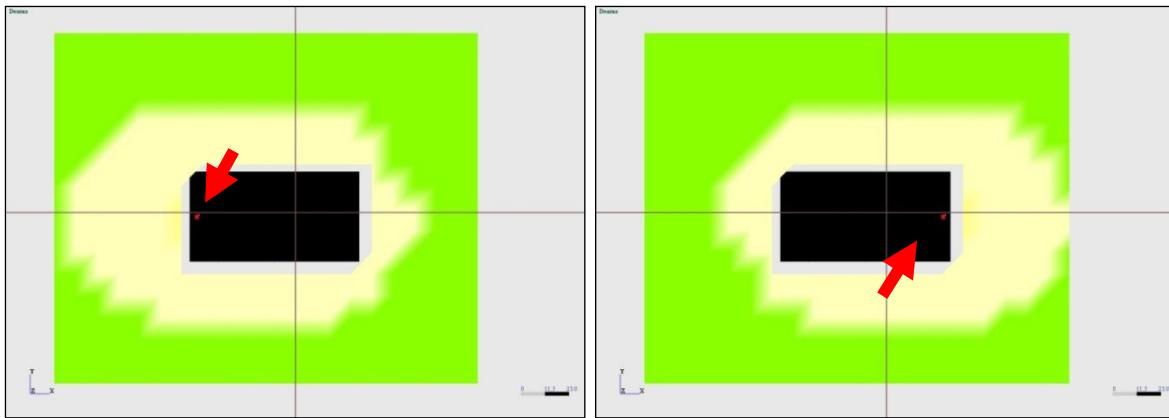
#### Déplacement de la source interne

Depuis le modeleur principal et en vue de dessus, la position des sources dans un étage est modifiable directement en masquant les plafonds et en utilisant l'outil position de la barre d'outils modeleur.

Attention, cette option n'est valable que pour les sources ponctuelles, utiliser cet outil pour déplacer une machine à l'intérieur d'un étage déplace tout l'étage.

La position des sources peut aussi être modifiée en ouvrant le menu contextuel par un clic droit sur la source ponctuelle dans le modeleur de site (ou de construction) et en choisissant « position ».

La position de la source dans la construction a évidemment un impact sur le rayonnement de l'étage, voir Figure 55.



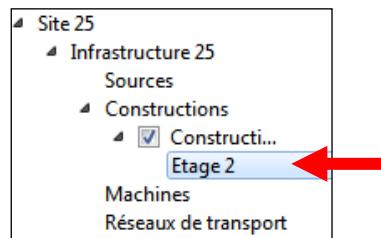
**Figure 55 : Influence de la position de la source ponctuelle à l'intérieur d'une construction**  
**La dalle apparaît en noir car son rayonnement a été désactivé**

#### → **Insertion d'une machine dans une construction**

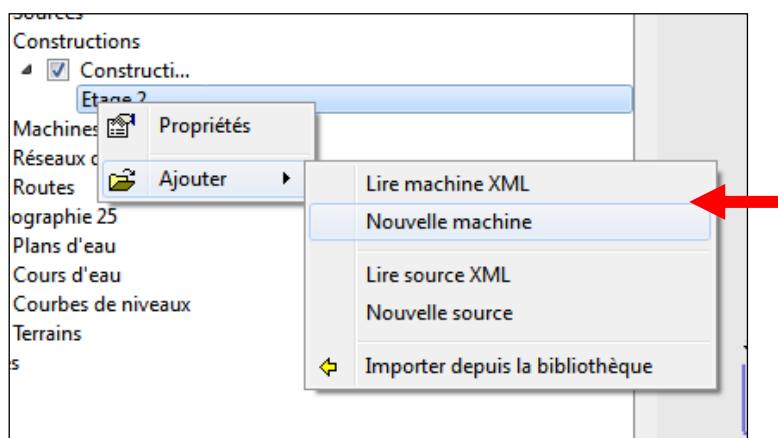
##### Création

Cette partie aborde la procédure pour placer une machine dans une construction :

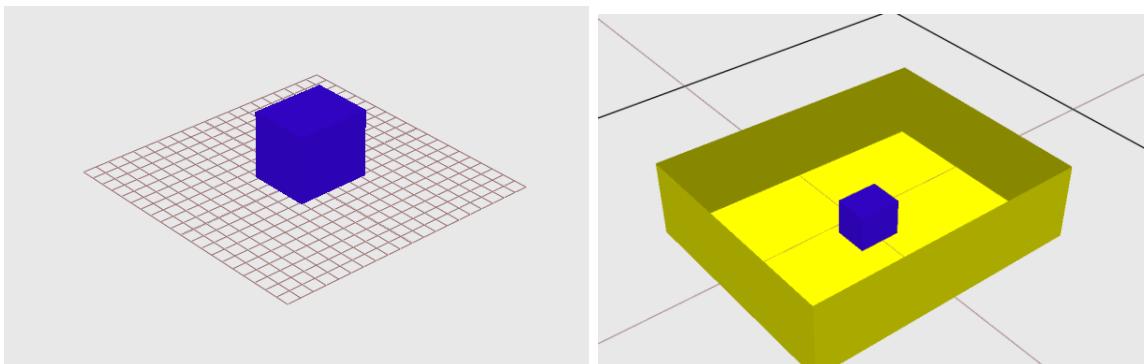
- Commencer par créer une construction à un étage ;
- Dans l'arborescence de gestion de site, repérer cette construction et développer complètement son arborescence.



- Ouvrir le menu contextuel en faisant en clic droit sur l'étage → « Ajouter » → « Nouvelle machine » (L'option « Lire machine XML » sert à importer une machine directement dans l'étage depuis un fichier XML).



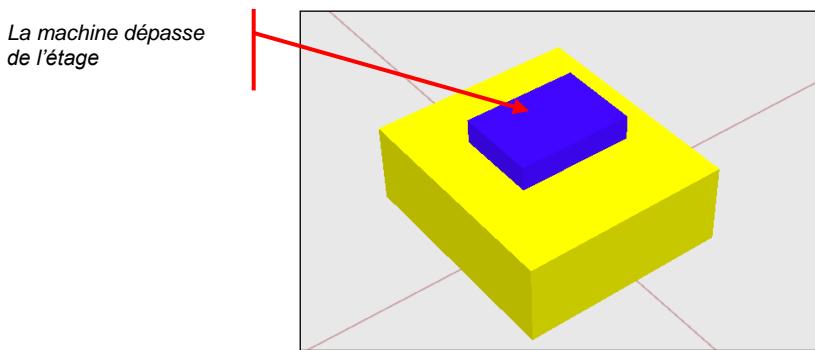
Le modeleur de la nouvelle machine s'ouvre. Les modifications effectuées dans ce modeleur se répercuteront directement en modélisant une machine à l'intérieur de l'étage.



**Figure 56: Création d'une machine à l'intérieur d'une construction**

Remarque :

Il faut bien évidemment être vigilant dans le choix des dimensions des objets que l'on place à l'intérieur d'une construction (voir Figure 57)



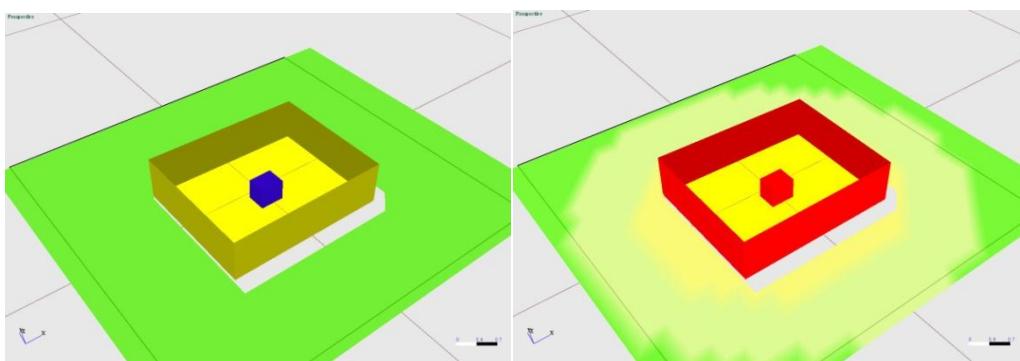
**Figure 57 : La machine dépasse car sa hauteur est supérieure à celle de l'étage**

Rayonnement

Pour faire rayonner la machine, il suffit de renseigner un spectre de puissance dans la fenêtre de ses propriétés (ou de celles de ses volumes rayonnants ou de celles de ses faces), comme cela a été abordé dans la première partie de cette notice et dans la partie 4.1 Tutoriel 1 : Les machines. Pour y accéder :

- Soit via le menu contextuel dans le modeleur de site (ou construction) obtenu en faisant un clic droit sur la machine (en masquant le plafond de l'étage) ou dans le modeleur de machine directement;
- Soit via le menu contextuel dans l'arborescence de gestion de site (sans oublier que cette machine est définie par rapport à la construction dans laquelle elle est placée).

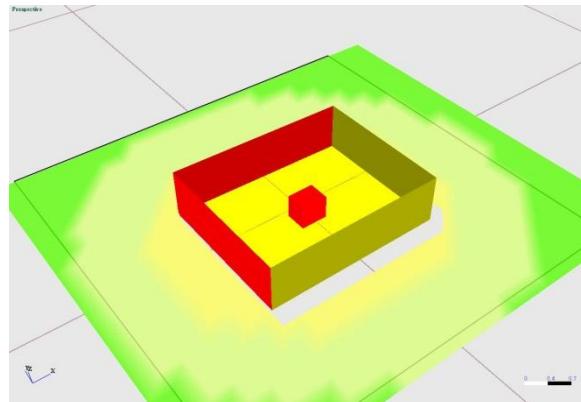
Dans les images suivantes, un maillage a été appliqué pour obtenir une cartographie et observer l'impact des modifications effectuées.



**Figure 58: Rayonnement de la machine centrée à l'intérieur d'une construction**

**à gauche : affichage des sources non activé, à droite : affichage des sources activé**

Le rayonnement des faces de la construction a une incidence sur le bruit généré par la construction. En fait Code\_TYMPAN calcule le rayonnement des parois qui est dû à la présence de sources. Là encore, il est recommandé de ne renseigner les puissances mesurées qu'à un seul niveau.



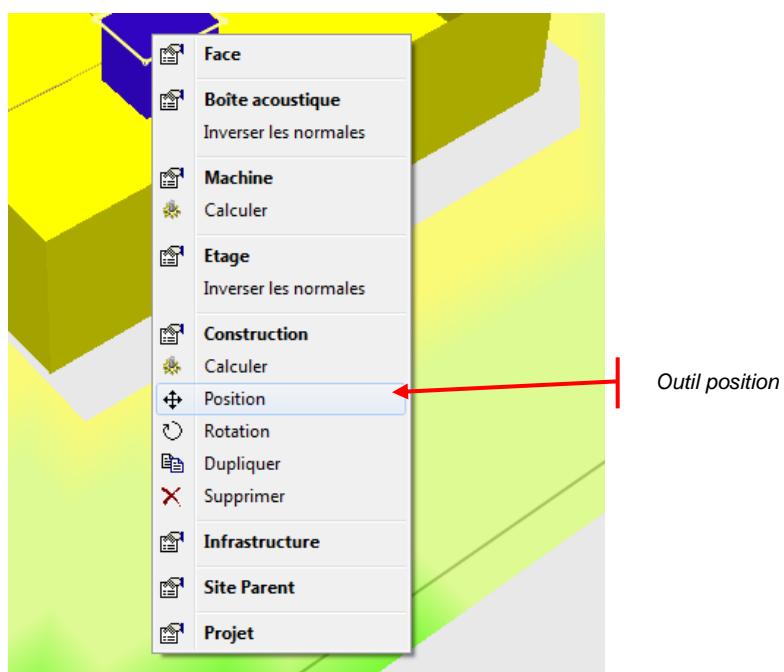
**Figure 59: Même situation, mais le rayonnement des dalles et de tous les murs sauf 2 a été désactivé**

#### Déplacement de la machine interne

La position des machines dans les constructions n'est pas modifiable directement via la l'outil position . Utiliser cet outil pour déplacer une machine à l'intérieur d'un étage déplace tout l'étage.

Pour modifier la position d'une machine dans une construction il faut :

- Soit ouvrir le modeleur de construction, masquer le plafond de l'étage et utiliser l'option « position » du menu contextuel obtenue en faisant un clic droit sur la machine (voir Figure 60: Menu contextuel dans le modeleur de construction)



**Figure 60: Menu contextuel dans le modeleur de construction**

- Soit directement en modifiant la position de la machine dans le modeleur de machine, puisque l'origine de la machine est placée au centre de la construction.

La position de la source dans la construction a évidemment un impact sur le rayonnement de l'étage.

## 4.3. Tutoriel 3 : Les atténuateurs et les parois

### 4.3.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

L'atténuation est la réduction de l'amplitude et de l'énergie d'un signal à travers le milieu qu'il traverse. En acoustique, de nombreuses sources sonores voient leur énergie sonore réduite par l'installation de systèmes de réduction comme des pièges à son, des capots ou des bardages. Les outils « atténuateur » et « paroi » de Code\_TYMPAN permettent de traduire l'effet de ces dispositifs.

#### Notion abordée : atténuateur

→ **Atténuateur**

Un atténuateur est un filtre appliqué à une source (au sens large : source ponctuelle, machine, construction, face, sous-face, etc.) et qui modifie sa puissance acoustique. Il est défini dans les propriétés d'une source et est caractérisé par son spectre en bande d'octave ou de tiers d'octave :

L'atténuateur revient donc à placer un objet qui va diminuer la puissance acoustique d'une source :

- Capotage ;
- Piège à son ;
- Etc.

→ **Bardage**

En architecture et construction, un bardage est un revêtement de mur extérieur. Il est généralement en bois mais on le trouve aussi en PVC ou en tôle métallique. Il a un double rôle, à la fois décoratif mais aussi de protection et d'isolant.

Sous Code\_TYMPAN, il est possible de définir des bardages sur les constructions en modifiant les propriétés des parois.

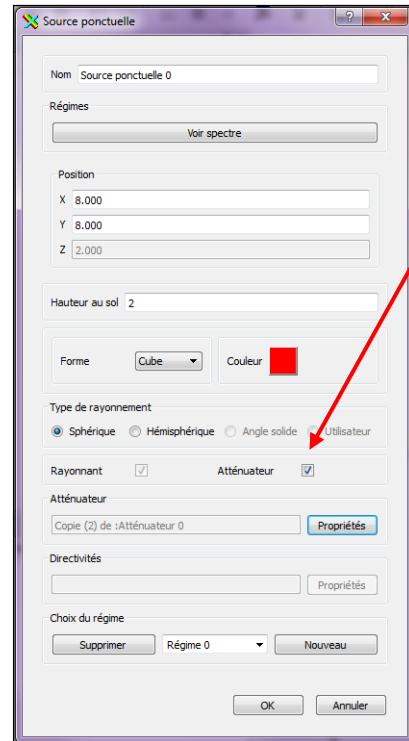
### 4.3.2. Tutoriel

#### → Atténuateur

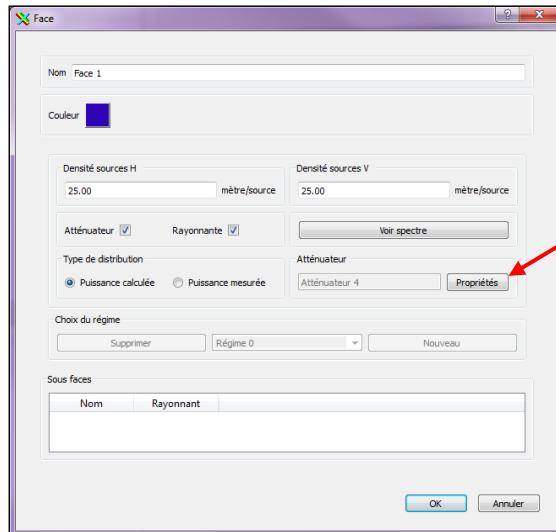
##### Définition d'un atténuateur

La manipulation est la même quel que soit le type d'objet rayonnement (source ponctuelle, machine, construction, volume rayonnant, face, sous-face, etc.). Pour définir un atténuateur sur cet objet rayonnant :

- Ouvrir les propriétés de cet objet (via le menu contextuel de l'arborescence de gestion de site → « Propriétés » ou via le menu contextuel du modeleur → « nom de l'objet rayonnant »);
- Cocher la case « Atténuateur », voir Figure 61  
Une fenêtre s'affiche pour renseigner un spectre ;
- Saisir ou importer un spectre → « OK »
- Pour modifier le spectre, cliquer sur « Propriétés » dans le cadre « Atténuateur » de la fenêtre des propriétés de l'objet rayonnant, voir Figure 62



**Figure 61 : Fenêtre des propriétés d'une source ponctuelle**  
**La case « atténuateur » a été cochée**



**Figure 62 : Fenêtre des propriétés d'une face de machine**

- Pour désactiver l'atténuateur, décocher la case « Atténuateur ».

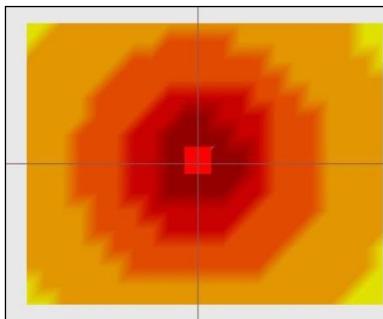
#### Effet qualitatif d'un atténuateur sur une source

Cette partie présente sur un exemple simple (modèle source +maillage) l'effet d'un atténuateur de 32dBA et de 52dBA en global sur une source de 112 dBA.

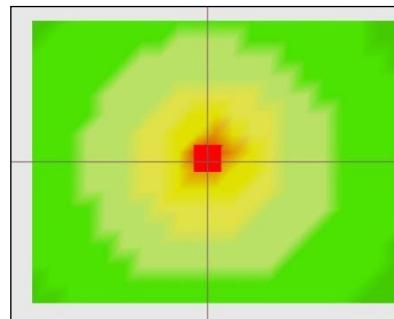
La Figure 63, la Figure 64 et la Figure 65 représentent les cartographies obtenues.

#### Remarque :

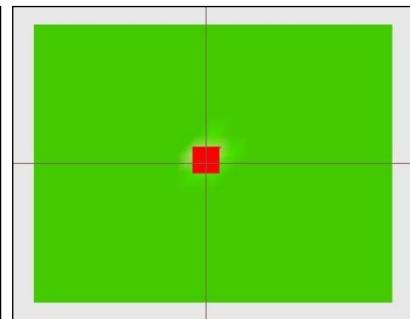
Les valeurs des atténuateurs ont volontairement été prises très élevées (et très irréalistes) pour observer un effet significatif sur la cartographie.



**Figure 63 : Calcul acoustique n°1**  
Source à 112dBA, sans  
atténuateur



**Figure 64 : Calcul acoustique n°2**  
Ajout d'un atténuateur à 32dBA



**Figure 65 : Calcul acoustique n°3**  
Ajout d'un atténuateur à 52dBA

#### Remarque :

Dans Code\_TYMPAN, une atténuation de -20dB correspond en fait à une augmentation de 20dB

**Effet quantitatif d'un atténuateur**

Cette partie présente sur un modèle simple (source + récepteur, abordé dans la première partie de cette notice) l'effet d'un atténuateur.

Les histogrammes suivants représentent respectivement les spectres de la source ponctuelle et de l'atténuateur

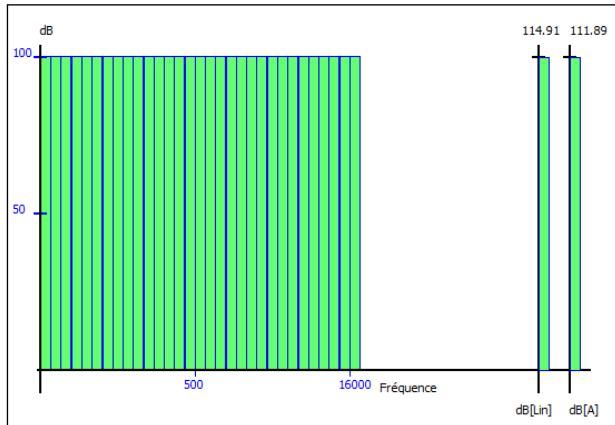


Figure 66 : Spectre de la source ponctuelle

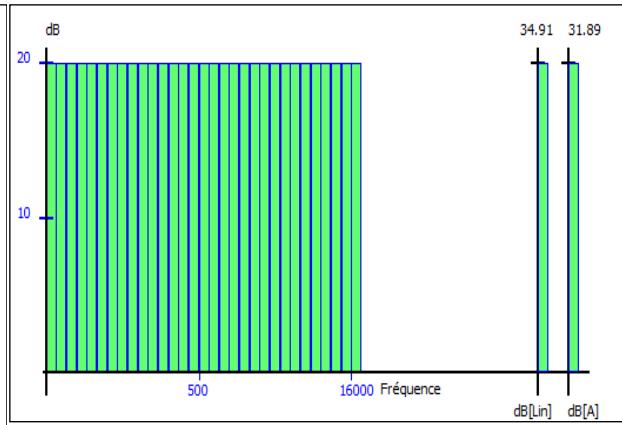


Figure 67 : Spectre de l'atténuateur

L'atténuateur présente un spectre constant de 20dB sur toutes les fréquences.

dB(A)	LW	Point de contrôle 0
Synthèse		69.4
Source ponctuelle 0	111.9	69.4

dB(A)	LW	Point de contrôle 0
Synthèse		49.4
Source ponctuelle 0	91.9	49.4

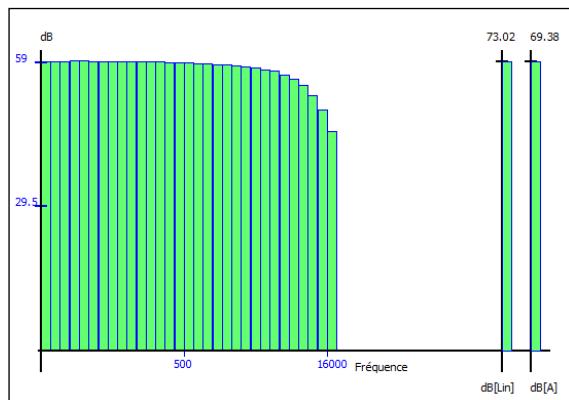


Figure 68 : Tableau de résultat et spectre de puissance au récepteur pour un calcul fait sans atténuateur

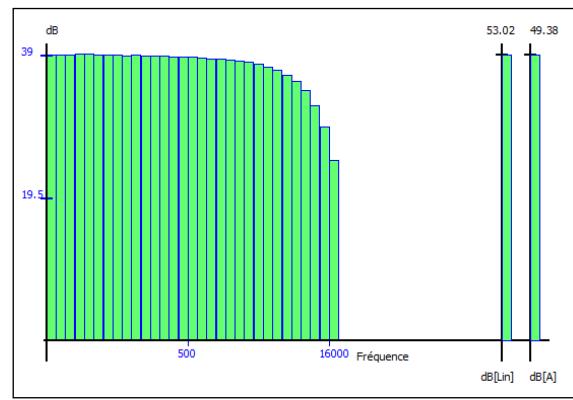


Figure 69 : Tableau de résultat et spectre de puissance au récepteur pour un calcul fait avec atténuateur

La puissance acoustique à la source est diminuée de 20 dBA (111,9 dBA → 91,9 dBA), toutes choses égales par ailleurs, le calcul au récepteur est donc diminué de 20 dBA également (69,4dBA → 49,4dBA).

→ **Bardages**

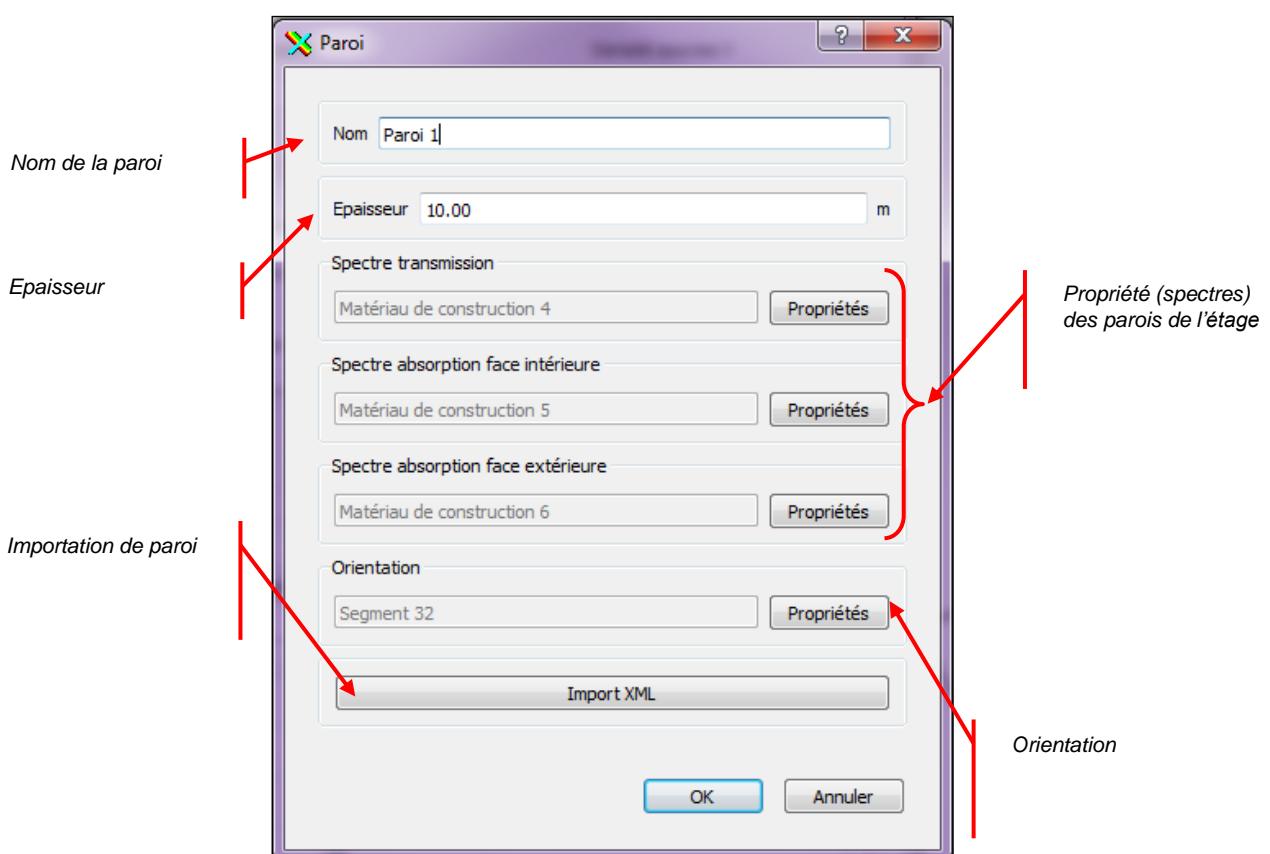
Les bardages d'une construction sous Code\_TYMPAN peuvent être définis en modifiant les propriétés des parois.

***Les propriétés d'une paroi (les valeurs ont été choisies arbitrairement)***

Dans la fenêtre de propriétés d'une paroi, il est possible de modifier :

- L'épaisseur
- Les spectres de transmission (énergie perdue lorsque TYMPAN calcule le niveau sortant d'un étage qui contient des sources, égal à 15dB à toutes les fréquences par défaut) et d'absorption intérieure (intervient dans le calcul de Sabine, égal à 0.2 à toutes les fréquences par défaut) et extérieure (intervient dans le calcul des réflexions, égal à 0.2 à toutes les fréquences par défaut)
- L'orientation

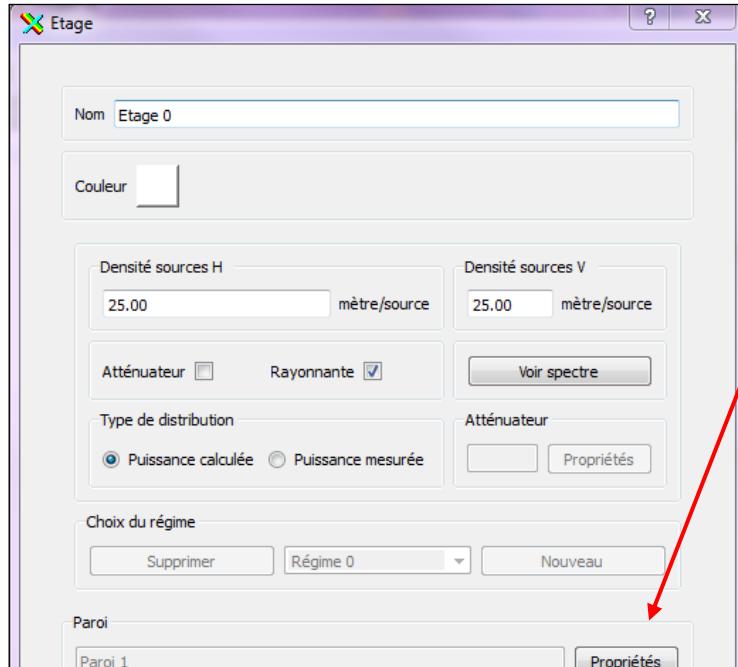
d'une paroi.



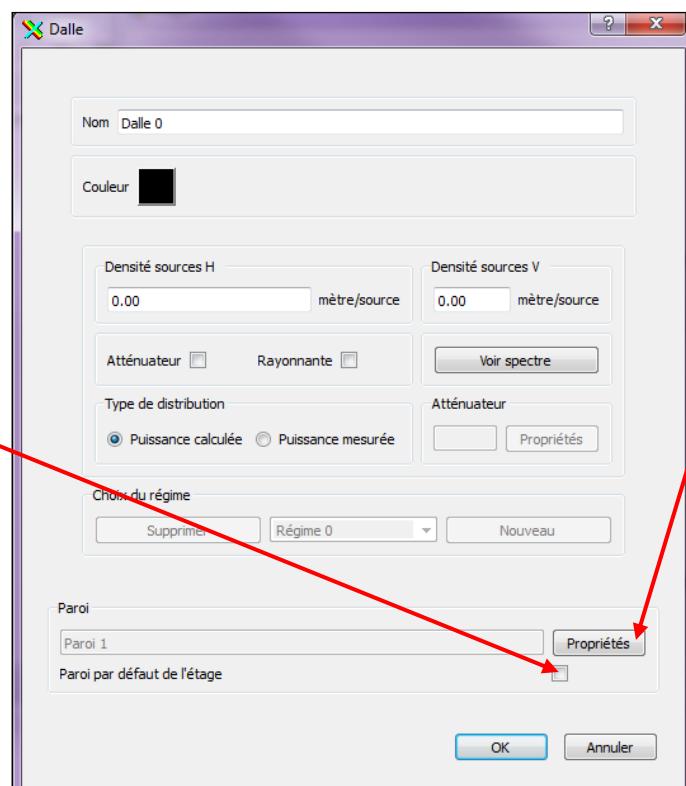
**Figure 70 : Fenêtre des propriétés d'une paroi**

**Renseigner les propriétés des parois**

On peut modifier les parois d'un étage complet (paroi par défaut de l'étage), toutes les parois de cet étage sont alors considérées comme identiques.

**Figure 71 : Fenêtre des propriétés de l'étage**

Cependant, il est possible de modéliser les parois face par face en décochant l'option « Paroi par défaut de l'étage ». La paroi de la face en question n'est plus définie par défaut comme celle de l'étage complet et il possible de la renseigner à discrédition.

**Figure 72 : Fenêtre des propriétés d'une face de l'étage (la dalle du sol)**

« Paroi par défaut de l'étage » est décoché ce qui permet de la décrire indépendamment de la paroi par défaut de l'étage

## 4.4. Tutoriel 4 : Les sous-sites

### 4.4.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Les sous-sites ont été introduits afin de gérer plus souplement les modèles lourds sous Code\_TYMPAN. Il s'agit d'un sous-environnement géométrique et physique qui peut être modélisé à part et ensuite intégré dans le site parent.

Le choix d'utiliser un sous-site peut être motivé dans de nombreux cas :

- Modélisation précise d'un élément du site (on peut insérer une image de fond dans un sous-site), typiquement une installation industrielle sur un modèle à l'échelle d'une ville ;
- Modélisation de différents sites indépendants ;
- Modélisation de différentes phases d'un projet, étant donné qu'on peut désactiver des sous-sites (le sous-site n'est alors plus pris en compte dans le modèle, géométriquement parlant ; voir « Etat » dans le glossaire) : on crée alors le même site à différents stades ;

#### Notions abordées : sous-site, emprise, objets

##### → Les sous-sites

Le site permet de définir l'environnement sur lequel sont effectués les calculs. Il comporte une infrastructure (sources construction, machines, réseaux de transport, routes) et une topographie (plans d'eau, cours d'eau, courbes de niveaux).

Un sous-site est un site imbriqué :

- Soit dans le site principal
- Soit dans un autre sous-site.

##### → Emprise

L'emprise permet de délimiter l'étendue géographique du site environnant.

En l'absence de courbes de niveau pour décrire l'altimétrie, le contour de l'emprise est utilisé par défaut comme une courbe de niveau d'altitude 0m servant de base à la construction de l'altimétrie.

Si l'utilisateur crée des courbes de niveau, celles-ci servent de base à la construction de l'altimétrie et l'emprise n'est plus utilisée.

Cependant, une option (case à cocher) permet de définir l'emprise comme courbe de niveau fermée supplémentaire.

Une emprise peut aussi être définie dans un sous-site.

##### → Objets d'un sous-site

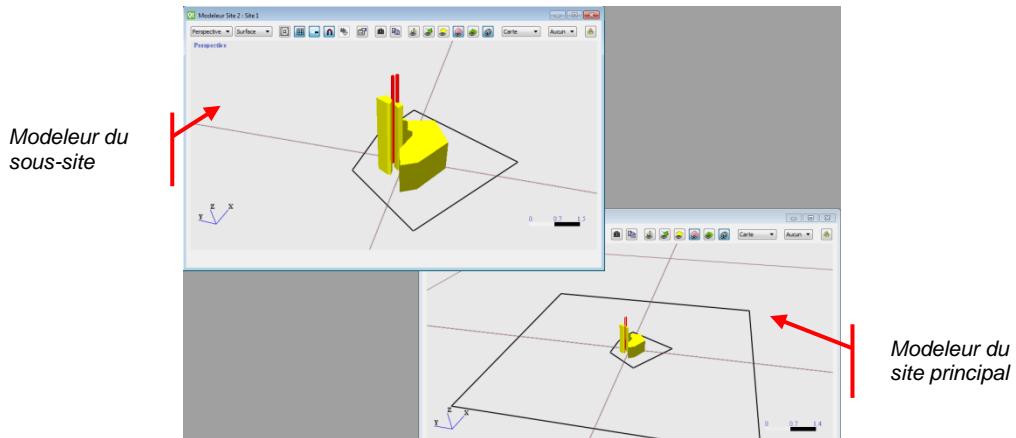
Tous les objets peuvent être placés sur un sous-site (infrastructure et topographie) seuls les récepteurs et les maillages sont créés obligatoirement sur le site principal.

D'une manière générale, les mécanismes de modélisation d'un sous-site sont identiques à ceux du site principal.

Evidemment toute édition dans un sous-site se répercute dans le site dans lequel il est imbriqué (voir Figure 73)

Il est conseillé :

- de ne pas définir d'objets d'un site en dehors de son emprise ;
- de ne pas définir d'objets d'un site à l'emplacement d'un sous-site imbriqué.



**Figure 73 : Création d'un complexe de constructions dans le sous-site et répercussion dans le site principal**

Remarque :

On ne peut éditer les objets (et en particulier créer des étages et des sources ponctuelles) d'un sous-site que depuis le modeleur du sous-site. Depuis un modeleur d'ordre N, on n'accède qu'aux éléments d'ordre N-1.

C'est un point très important car depuis un modeleur de site (d'ordre N), si on veut supprimer un élément d'un sous-site (élément d'ordre N-2), on supprime tout le sous-site (élément d'ordre N-1).

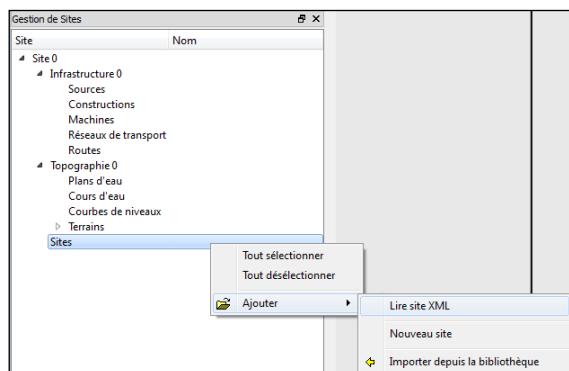
#### 4.4.2. Tutoriel

##### → **Création d'un sous-site**

Pour créer un sous-site, cliquer sur l'arborescence de gestion de site avec le bouton droit sur l'option « site » et choisir « ajouter » → « nouveau site » (voir Figure 74)

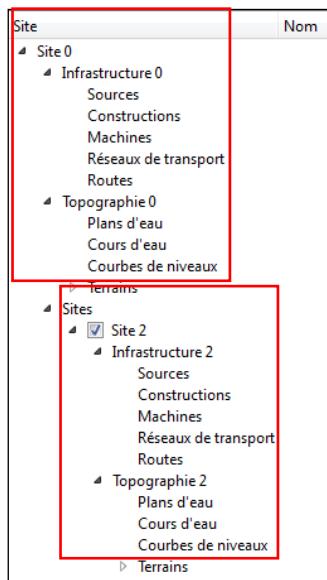
Remarque

Les options « Importer depuis la bibliothèque » et « Lire Site XML » servent à importer un sous-site respectivement depuis la bibliothèque ou n'importe quel dossier et ce, de la même manière que cela a été abordé pour les machines et les constructions.



**Figure 74 : L'option "Site" dans l'arborescence de gestion de Sites**

Le sous-site possède une arborescence de la même forme que celle du site (infrastructure + topographie + sous-sites).

**Figure 75 : Arborescence du site principal (site 0) et du sous-site (site 2)**

**On voit que les deux objets ont une structure identique, il est même possible d'imbriquer un site dans le sous-site**

Pour éditer le sous-site, il reste à ouvrir son modeleur comme à l'accoutumée (double clic dans l'arborescence de gestion de Site)

#### Remarque

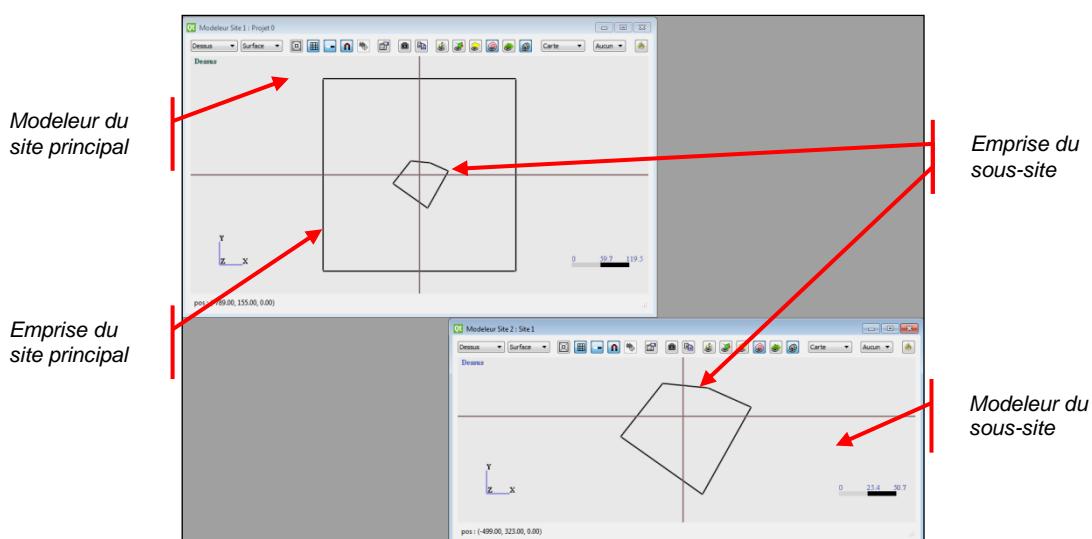
Lorsqu'on fait apparaître le menu contextuel d'un objet du sous-site depuis le site principal, les options d'édition (rotation, position, suppression etc.) s'appliquent au sous-site lui-même.

Dans un modeleur (de niveau N), on ne peut éditer que les objets directement imbriqués (de niveau N-1).

#### → Emprise d'un site

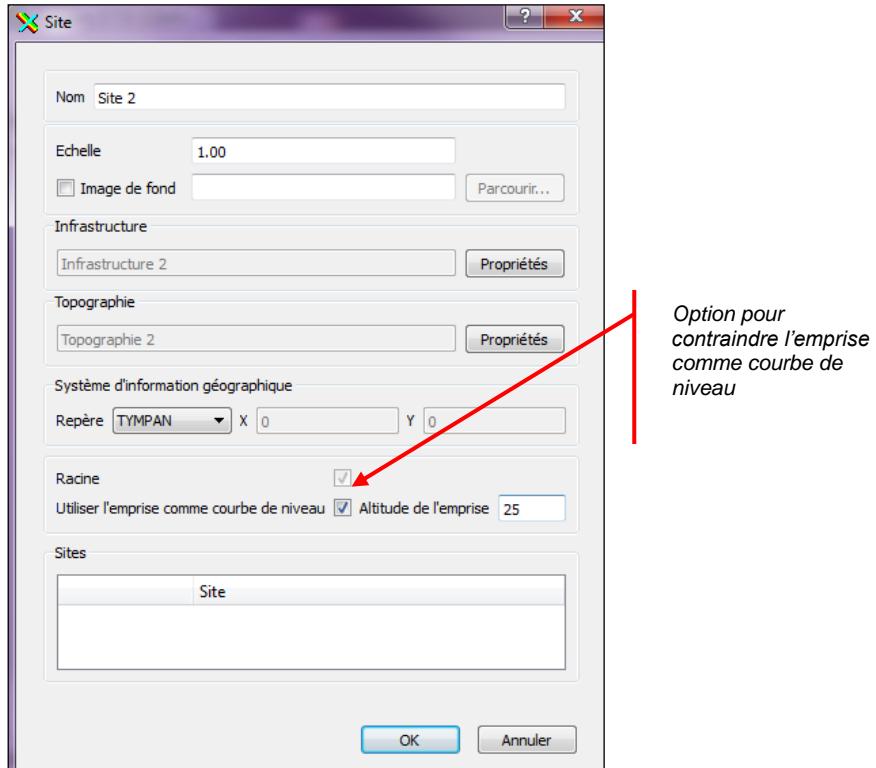
L'emprise d'un site ou d'un sous-site sont définies de la même manière.

De plus l'emprise du sous-site apparait sur celle du site principal :

**Figure 76 : Les emprises du site principal et du sous-site dans leur modeleur respectif**

L'emprise du sous-site le délimite et permet de le repérer sur un modèle complexe ce qui est très utile dans le cas d'une installation industrielle sur un modèle à l'échelle d'une ville.

Si des courbes de niveaux ont été définies dans un site, l'emprise n'est plus considérée par défaut comme courbe de niveau d'altitude 0. Cependant une option est disponible pour contraindre l'emprise comme courbe de niveau dans la fenêtre des propriétés du site :



#### → Image de fond d'un sous-site

De la même manière que pour le site principal, un sous-site peut être muni d'une image de fond. (propriétés du sous-site, cocher image de fond et utiliser le bouton parcourir pour la renseigner, voir premier volet de cette documentation utilisateur). Cette image de fond apparaît également sur le site principal au dessus de sa propre image de fond (voir Figure 77)

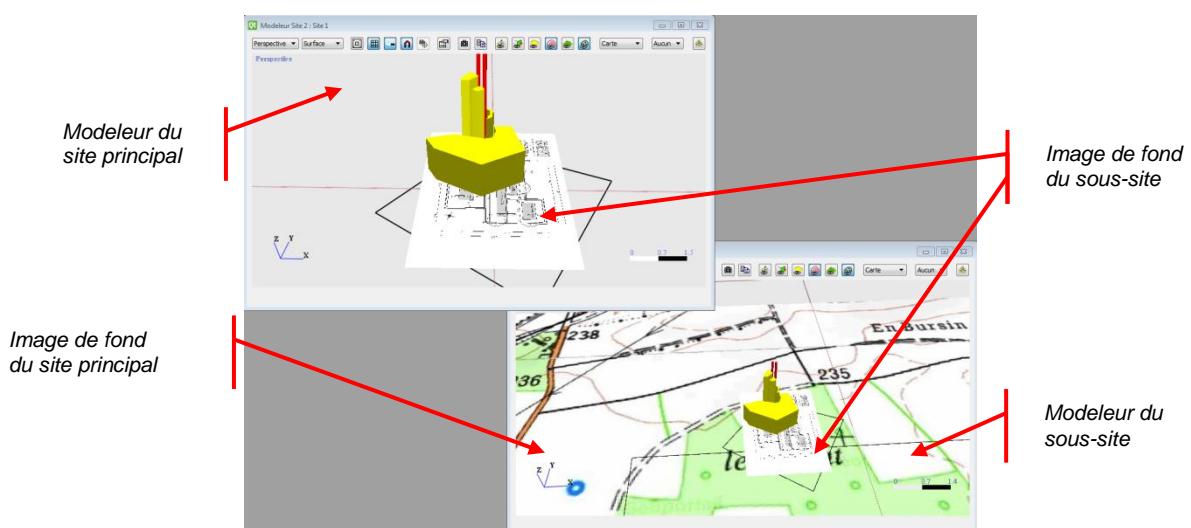


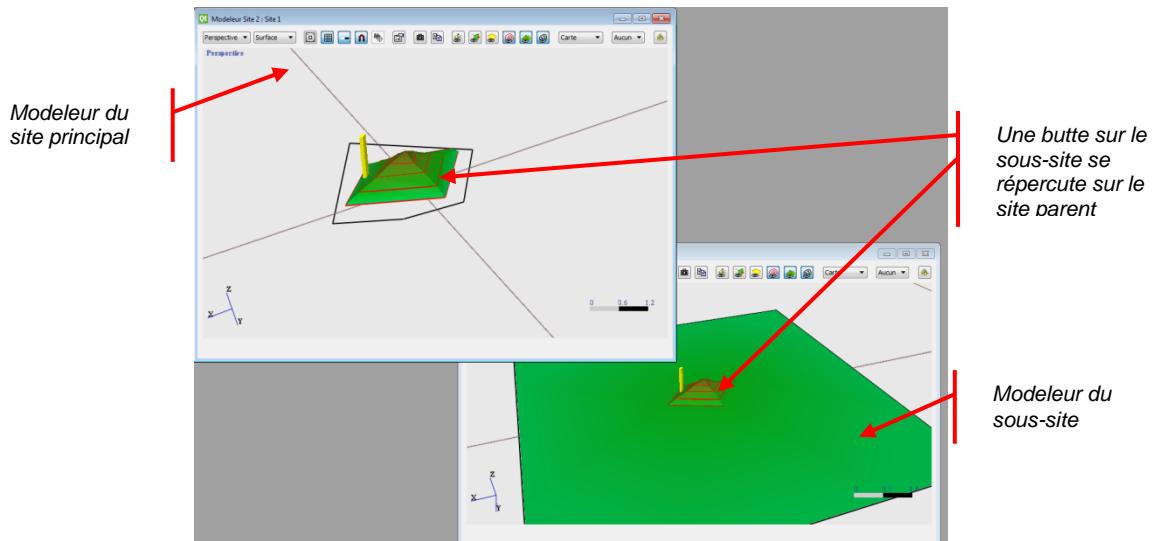
Figure 77 : L'image du sous-site apparaît dans le site-principal

L'utilisation de l'image de fond d'un sous-site est particulièrement recommandée lorsqu'on dispose d'une carte IGN d'un domaine géographique et d'un plan de masse d'une installation industrielle avec une échelle plus précise.

### → **Altimétrie d'un sous-site**

De la même manière que pour le site principal, un sous-site peut être muni d'une topographie (plans d'eau, terrains, etc.) et tout particulièrement de courbes de niveaux.

Evidemment toute édition de l'altimétrie d'un sous-site se répercute dans le site dans lequel il est imbriqué après réalimétrisation.



**Figure 78: La topographie du sous-site apparaît dans le site principal**

#### Remarque

Attention au conflit d'altimétrie, pour l'éviter, les courbes de niveau du sous-site ne doivent pas être définies à l'endroit où des courbes de niveau du site parent seraient présentes.

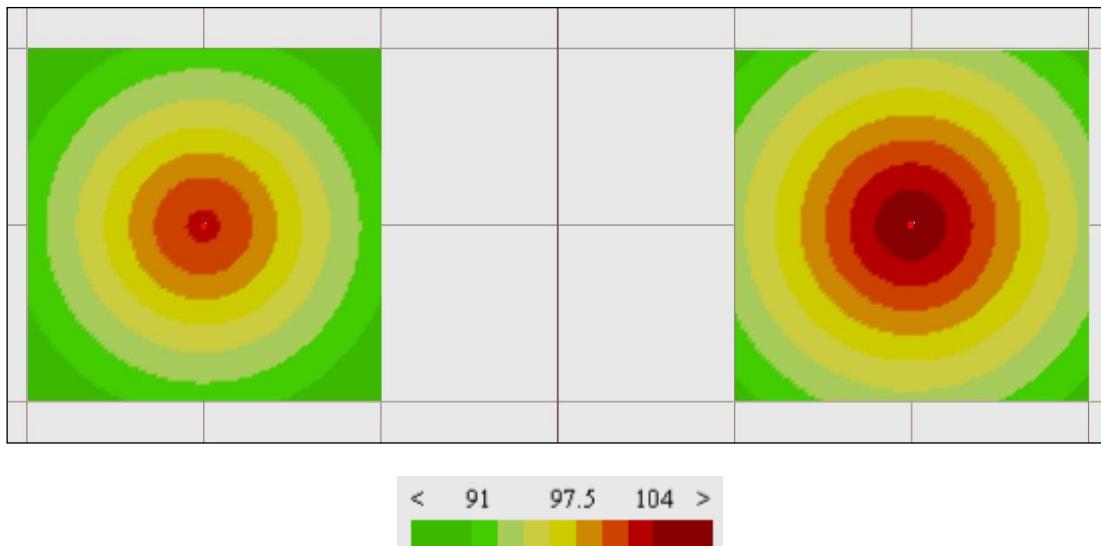
Dans le cas où on veut modéliser un site avec un état antérieur qui présenterait une topographie et un état final nivelé, la prudence est de rigueur.

## 4.5. Tutoriel 5 : Les sols

### 4.5.1. Présentation du tutoriel

La propagation dans l'environnement est fortement affectée par le type de sol présent.

Dans Tympan les sols sont modélisés par des « couches de revêtement » (soit des terrains, soit des plans d'eau) qui s'appliquent sur la topographie et permettent ainsi de modéliser la topographie.

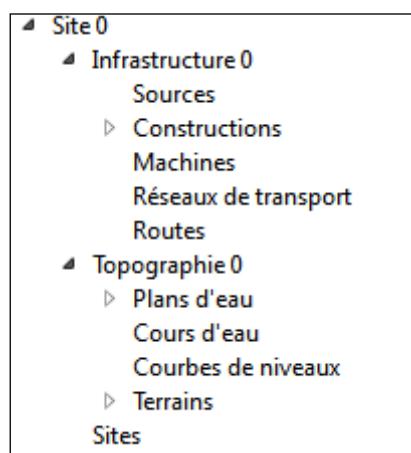


*Figure 79 : Influence du sol sur la propagation et donc sur le niveau sonore*

*Source à 162dB(A) à 200m du sol*

*A gauche, résistivité très faible (sol très « absorbant »), à droite résistivité très forte (sol très « réfléchissant »)*

Les terrains et les plans d'eau sont des éléments de la topographie et se trouvent donc dans cette partie dans l'arborescence d'un site.

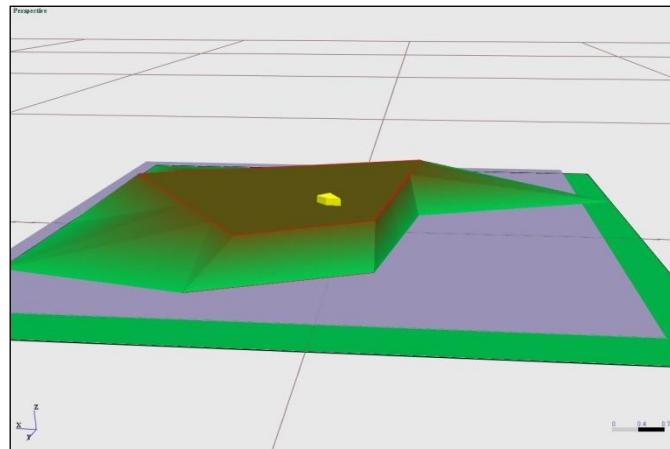


*Figure 80 : emplacement des sols dans l'arborescence d'un site*

#### 4.5.2. Tutoriel

##### → Terrain

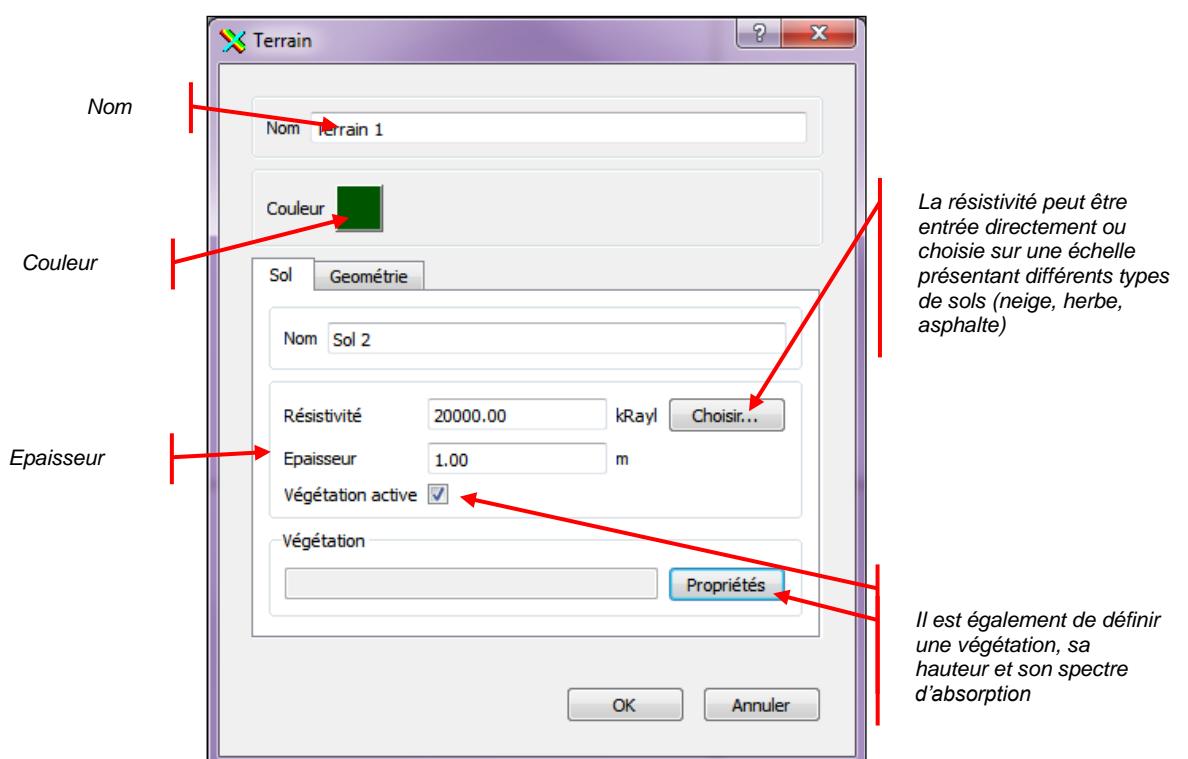
Un terrain est un domaine du plan (Oxy) dont on peut définir la résistivité (de 5 à 20 000 kRayl ou kNs.m<sup>4</sup>) et lui attribuer une couleur. Le terrain n'est pas (pour l'instant) projeté sur l'altimétrie car lors de son exécution, le solveur actuel va chercher quelle est la résistivité du sol au point (x,y), sans s'intéresser à la cote. Avec les solveurs en développement, il faudra attribuer une résistivité à chaque face et le terrain devra y être projeté.



**Figure 81 : Butte en plein milieu d'un terrain**  
**Le terrain ne suit pas (n'est pas projeté sur) la topographie**

Sur l'IHM de Code\_TYMPAN, l'outil sol est représenté par l'icône  . Le tracé se fait comme pour tous les objets du logiciel.

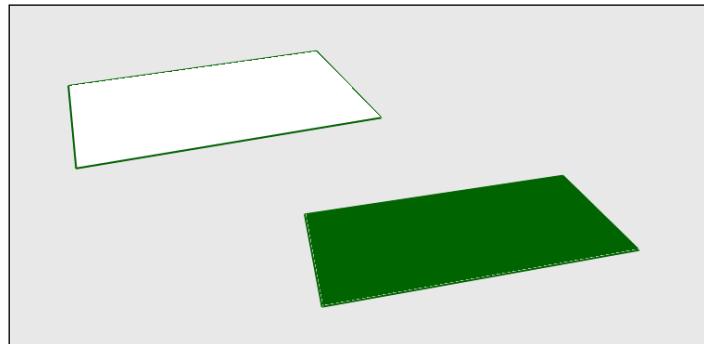
Les propriétés d'un terrain (menu contextuel du modeleur de site → terrain ou menu contextuel de l'arborescence de gestion de Sites → propriétés) permettent de définir les options suivantes :



**Figure 82 : Fenêtre des propriétés d'un terrain**

Remarque

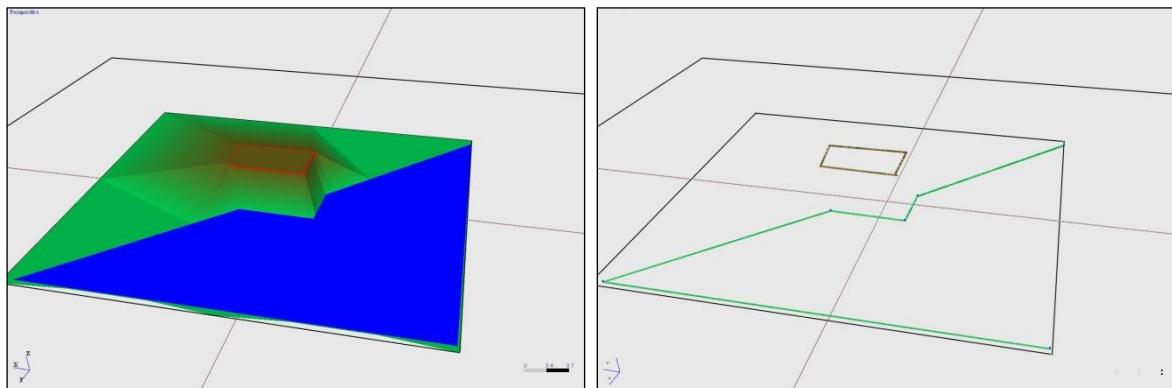
L'objet « végétation »  n'est rien d'autre qu'un terrain sur lequel est déjà définie une végétation. Lorsqu'on munit un terrain d'une végétation, les contours restent de la même couleur et l'intérieur du terrain se colore en blanc (voir Figure 83)



**Figure 83 : Le même terrain, avec et sans végétation**

#### → **Plan d'eau**

Le plan d'eau est la combinaison d'un terrain dont on peut définir la résistivité et d'une courbe de niveau (le contour, pour éviter d'obtenir un plan d'eau en pente) dont les paramètres habituels (altitude et distance entre deux points) peuvent être réglés.



**Figure 84 : Plan d'eau au bord d'une "butte" (rendu surfacique et points),  
On voit clairement que le contour du plan d'eau est considéré comme une courbe de niveau**

Sur l'IHM de Code\_TYMPAN, l'outil terrain est représenté par l'icône . Le tracé se fait comme pour tous les objets du logiciel.

Les propriétés d'un plan d'eau (menu contextuel du modeleur de site → plan d'eau ou menu contextuel de l'arborescence de gestion de Sites → propriétés) permettent de définir les options suivantes :

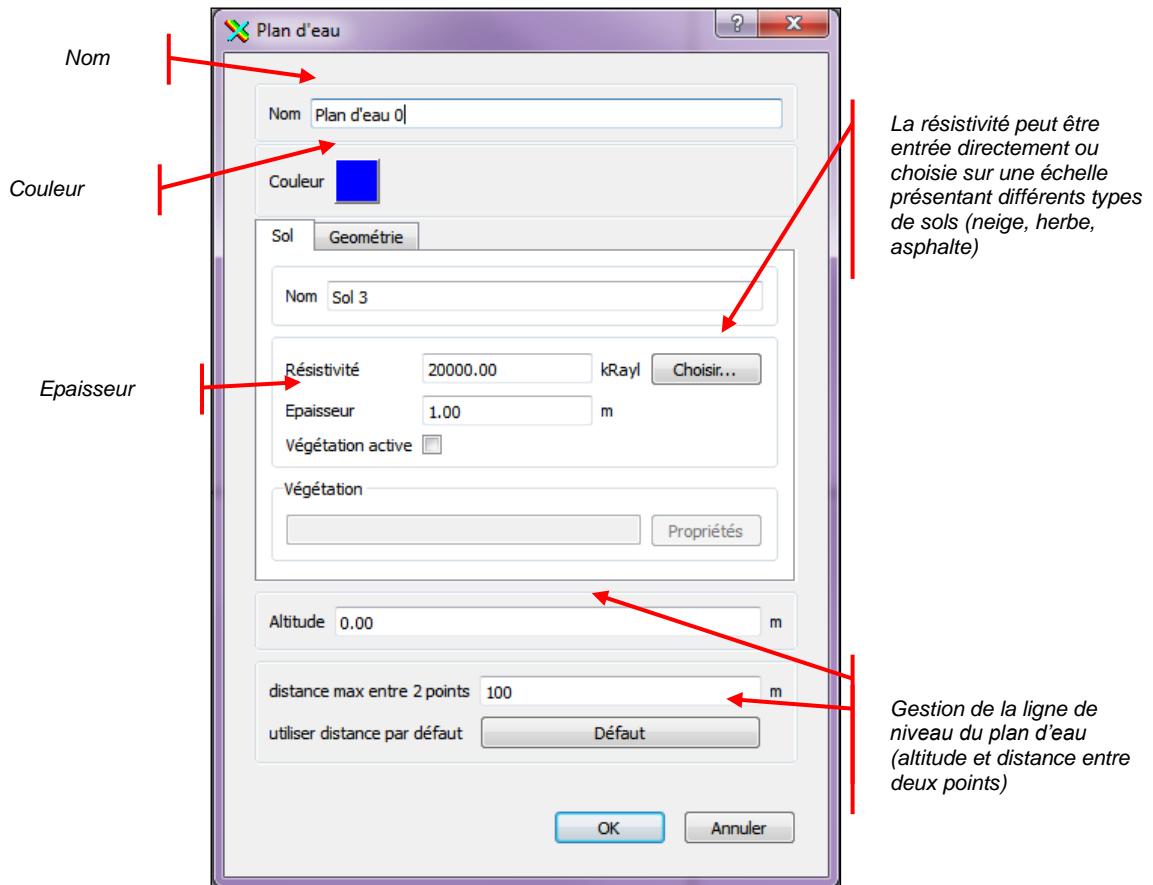


Figure 85 : Fenêtre des propriétés d'un plan d'eau

#### Remarque

L'objet cours d'eau  est une polyligne projetée sur la topographie et qui tient lieu de source linéaire (comme le sont les routes)

## 5. Tutoriels sur les calculs

Les tutoriels qui suivent permettent de se perfectionner dans l'utilisation du calcul dans Code\_TYMPAN.  
La première partie de cette notice a introduit de façon simple la notion de calcul en donnant des exemples de base sur l'utilisation des récepteurs.

Cette partie revient de façon plus exhaustive sur les possibilités d'utilisation de ces éléments, on y aborde :

- les concepts sous-jacents au calcul ainsi que ses paramètres ;
- la notion de tableau de résultat ainsi que les outils afférents ;
- la notion de maillage ;
- les notions d'état et de régime.

De la même façon que dans la notice pour débutant, pour chaque tutoriel :

- On présentera succinctement l'exercice afin de comprendre dans quelle logique pédagogique de maîtrise de Code\_TYMPAN il s'inscrit ;
- On définira précisément les notions abordées ;
- On réalisera enfin l'exercice.

## 5.1. Tutoriel 6 : Le concept de calcul

### 5.1.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Le calcul est l'objet principal de l'effort de modélisation sous Code\_TYMPAN : c'est bien parce qu'on cherche à calculer le champ acoustique sur un site qu'on le modélise sous Code\_TYMPAN.

Cette partie présente une liste exhaustive des possibilités du calcul.

#### Notions abordées : calcul, solveur

##### → Calcul

Dans Code\_TYMPAN, le terme « calcul » désigne deux réalités :

- Un objet contenant :
  - Les paramètres du solveur (conditions homogènes/favorables, domaine de fréquence, type de sol, calcul énergétique/interférence, etc.)
  - les conditions météorologiques
  - l'état des points de contrôle
  - l'état des sources
  - les maillages
- A cela, il faut associer la fenêtre « Résultat » qui contient les contributions de toutes les sources en tous les points de contrôle obtenues après exécution du solveur.
- L'opération de calcul qui consiste à lancer l'exécution du solveur et qui correspond au bouton  dans la barre d'outils de l'IHM de Tympan.

##### → Solveur

Le solveur est la partie du code qui contient la méthode de calcul. Actuellement, Code\_TYMPAN ne dispose que d'un solveur appelé DefaultSolver, mais un solveur plus évolué appelé ANImE3D (Assessing Noise Impact in the Environment in 3D) est actuellement en cours de développement.

### 5.1.2. Tutoriel

Cette partie présente les différentes subtilités dans les paramètres et l'exploitation d'un calcul dans Code\_TYMPAN sous forme de captures d'écran de l'interface et d'exemples.

#### → Paramètres du calcul

##### Onglet Paramètres

L'onglet « Paramètres » est le plus important de la fenêtre « calcul »

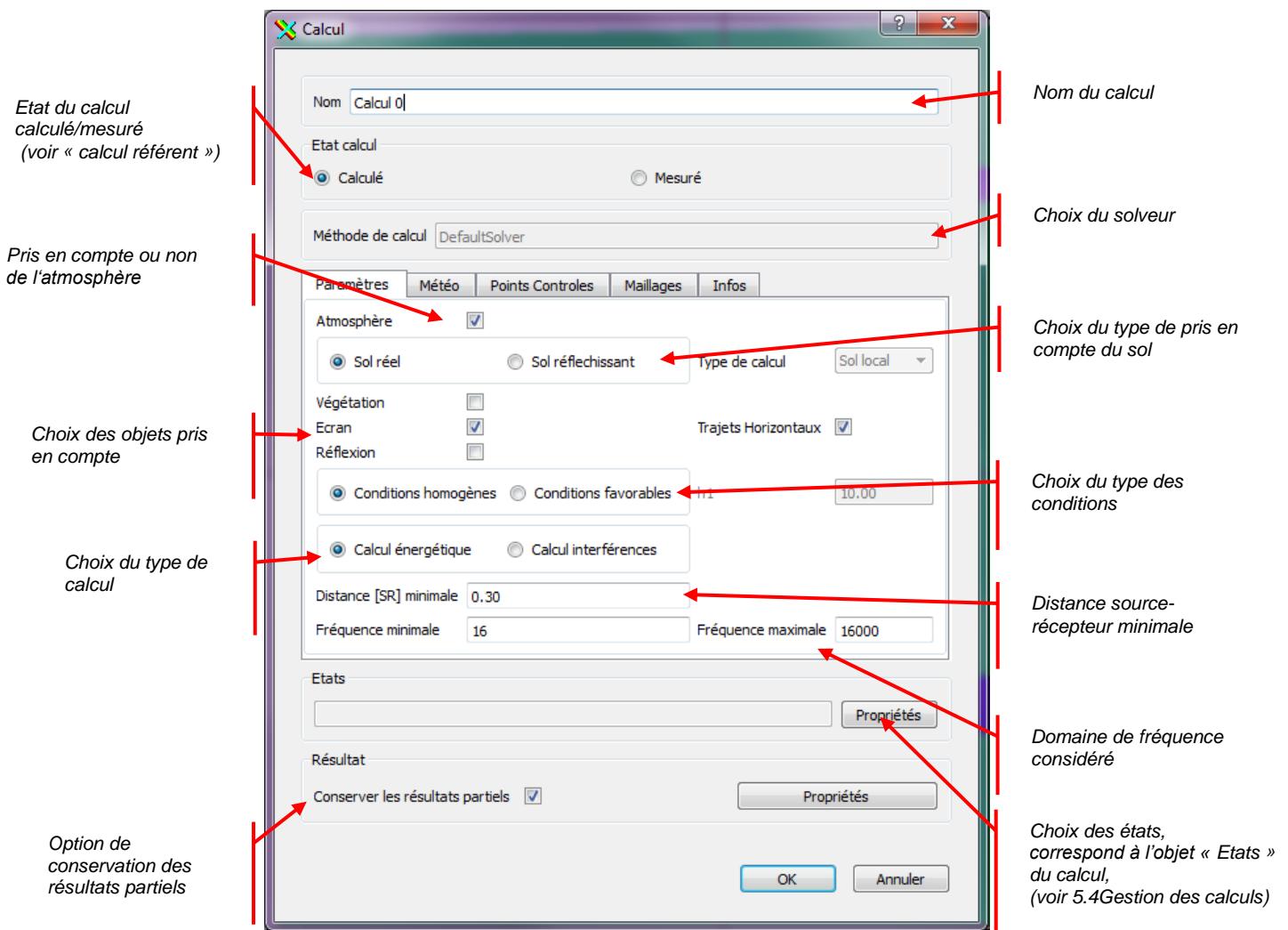


Figure 86 : Fenêtre "calcul", onglet "Paramètres"

En condition favorable, on réalise 2 réflexions de plus sur le sol.

Choix du type de calcul :

- Calcul énergétique : sommation des niveaux d'intensité acoustique
- Calcul interférence : sommation des niveaux de pression

#### Onglet météo

Correspond à la fenêtre « Atmosphère » du calcul (disponible via l'arborescence de gestion de Projet) et permet de renseigner les données de pression, température et hygrométrie.

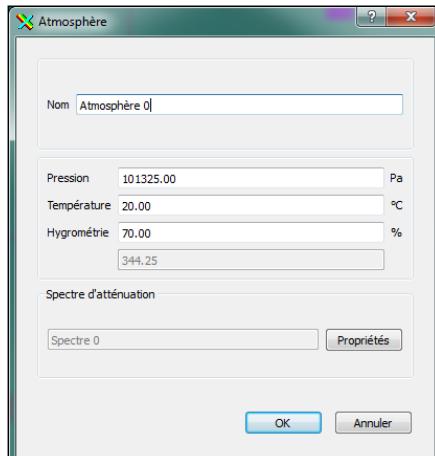


Figure 87 : Fenêtre Atmosphère du calcul

#### Onglet point de contrôle

Correspond à la partie « points de contrôle » de l'arborescence de gestion de Projet et permet de renseigner quels récepteurs sont pris en compte dans le calcul.

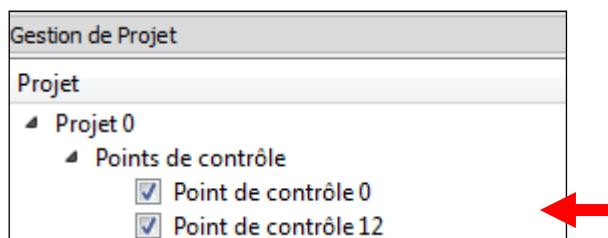


Figure 88 : Partie "points de contrôle" de l'arborescence de gestion de Projet

#### Onglet maillage

Correspond à la partie « maillages » de l'arborescence de gestion de Projet et permet de renseigner quels maillages sont actifs dans le calcul.

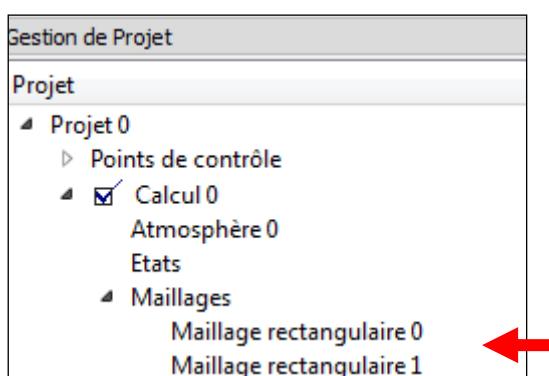


Figure 89 : Partie "maillage" de l'arborescence de gestion de Projet

#### Onglet infos

Permet de renseigner des informations à propos du modèle (nom de l'auteur, dates, commentaires, etc.)

## 5.2. Tutoriel 7 : L'exploitation des résultats

### 5.2.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Cette partie aborde des exercices pratiques sur l'exploitation des calculs via le tableau de résultat.

#### Notions abordées : tableau de résultat, calcul référent

##### → Résultat :

Le « résultat » est l'organe d'exploitation des résultats des calculs de Code\_TYMPAN, qu'on obtient après exécution du solveur.

Un tableau de résultat est associé à un calcul.

On y accède depuis l'arborescence de gestion de Projet en double-cliquant sur « Résultat » ou en affichant le menu contextuel par un clic droit sur « Résultat » et en sélectionnant « Propriétés ».

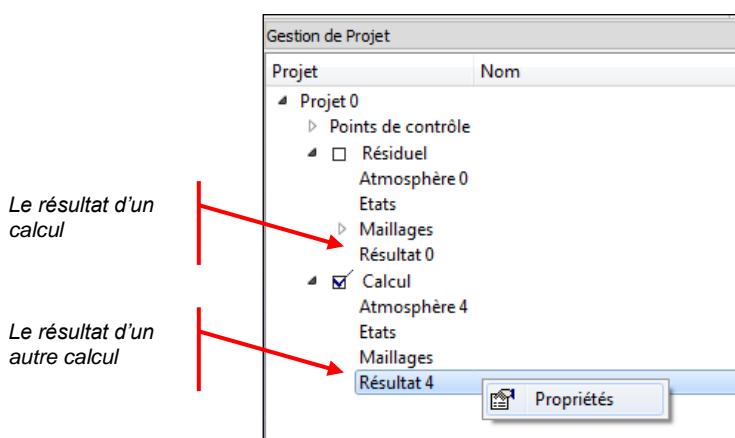


Figure 90 : Le tableau de résultat dans l'arborescence de gestion de Projet

La fenêtre de résultat se présente ainsi :

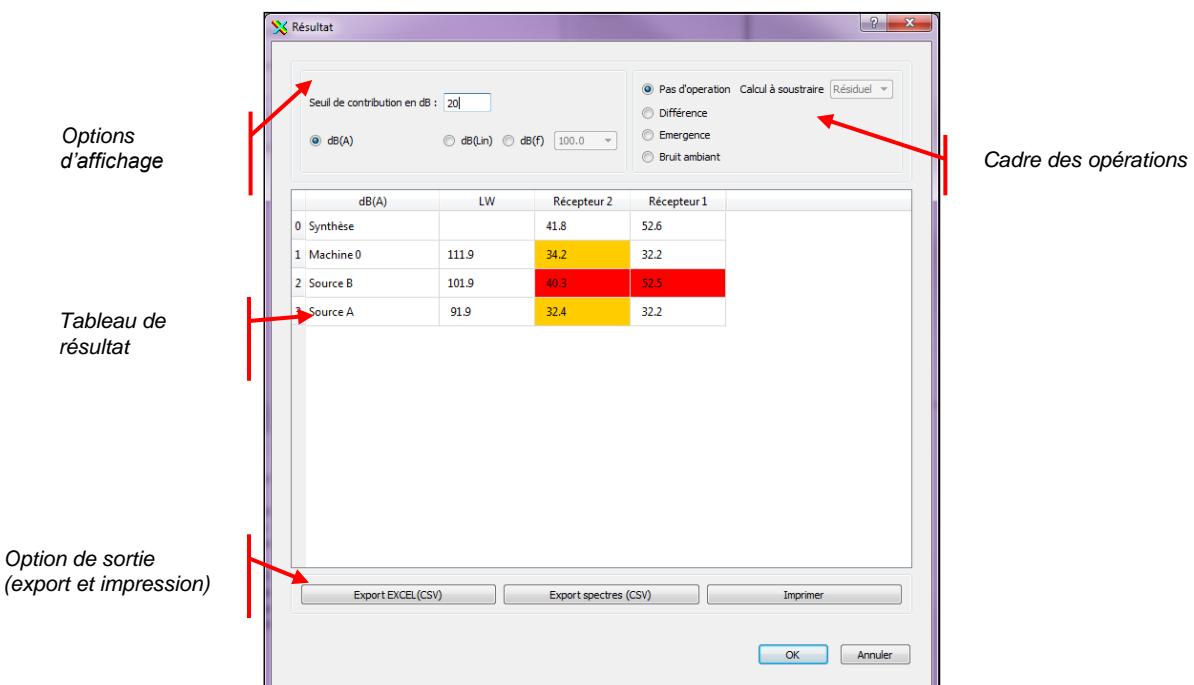


Figure 91 : Fenêtre du tableau de résultat

→ **Exploitation des résultats**

Les notions de contribution principale, contribution partielle, tonalité marquée, seuil de contribution sont abordées dans la partie suivante.

### 5.2.2. Tutoriel

→ **Source/contribution principale**

Dans un calcul de récepteur Code\_TYMPAN, la source qui apporte le plus d'énergie et donc qui contribue le plus au niveau sonore global est appelé source ou contribution principale. Cette source est repérée par une case rouge dans le tableau de résultat correspondant. Un exemple est donné Figure 92.

	dB(A)	LW	Point de contrôle 0
0 Synthèse			41.8
1 Machine 0	111.9		34.2
2 Source B	101.9		40.3
3 Source A	91.9		32.4

Figure 92 : Illustration du principe de contribution principale

→ **Contribution partielle**

Le tableau de résultat permet d'obtenir pour un récepteur donné la contribution de chaque source (sources ponctuelles, machines et constructions mais aussi volumes, faces sous faces, etc.) à la valeur globale pour autant que l'option soit activée.

Cette option est particulièrement utile dans le cas :

- d'une multi-exposition à des sources diverses. Lorsqu'il s'agit de faire un arbitrage sur les sources à traiter, il faut être capable de discerner lesquelles contribuent le plus au niveau sonore pour les traiter en priorité ;
- d'un élément rayonnant (machine ou construction) dont la répartition acoustique n'est pas uniforme, et dont on veut vérifier la directivité (détermination de la face la plus contributrice).

Pour cette partie, le modèle (voir Figure 93) est composé de :

- deux sources A (d'une puissance de 92 dBA) et B (d'une puissance de 102dBA) ;
- d'une machine elle-même composée de deux boîtes acoustiques (92dBA) pour la base et un corps de cheminée non rayonnant) et d'une cheminée (d'une puissance de 112 dBA) ;
- et d'un récepteur.

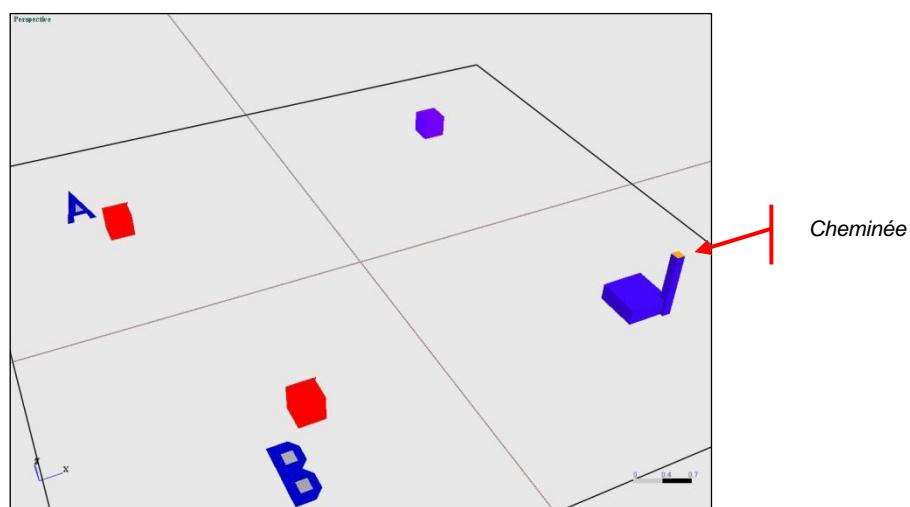


Figure 93 : Modèle 2 sources + machine (avec cheminée) + récepteur

Ouvrir la fenêtre du calcul courant (menu contextuel de « calcul » dans l'arborescence de gestion de Projet → « Propriétés » ou double clic sur « calcul ») et cocher l'option « Conserver les résultats partiels » (voir Figure 94)

*L'option de conservation des contributions partielles est activée*

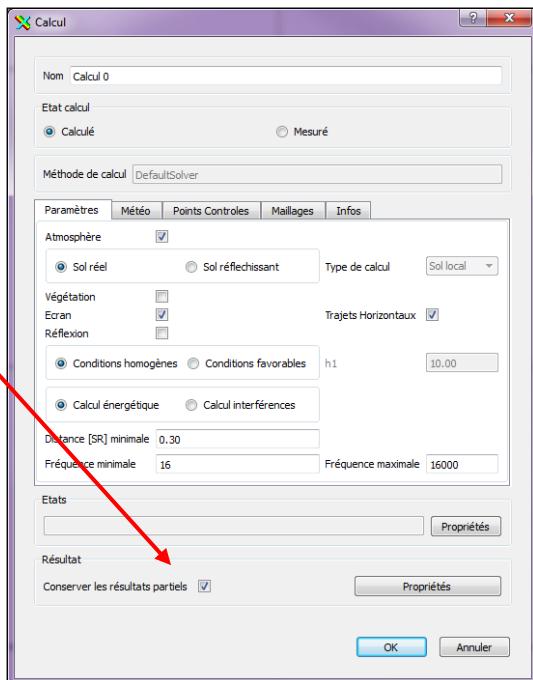


Figure 94 : Fenêtre des propriétés du calcul

Une fois le calcul effectué (bouton ) , ouvrir le résultat du calcul (menu contextuel de « Résultat » dans l'arborescence de gestion de Projet → « Propriétés » ou double clic sur « Résultat »)

La Figure 95 représente le tableau de résultat du calcul. Un clic droit sur la cellule synthèse-récepteur permet d'accéder à l'option « Voir contributions ».

	dB(A)	LW	Point de contrôle 0	
0 Synthèse			41.8	Voir Récepteur
1 Machine 0	111.9	34.2		Voir contributions
2 Source B	101.9	40.3		
3 Source A	91.9	32.4		

Figure 95 : Tableau de résultat du calcul avec contributions partielles

Cette option permet d'obtenir pour ce récepteur la contribution de chaque source (sources ponctuelles, machines et constructions mais aussi volumes, faces sous faces, etc.) à la valeur globale (appelée synthèse).

En développant complètement l'arborescence des contributions partielles (voir Figure 96), on peut retrouver les contributions de chaque source, et en particulier la contribution de la cheminée qui se trouve sur la face 5 de la boîte acoustique 2.

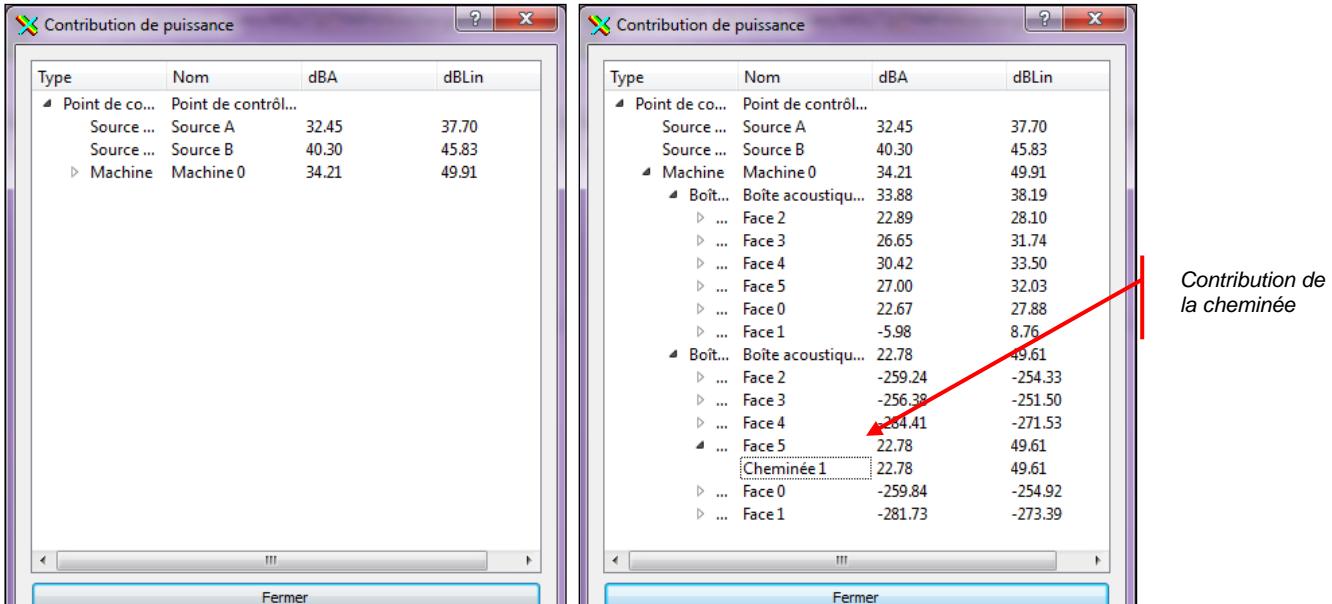


Figure 96 : Fenêtre des contributions partielles  
Arborescence non développée et développée

#### → Tonalité marquée

Dans un tableau de résultat, la ligne synthèse d'un récepteur est coloriée en jaune si le récepteur mesure une tonalité marquée.

Il y a tonalité marquée si la différence arithmétique avec la moyenne énergétique des 2 bandes inférieures et celle des 2 bandes supérieures :

- est supérieure à 10dB dans les bandes comprises entre 63Hz et 315Hz ;
- est supérieure à 5dB dans les bandes comprises entre 400Hz et 6300Hz.

La Figure 97 représente ce type de cas. Un pic a été créé sur la cheminée, ce pic se répercute sur la synthèse : la case apparaît donc en jaune. Le graphique à droite permet d'observer ce pic sur le spectre du récepteur.

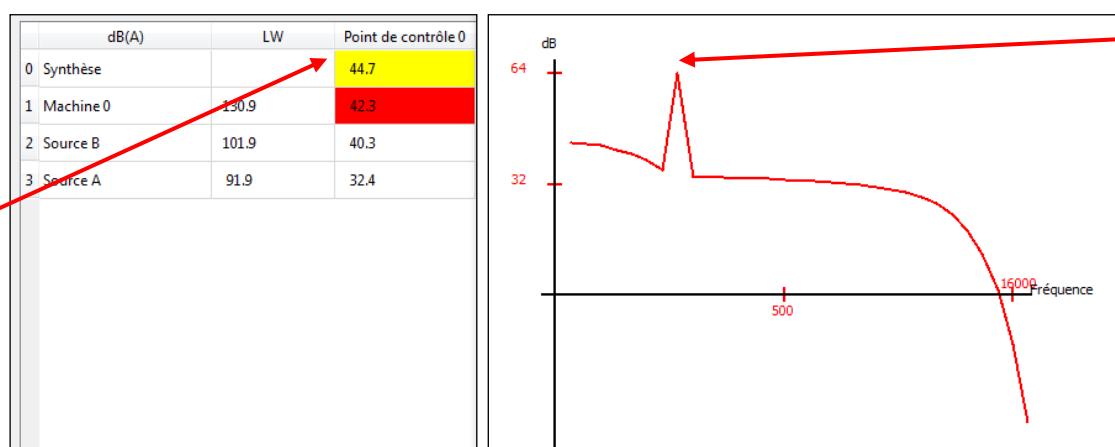


Figure 97 : Apparition d'une tonalité marquée au récepteur

#### → Seuil de contribution

Dans un tableau de résultat, la saisie d'une valeur L de seuil de contribution (qu'on considère comme limite de négligeabilité) permet de ne pas coloriser les sources dont le niveau de contribution partielle est inférieur de L dB (ou dBA, au choix) ou plus au niveau global (appelé synthèse).

Concrètement, apparaissent en orange, les cases dont la différence avec le global est inférieure au seuil de contribution.

Sur l'exemple (Figure 98), le seuil est à 8 dBA :

- La contribution de la Machine 0 apparait en orange car sa contribution est significative (au sens du seuil de contribution choisi) :

$$41,8 - 34,2 = 7,6 < 8 \text{dB}$$

- La contribution de la source B n'apparait pas en orange car sa contribution n'est pas significative (au sens du seuil de contribution choisi)

$$41,8 - 32,4 = 9,4 > 8 \text{dB}$$

Seuil de contribution choisi

Unité choisie

Contribution non négligeable (au sens du seuil de contribution choisi)

Contribution négligeable (au sens du seuil de contribution choisi)

	dB(A)	LW	Point de contrôle
0 Synthèse			41.8
1 Machine 0	111.9	34.2	
2 Source B	101.9	40.3	
3 Source A	91.9	32.4	

Figure 98 : Tableau de résultat d'un calcul - illustration de la notion de seuil de contribution

#### Remarque

L'unité du seuil de contribution est fonction de ce qui est coché en dessous (dB(A) ou dB(Lin)).

→ **Filtre en fréquence**

L'option de filtre en fréquence permet d'afficher les niveaux bande par bande dans le tableau de résultat.

*Filtre en fréquence à 100Hz*

*Niveau global filtré à 100Hz*

*Niveau dans la bande 100Hz du récepteur 1*

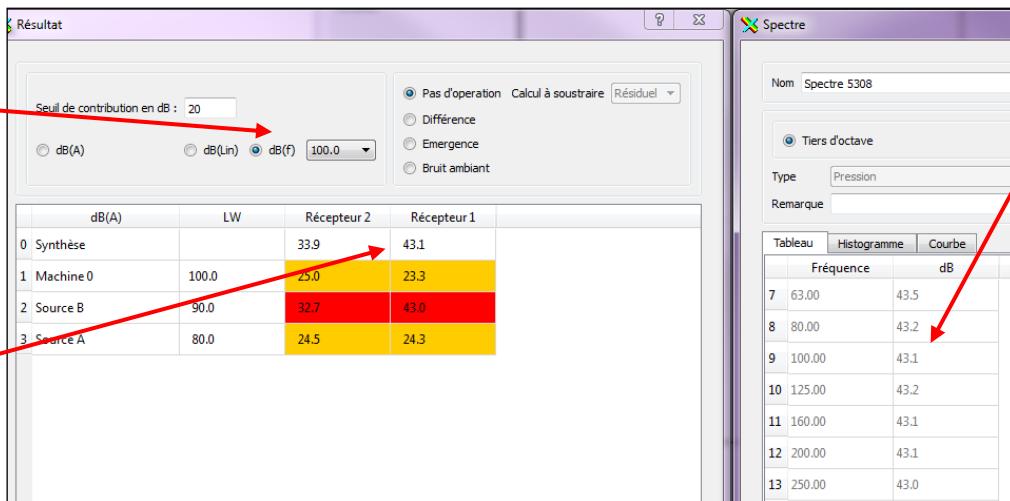


Figure 99 : Comparaison entre le tableau de résultat et le spectre du récepteur 1

Le niveau global du tableau de résultat filtré à 100Hz est égal au niveau dans la bande 100Hz du récepteur

→ **Options de sortie**

La dernière partie de la fenêtre de résultat correspond aux options de sortie qui permettent d'exporter le tableau complet, les spectres ou d'imprimer (après avoir renseigné certaines informations) :

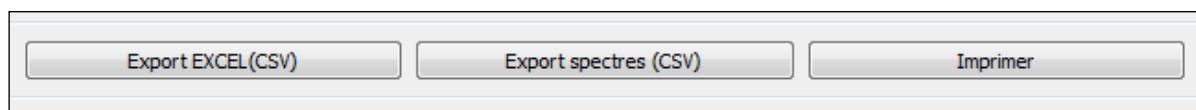


Figure 100 : Options de sortie du résultat

## 5.3. Tutoriel 8 : Calcul référent et opérations sur les calculs

### 5.3.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

L'AFNOR définit l'émergence comme une « modification temporelle du niveau ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier ».

L'émergence est définie réglementairement comme la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement, mais mesuré sur la période de fonctionnement de l'établissement).

Pour exploiter cette définition et calculer une émergence, il faut être capable de saisir des champs acoustiques résiduels (grâce à l'outil calcul référent) et de les comparer à des champs ambients obtenus en modélisant les bruits particuliers. Cette partie aborde les principes de ces outils.

#### Notion abordée : calcul référent, opérations sur les calculs

##### → Calcul référent

Un calcul référent est un calcul dans lequel on peut saisir des données.  
Ce type de calcul est utilisé pour saisir un résiduel sous Code\_TYMPAN.

##### → Opérations sur les calculs

Une fois deux champs acoustiques obtenus (et donc deux calculs reposant sur un même jeu de récepteurs) il est possible d'effectuer ces trois opérations :

- une différence arithmétique entre niveaux en dB ou dB(A)
- un calcul d'émergence entre un champ de bruit résiduel et un champ de bruit particulier
- une somme énergétique entre niveaux en dB ou en dB(A)

### 5.3.2. Tutoriel

#### → Saisie d'un calcul référent

Un calcul référent est un calcul dans lequel on peut saisir des données.

Ce type de calcul est utilisé pour saisir sous Code\_TYMPAN les résultats d'une mesure in-situ.

Dans cette partie, il est supposé que des mesures ont été effectuées sur site et qu'on dispose donc des spectres en un certain nombre de points.

- Commencer par créer les points de contrôles aux positions de mesurage.
- Dans l'arborescence de gestion de Projet, ouvrir le menu contextuel du projet par un clic droit et sélectionner « Nouveau calcul »

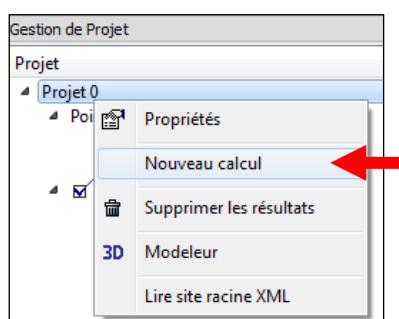
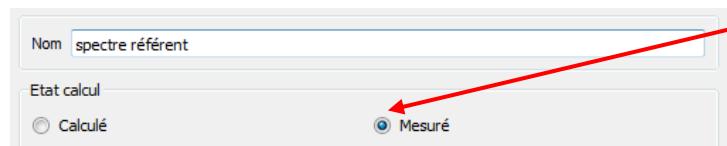


Figure 101 : Arborescence de Gestion de Projet

- Afficher les propriétés du nouveau calcul et le nommer (ici : « spectre référent »),
- Cocher « mesuré »



L'option « mesuré » est cochée, on peut renseigner le « calcul » grâce au résultat d'une mesure par exemple

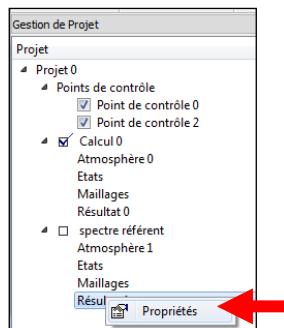
**Figure 102 : Fenêtre des propriétés du calcul référent**

- Activer l'onglet « points de contrôles »
- Sélectionner les points de contrôle (case à cocher).

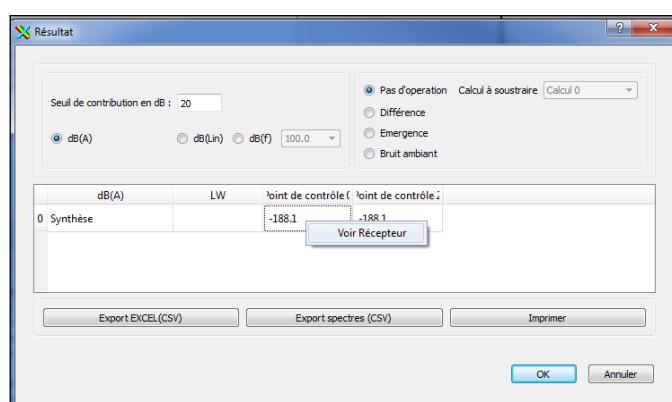
Paramètres	Météo	Points Contrôle	Maillages	Infos
1 Point de contrôle... 0.0 0.0 2.0 <input checked="" type="checkbox"/>				
2 Point de contrôle... 0.0 0.0 2.0 <input checked="" type="checkbox"/>				

**Figure 103 : Onglet "points de contrôles" de la fenêtre de propriété du calcul référent**

- Fermer la boîte de dialogue en cliquant sur « OK »,
- Ouvrir le résultat ou ouvrir le menu contextuel du résultat et choisir « propriétés »



- Dans la ligne « Synthèse », clic droit sur une case résultat du tableau → « voir récepteur »



**Figure 104 : Fenêtre de résultat du calcul référent**

La boîte de dialogue de spectre s'affiche pour permettre la saisie (manuelle ou import csv).

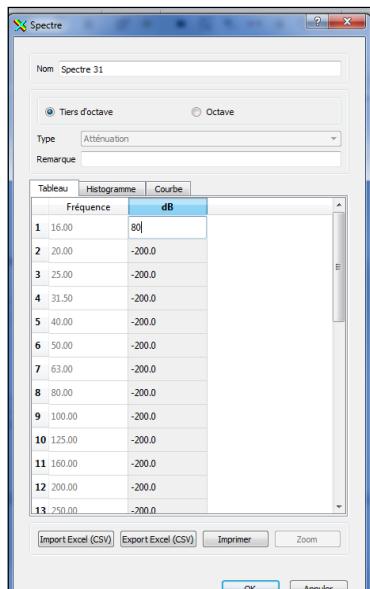


Figure 105 : Saisie d'un spectre d'un récepteur dans le résultat du calcul référent

- Valider en cliquant sur « OK »

#### → **Comparaison de calcul**

##### Préparation

Pour cette partie, le modèle (voir Figure 106) est composé de :

- deux sources A (d'une puissance de 92 dBA) et B (d'une puissance de 102dBA) ;
- d'une machine elle-même composée de deux boîtes acoustiques (92dBA) pour la base et un corps de cheminée non rayonnant) et d'une cheminée (d'une puissance de 112 dBA) ;
- et de deux récepteurs 1 et 2.

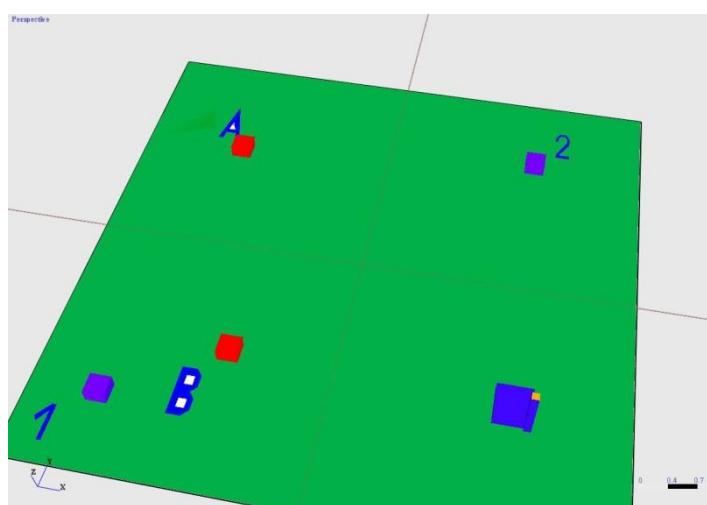


Figure 106 : Modèle pour l'illustration des opérations sur calculs

Le calcul 0 a été renommé « résiduel » et a été transformé en calcul référent comme décrit précédemment.

Le calcul a été renommé « résiduel »

L'option « mesuré » est activée



Figure 107 : choix des options du résiduel

Un autre calcul « calculé » a été créé (menu contextuel sur « Projet » dans l'arborescence de gestion de Projet → « Nouveau calcul »), renommé « Calcul » et choisi comme calcul courant (menu contextuel sur « Calcul » dans l'arborescence de gestion de Projet → « Choisir comme calcul courant » ; la case à gauche de « Calcul » devient cochée)

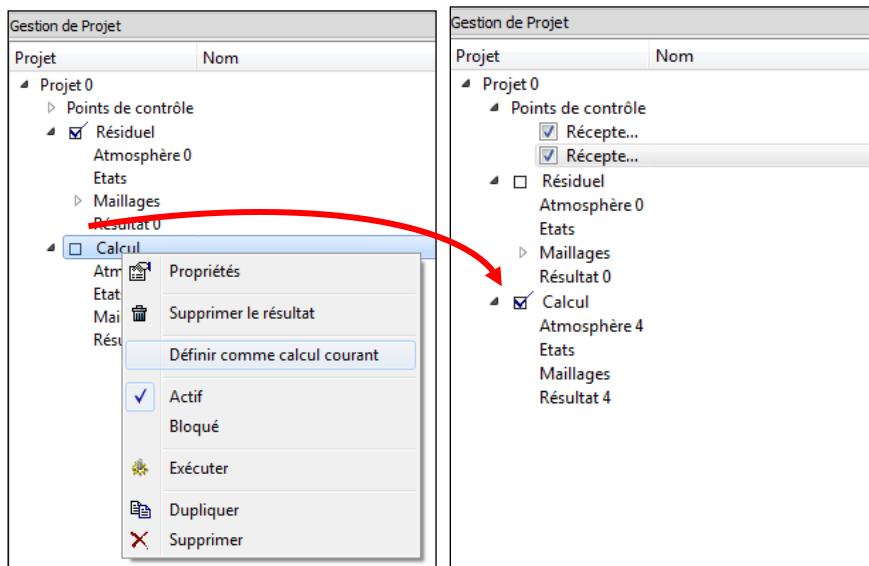


Figure 108 : Choix de "Calcul" comme calcul courant

Il faut maintenant abonner « Calcul » aux objets de « résiduel » en réactivant les 2 récepteurs et les trois sources (sources A, B et machine).

Lancer le calcul et ouvrir le résultat de « Calcul ».

Tableau	Capture d'écran	Détails																									
Résiduel	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>dB(A)</th> <th>LW</th> <th>Récepteur 2</th> <th>Récepteur 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Synthèse</td> <td></td> <td>31.9</td> <td>36.9</td> </tr> </tbody> </table>		dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1	0	Synthèse		31.9	36.9	Tableau de résultat du calcul « Résiduel »															
	dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1																							
0	Synthèse		31.9	36.9																							
Calcul	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>dB(A)</th> <th>LW</th> <th>Récepteur 2</th> <th>Récepteur 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Synthèse</td> <td></td> <td>41.8</td> <td>52.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Machine 0</td> <td>111.9</td> <td>34.2</td> <td>32.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Source B</td> <td>101.9</td> <td>40.3</td> <td>52.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Source A</td> <td>91.9</td> <td>32.4</td> <td>32.2</td> </tr> </tbody> </table>		dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1	0	Synthèse		41.8	52.5	1	Machine 0	111.9	34.2	32.2	2	Source B	101.9	40.3	52.5	3	Source A	91.9	32.4	32.2	Tableau de résultat du calcul « Calcul »
	dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1																							
0	Synthèse		41.8	52.5																							
1	Machine 0	111.9	34.2	32.2																							
2	Source B	101.9	40.3	52.5																							
3	Source A	91.9	32.4	32.2																							

Opérations

Les opérations sont effectuées depuis le tableau de résultats de « Calcul »

Les niveaux sonores de « Calcul » sont nommés  $L_{courant}$  et ceux de « Résiduel » sont nommés  $L_{chargé}$ .

On choisit l'opération à effectuer en cochant la case idoine.

On peut choisir le calcul à utiliser dans les opérations grâce à un menu déroulant.

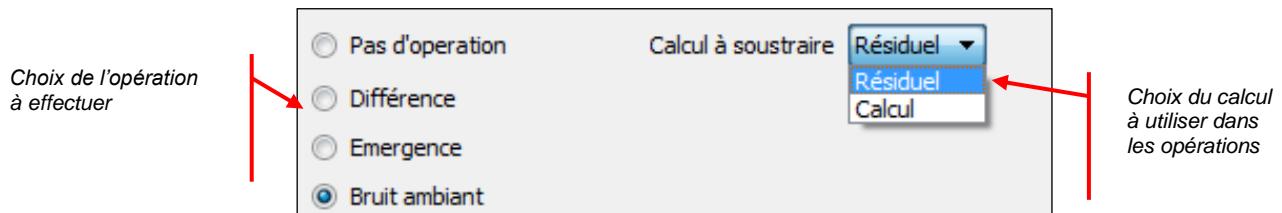


Figure 109 : Cadre "opérations" du tableau de résultat

Le tableau suivant présente les opérations réalisables depuis le tableau de résultat :

- le résultat obtenu ;
- le calcul effectué.

Opération	Capture d'écran	Détails																									
Différence	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>dB(A)</th> <th>LW</th> <th>Récepteur 2</th> <th>Récepteur 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Synthèse</td> <td></td> <td>9.9</td> <td>15.7</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Machine 0</td> <td>111.9</td> <td>34.2</td> <td>32.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Source B</td> <td>101.9</td> <td>40.3</td> <td>52.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Source A</td> <td>91.9</td> <td>32.4</td> <td>32.2</td> </tr> </tbody> </table>		dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1	0	Synthèse		9.9	15.7	1	Machine 0	111.9	34.2	32.2	2	Source B	101.9	40.3	52.5	3	Source A	91.9	32.4	32.2	<p>L'opération n'est effectuée que sur la ligne « Synthèse »</p> <p>Code_TYMPAN effectue la différence arithmétique entre les deux tableaux</p> $\Delta L = L_{courant} - L_{chargé}$
	dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1																							
0	Synthèse		9.9	15.7																							
1	Machine 0	111.9	34.2	32.2																							
2	Source B	101.9	40.3	52.5																							
3	Source A	91.9	32.4	32.2																							
Emergence	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>dB(A)</th> <th>LW</th> <th>Récepteur 2</th> <th>Récepteur 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Synthèse</td> <td></td> <td>10.3</td> <td>15.8</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Machine 0</td> <td>111.9</td> <td>34.2</td> <td>32.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Source B</td> <td>101.9</td> <td>40.3</td> <td>52.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Source A</td> <td>91.9</td> <td>32.4</td> <td>32.2</td> </tr> </tbody> </table>		dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1	0	Synthèse		10.3	15.8	1	Machine 0	111.9	34.2	32.2	2	Source B	101.9	40.3	52.5	3	Source A	91.9	32.4	32.2	<p>L'opération n'est effectuée que sur la ligne « Synthèse »</p> <p>Code_TYMPAN effectue le calcul d'émergence connaissant un bruit particulier (<math>L_1</math>, du tableau de résultat courant) et un bruit ambiant (<math>L_2</math>, défini par le menu déroulant)</p> $Em = L_{ambiant} \oplus L_{particulier} - L_{particulier}$ $Em = L_{chargé} \oplus L_{courant} - L_{courant}$
	dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1																							
0	Synthèse		10.3	15.8																							
1	Machine 0	111.9	34.2	32.2																							
2	Source B	101.9	40.3	52.5																							
3	Source A	91.9	32.4	32.2																							
Bruit ambiant	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>dB(A)</th> <th>LW</th> <th>Récepteur 2</th> <th>Récepteur 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Synthèse</td> <td></td> <td>42.2</td> <td>52.7</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Machine 0</td> <td>111.9</td> <td>34.2</td> <td>32.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Source B</td> <td>101.9</td> <td>40.3</td> <td>52.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Source A</td> <td>91.9</td> <td>32.4</td> <td>32.2</td> </tr> </tbody> </table>		dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1	0	Synthèse		42.2	52.7	1	Machine 0	111.9	34.2	32.2	2	Source B	101.9	40.3	52.5	3	Source A	91.9	32.4	32.2	<p>L'opération n'est effectuée que sur la ligne « Synthèse »</p> <p>Code_TYMPAN effectue la somme énergétique entre les deux tableaux (c'est-à-dire d'un bruit particulier et d'un bruit résiduel)</p> $Br = L_{courant} \oplus L_{chargé}$
	dB(A)	LW	Récepteur 2	Récepteur 1																							
0	Synthèse		42.2	52.7																							
1	Machine 0	111.9	34.2	32.2																							
2	Source B	101.9	40.3	52.5																							
3	Source A	91.9	32.4	32.2																							

## 5.4. Tutoriel 9 : La gestion des calculs

### 5.4.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Sous Tympan, la gestion des calculs peut nécessiter tout une gymnastique afin de tester et de comparer plusieurs options.

La création de plusieurs calculs ainsi que la comparaison entre calculs a été abordée précédemment, cette partie s'attarde sur les différentes options paramétrables sous Code\_TYMPAN pour créer des nouveaux cas de calculs :

- Arrêts de sources ;
- Utilisation de tel ou tel régime sur une source ;
- Etc.

#### Notions abordées : Etat, Régime

##### → Etat

Sous Code\_TYMPAN, un objet peut être dans l'état :

- Actif : il est pris en compte dans le modèle (géométriquement parlant), et son éventuel rayonnement est pris en compte (dans le cas d'une source au sens large)
- Inactif : il est pris en compte dans le modèle, mais son éventuel rayonnement n'est pas pris en compte
- Décoché : il n'est pas pris en compte dans le modèle.

On désactive via l'élément « Etats » du « calcul » dans l'arborescence de gestion de projet. L'activation/désactivation est donc propre au calcul (cas d'allumage d'une machine ou non par exemple)

On coche/décoche un objet via l'arborescence de la gestion de sites, cette option est donc commune à tout calcul du projet.

##### → Régime

Un régime correspond à un état de fonctionnement (par exemple : vitesse de rotation d'une machine). A chaque régime est associée une « puissance acoustique » ainsi qu'éventuellement, un « atténuateur » (par exemple, atténuation apportée par un capotage de machine). Le régime permet aussi de définir l'état « rayonnant » ou non rayonnant d'un élément de la source (par exemple, le fait qu'un élément d'une machine soit en fonctionnement ou pas).

### 5.4.2. Tutoriel

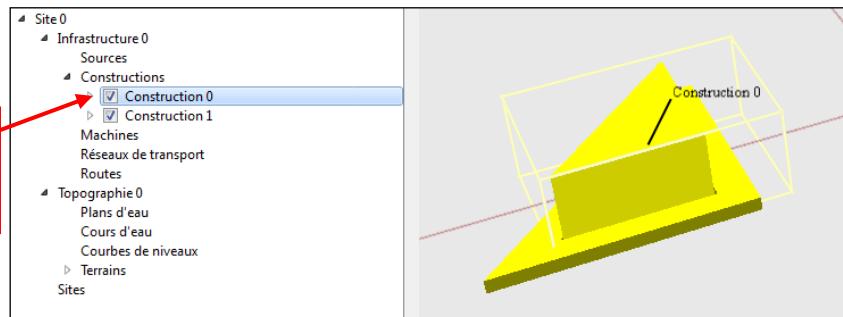
#### → Modification des Etats

##### Cocher/décocher un objet

Un objet peut être complètement désactivé en le décochant dans l'arborescence de gestion de site. Il n'est plus pris en compte dans le modèle :

- Ni géométriquement, il ne fait plus office d'obstacle, d'écran etc.
- Ni acoustiquement, son rayonnement n'est plus pris en compte.

Case cochée : objet pris en compte dans le modèle (géométrie+rayonnement)



Case décochée : objet non pris en compte dans le modèle (non présent géométriquement)

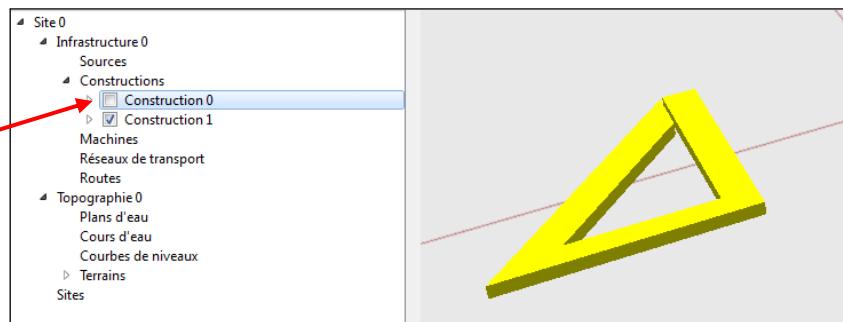


Figure 110 : Objet décoché dans l'arborescence de gestion de Site

##### Activation/désactivation

On utilise ici le menu « état » (disponible via l'arborescence ou via les propriétés du calcul), on ne désactive pas « physiquement » (les éléments restent présents dans la scène) les éléments dans l'arborescence ; il s'agit d'éteindre les sources.

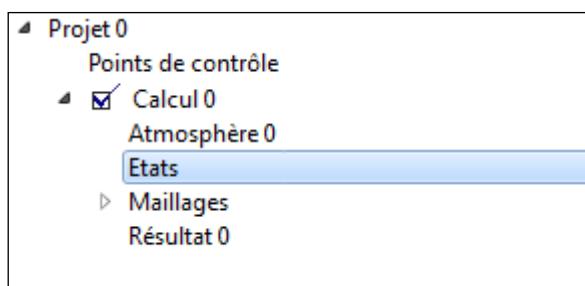


Figure 111 : L'objet "Etat" dans l'arborescence de gestion de Projets

##### Remarque :

La fenêtre « Etat » est rattachée à un calcul et lui est donc propre : on désactive des objets pour un calcul.

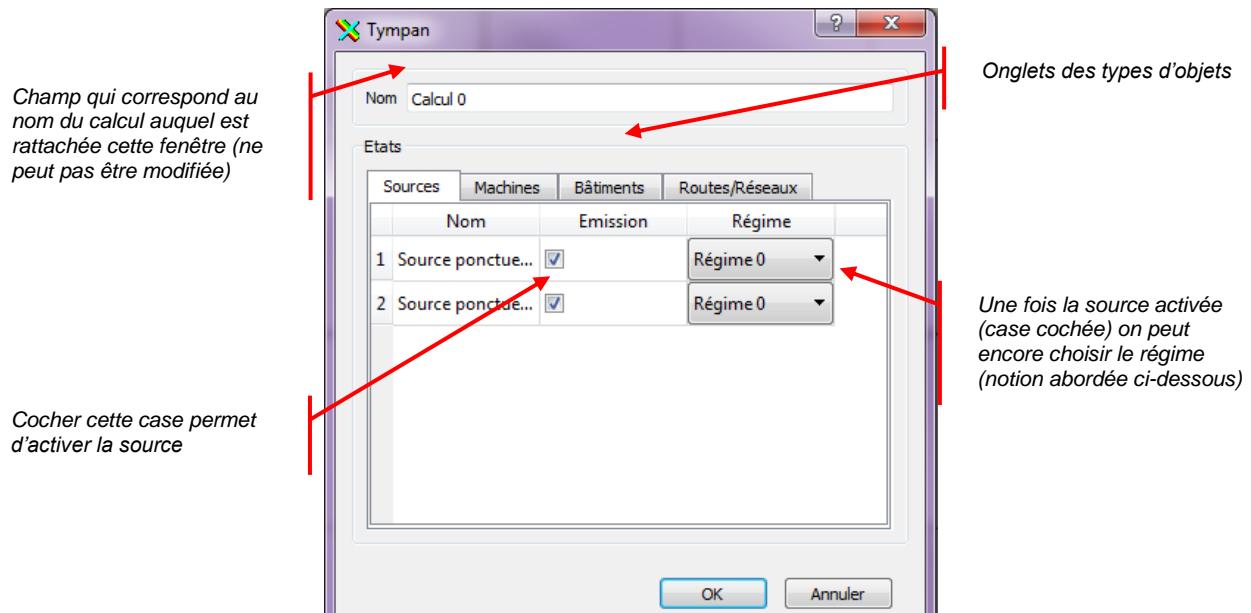


Figure 112 : Fenêtre "Etat"

Remarque :

Evidemment ne sont affichés dans la fenêtre « Etat » que les éléments « cochés »

→ **Régime**

Un régime décrit un état d'une source. Cet outil permet de décrire le fonctionnement d'un objet modélisé (vitesse de rotation d'une machine, par exemple) caractérisé par des paramètres acoustiques (spectre de puissance acoustique, atténuateur, etc.)

Dans Code\_TYMPAN, le régime d'un objet rayonnant peut définir plusieurs paramètres

- le spectre
- la présence ou non d'atténuateur
- le caractère rayonnant ou non (dans le cas de machine ou de bâtiments)
- le régime des éléments présents dans un étage d'un bâtiment.

Remarque :

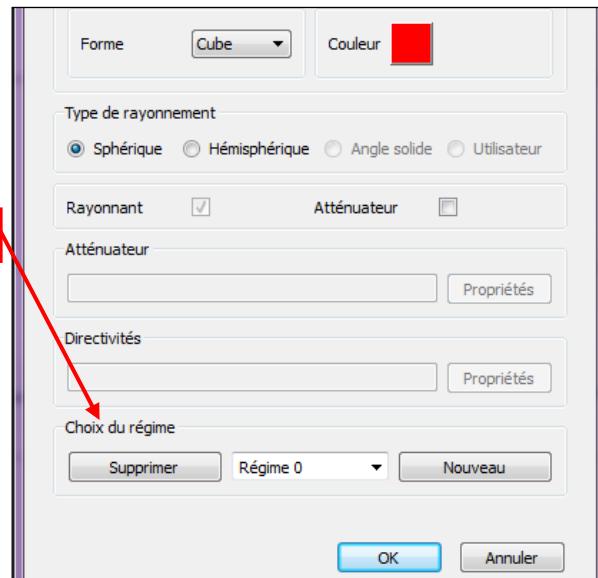
Il est possible de modifier les régimes en cours dans le calcul depuis la fenêtre « Etats ».

Cas d'une source ponctuelle

Ce cas est le plus simple possible (les machines et les bâtiments étant des objets plus complexes).

Un régime correspond à un état de la fenêtre de propriétés d'un objet (la fenêtre des propriétés reflète directement l'état de la machine), c'est-à-dire que pour créer un régime, il faut :

- créer un nouveau régime (cadre choix du régime → nouveau, voir Figure 113)
- modifier les options de la fenêtre de propriétés de l'objet pour renseigner les paramètres de ce régime.

**Gestion des régimes**


**Figure 113 : Fenêtre des propriétés d'une source ponctuelle**

Les modifications de la fenêtre de propriétés sont directement prises en compte dans les paramètres du régime.

Dans le cas d'une source ponctuelle, il est possible de modifier :

- le spectre
- l'atténuation
- la directivité

La hauteur d'une source est commune à tous ses régimes. Un régime ne contient pas de données géométriques.

**Remarque**

Une source ponctuelle est forcément rayonnante (au sens de la fenêtre des propriétés, c'est à dire que l'option « rayonnant » est forcément cochée).

### Cas d'une machine

Une machine est un objet plus complexe, mais la définition d'un régime d'une machine obéit à la même logique.

Dans le cas d'une machine, il est possible de modifier :

- le rayonnement de la machine et de ses volumes acoustiques, faces et sous-faces (caractère rayonnant ou non, spectre etc.) comme on l'a vu dans le tutoriel consacré aux machines ;
- l'atténuation.

La notion de régime ne comprenant pas de données géométriques. Il n'est pas possible de définir plusieurs géométries ou densités de sources élémentaires d'une machine. Ces paramètres sont communs à tous les régimes d'une même machine.

#### Remarque

Un régime est défini au niveau de l'objet, jamais au niveau d'un sous objet (volume acoustique, face). Il est donc impossible de définir un régime de face ou de volume acoustique.

Le cadre « choix de régime » apparaît bien dans la fenêtre des propriétés des sous-objets mais c'est parce que la fenêtre des propriétés des objets rayonnants est programmée de la même façon (voir Figure 114).

Le cadre de gestion des régimes apparaît mais il est grisé. Il n'est pas possible de définir un régime de face

Le « Régime 1 » apparaissant ici correspond au régime de la machine à laquelle appartient cette face

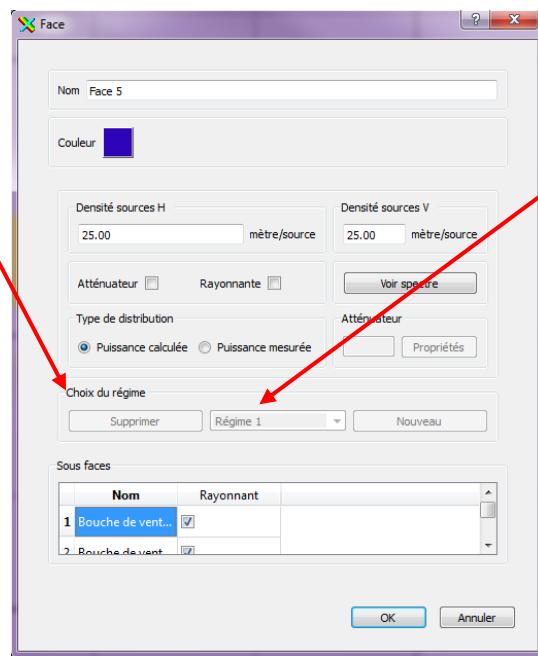


Figure 114 : Fenêtre des propriétés d'une face de machine

### Cas d'une construction

Une construction étant un objet encore plus complexe, les possibilités sont encore plus nombreuses. Cependant, la définition d'un régime d'une construction obéit à la même logique.

Dans le cas d'une construction, il est possible de modifier :

- le rayonnement de la construction et de ses volumes acoustiques, faces et sous-faces (caractère rayonnant ou non, spectre etc.) comme on l'a vu dans le tutoriel consacré aux constructions ;
- l'atténuation ;
- et également les régimes des éléments (machines et sources ponctuelles placées à l'intérieur de la construction).

La notion de régime ne comprenant pas de données géométriques. Il n'est pas possible de définir plusieurs géométries ou densités de sources élémentaires d'une construction ou de ses éléments. Ces paramètres sont communs à tous les régimes d'une même construction.

## 5.5. Tutoriel 10 : Les maillages

### 5.5.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Parfois la valeur du champ acoustique en un point ne suffit pas et il faut avoir une information sur le champ acoustique sur un domaine large.

Les maillages sont un élément essentiel de représentation sous Code\_TYMPAN. Ils permettent de réaliser des cartographies de l'information acoustique qui peuvent permettre de comprendre les phénomènes en cause ou être transmis à des décideurs. C'est un vecteur de représentation de l'information acoustique puissant.

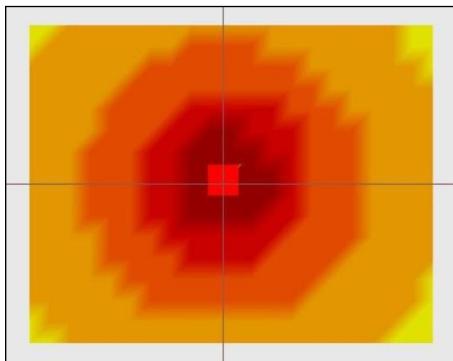
#### Notions abordées

→ **Maillage**

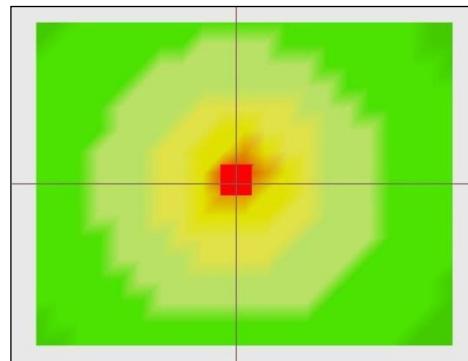
Sous Code\_TYMPAN un maillage matérialise un domaine où le calcul du champ acoustique est calculé, et non pas un point précis comme avec un récepteur.

L'emploi des maillages peut servir :

- A donner une information claire à destination des décideurs par exemple.
- A caractériser l'effet d'un élément (source, atténuateur, directivité, etc.)

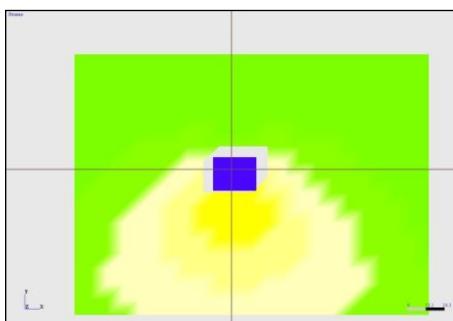


**Figure 115 : Visualisation de l'impact acoustique d'une source ponctuelle omnidirectionnelle**

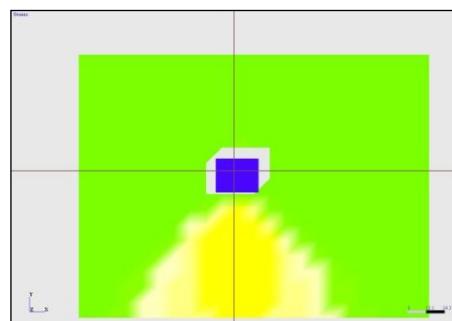


**Figure 116 : Visualisation de l'impact de la même source après l'ajout d'un atténuateur**

- A visualiser la directivité d'une source



**Figure 117 : visualisation de la directivité d'une bouche d'aération grâce à un maillage**



**Figure 118 : visualisation de la directivité d'une cheminée grâce à un maillage**

Les maillages sont des éléments propres à un calcul et sont donc visibles dans l'arborescence de la fenêtre de gestion de projet (voir Figure 119).

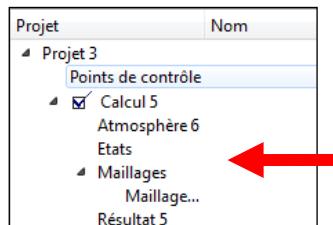


Figure 119 : Les maillages dans l'arborescence de gestion de projet

### 5.5.2. Tutoriel

Les maillages ne peuvent être créés que dans le modeleur principal (de site principal ou de projet, c'est le même).

Trois types de maillages peuvent être créés dans Code\_TYMPAN :

- maillage horizontal (cartographie) ;
- maillage vertical (façades);
- maillage linéaire (décroissance).

#### → Le maillage horizontal ou rectangulaire

Le maillage horizontal est celui qui est utilisé pour créer des cartographies. Il est défini par 3 paramètres :

- ses dimensions (définies à la création par l'outil maillage);
- sa hauteur au sol
- sa densité de points dans chaque dimension.

Un maillage horizontal suit les dénivellations de la topographie (dans la limite de la triangulation de la topographie), étant donné que sa hauteur au sol est constante (et définie par l'utilisateur), voir Figure 120.

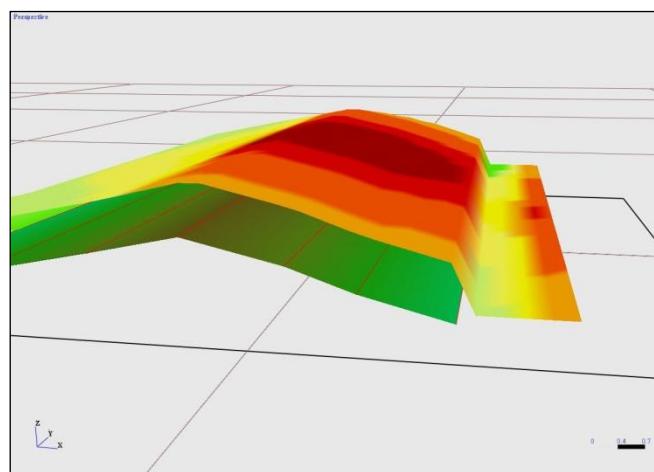
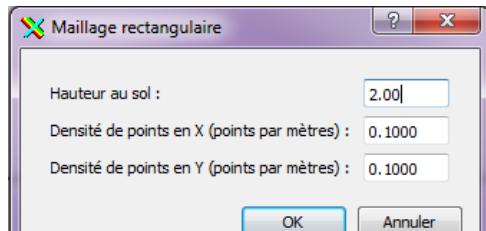


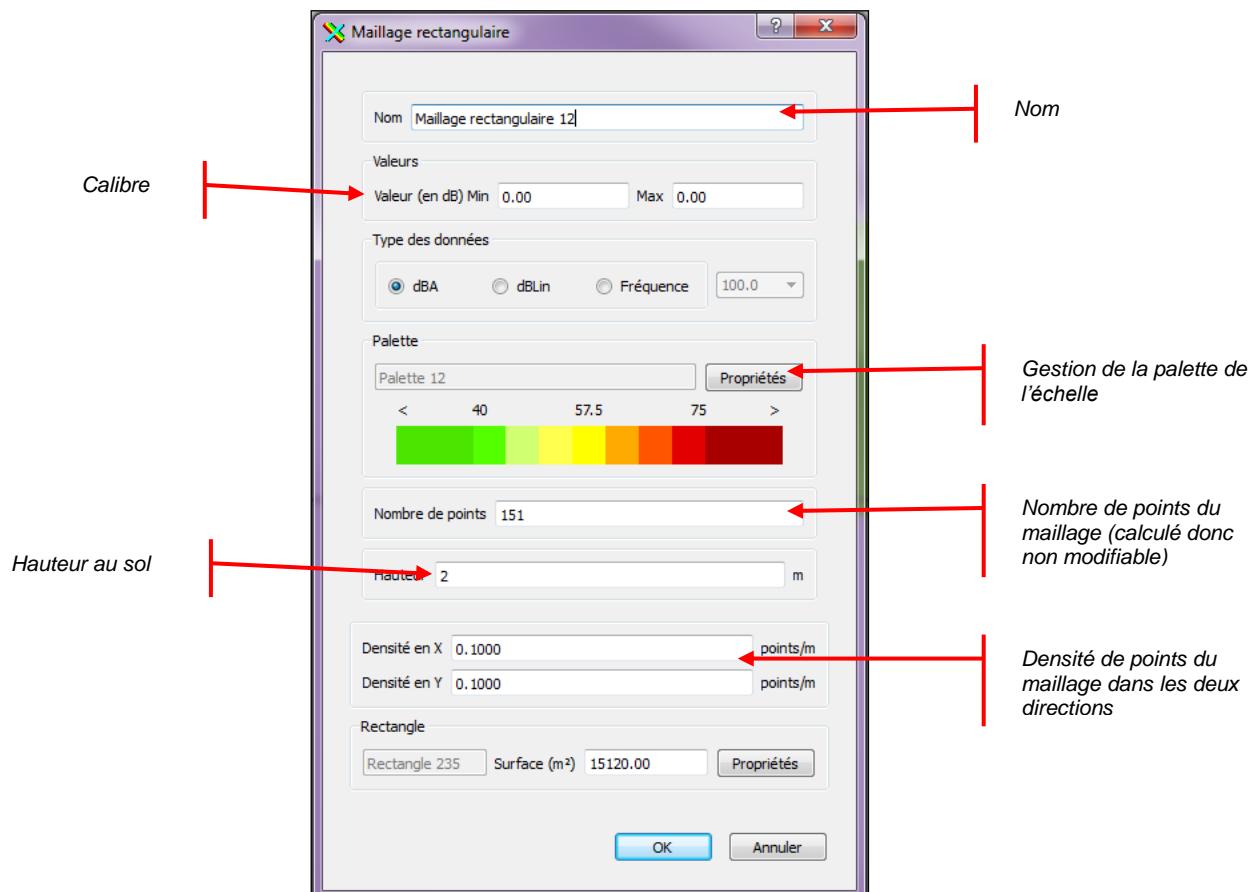
Figure 120 : Butte culminant à 50m et d'un maillage à 20m au dessus  
Le maillage suit les dénivellations du relief

Pour créer un maillage horizontal, sélectionner l'outil « maillage horizontal » . Un outil en forme de croix apparaît. Délimiter le domaine du maillage. En lâchant le bouton gauche de la souris, Code\_TYMPAN propose de saisir la hauteur au sol et la densité de points dans les deux directions. La densité est définie en  $m^{-1}$ .



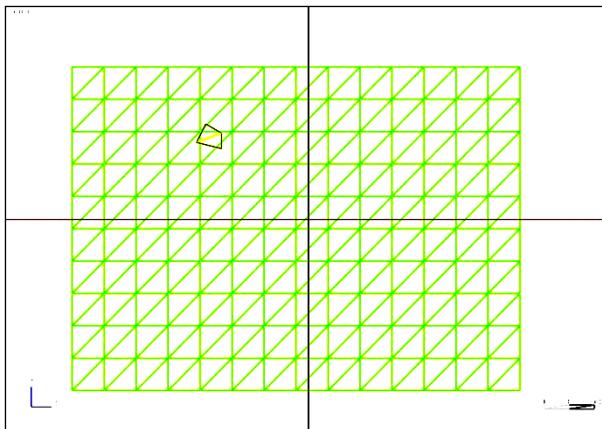
**Figure 121 : Fenêtre des options de création d'un maillage rectangulaire.**

Ces options peuvent également être modifiées dans la fenêtre des propriétés du maillage (menu contextuel du modeleur de site → maillage horizontal ou menu contextuel de l'arborescence de la gestion de projet → propriétés)

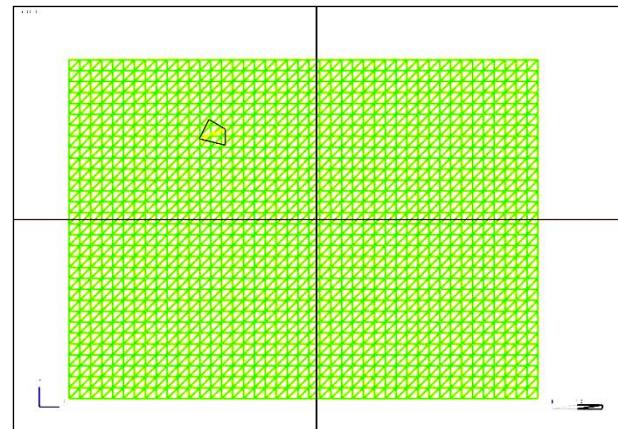


**Figure 122 : Fenêtre des propriétés d'un maillage horizontal**

Il est facile de visualiser la densité du maillage en passant en rendu « fil de fer » ou « point ».



**Figure 123 : Maillage avec une densité de 0.1 points dans les deux directions**

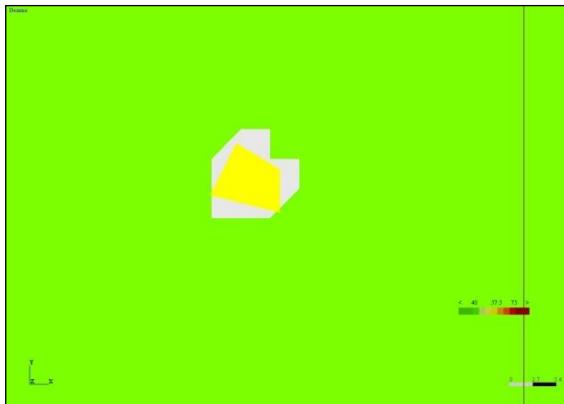


**Figure 124 : Le même maillage avec une densité de 0.3 points dans les deux directions**

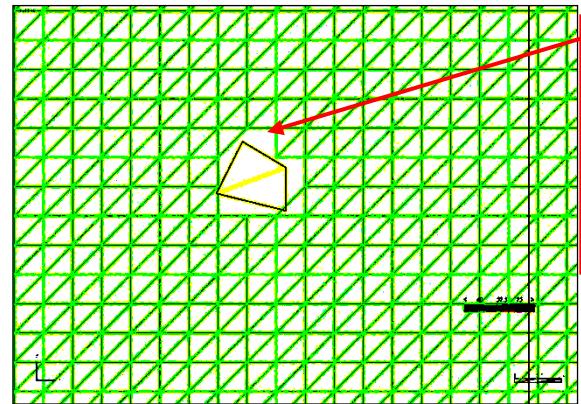
Pour réaliser une cartographie, il suffit de créer un maillage sur le modèle et de lancer le calcul comme dans le cas d'un récepteur. Le résultat apparaît automatiquement sur le maillage. Une fois les options réglées, il suffit de faire une capture d'écran grâce à l'outil  de Code\_TYMPAN, en utilisant l'application de capture d'écran fournie avec Windows  Outil Capture ou la touche « Impr écran » du clavier.

#### Remarque

Parfois après le calcul, il arrive qu'un « trou » se crée dans le maillage autour d'un bâtiment. Ce phénomène est dû à la finesse du maillage. Ce phénomène se visualise très bien en rendu « fil de fer » (voir Figure 125 et Figure 126).



**Figure 125 : Problème de maillage : la présence d'un bâtiment créé un "trou"**

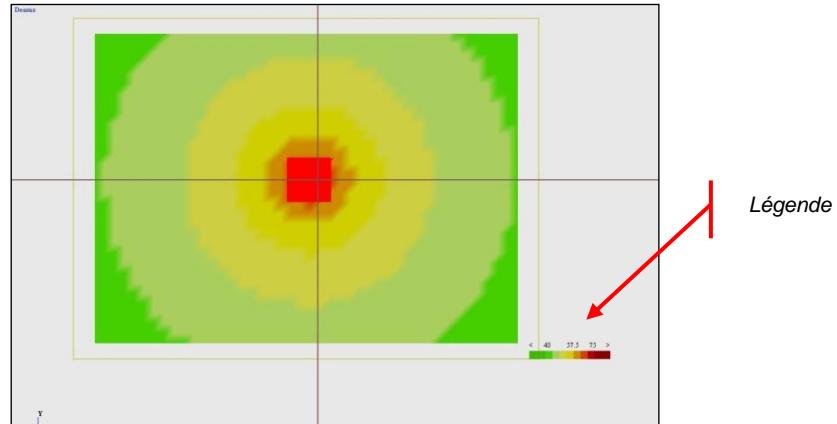


**Figure 126 : La cause du problème de "trou" se visualise très bien en rendu "fil de fer"**

Le trou s'explique par l'absence de point du maillage

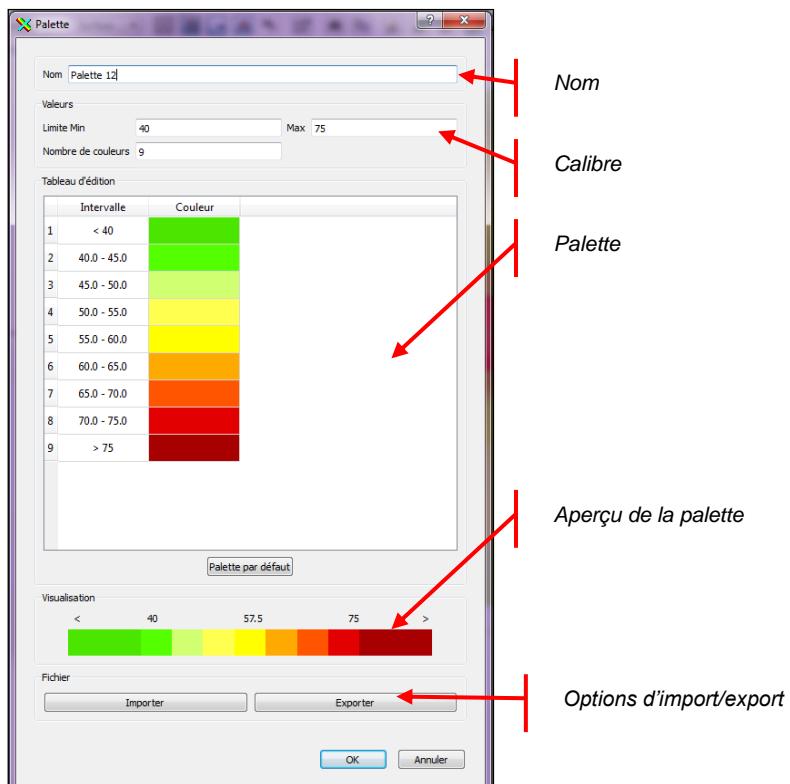
#### Option de visualisation

Pour faire apparaître la légende d'une cartographie, il suffit de sélectionner le maillage correspondant.

**Figure 127 : Une cartographie et sa légende**

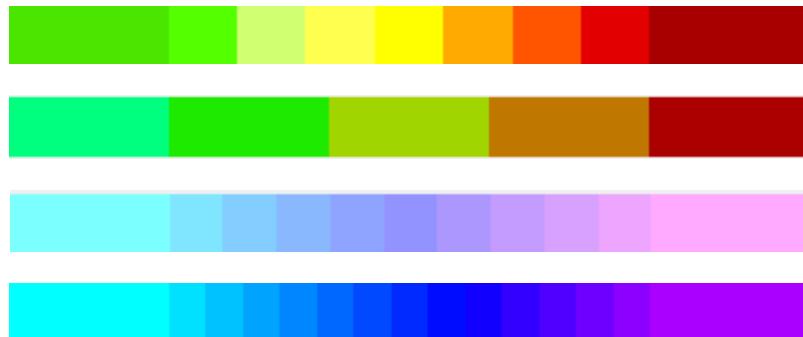
La fenêtre « palette », accessible depuis les propriétés du maillage (voir Figure 128) permet de personnaliser la légende en :

- modifiant l'échelle de représentation, en choisissant une valeur minimum et une valeur maximum ainsi qu'un nombre d'échelons de couleur ;
- choisissant les couleurs elles-mêmes ;
- important une palette personnelle.

**Figure 128 : Fenêtre "Palette"**

#### Remarque :

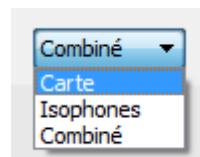
On peut définir une palette de couleurs personnelle en cliquant sur les cases extrêmes de la palette dans la fenêtre « Palette », en choisissant les couleurs que l'on souhaite et en laissant à Code\_TYMPAN le soin de calculer les couleurs intermédiaires en entrant un nombre de couleur différent (voir Figure 129 pour des exemples).

**Figure 129 : Exemples de palettes****Remarque :**

Les bornes des palettes personnalisées sont définies ainsi :

- L'utilisateur définit un couple  $\{\min, \max\}$  ainsi qu'un nombre  $n$  de couleurs.
- La première couleur est pour les valeurs  $L$  telles que  $L < \min$
- La dernière couleur est pour les valeurs  $L$  telles que  $L > \max$
- Pour les autres échelons, ils sont définis par un pas  $h = \frac{\max - \min}{n}$  avec pour la  $i^{\text{ème}}$  couleur, l'intervalle  $[\min + (i - 2)h, \min + (i - 1)h]$
- Exemple, les bornes de la  $3^{\text{ème}}$  couleur sont  $[\min + h, \min + 2h]$

Une option dans la fenêtre du modeleur permet de faire apparaître les isophones (seuls ou combinés avec cartographie). Ces isophones correspondent aux frontières des domaines de la palette.

**→ Le maillage vertical**

Les maillages verticaux fonctionnent dans leur principe de la même façon que les maillages horizontaux.

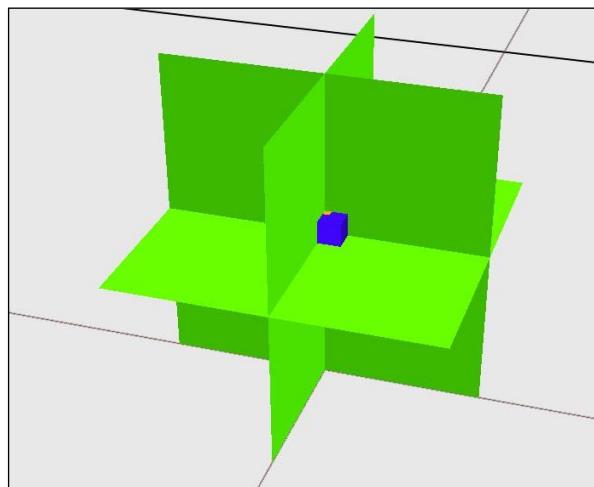
Pour créer un maillage vertical, sélectionner l'outil « maillage vertical » . Un outil en forme de croix apparaît. Tracer un trait qui sera la projection du maillage sur le sol. En lâchant le bouton gauche de la souris, Code\_TYMPAN propose de saisir la hauteur au sol, la hauteur du maillage et la densité de points dans les deux directions. La densité est définie en  $\text{m}^{-1}$ .

Une fois le maillage créé, son fonctionnement est le même que pour un maillage horizontal.

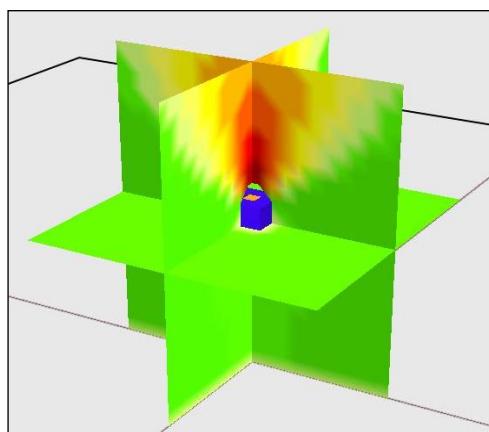
A l'origine, le maillage vertical a été développé pour obtenir des cartographies du niveau sonore en façade de bâtiments (ou de futurs bâtiments).

**Remarque :**

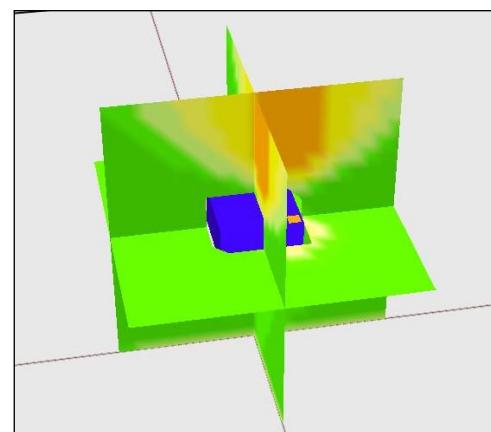
Le maillage vertical peut se révéler utile pour définir la directivité d'une source grâce à un dispositif composé de maillages horizontaux et verticaux tel que celui de la Figure 130.



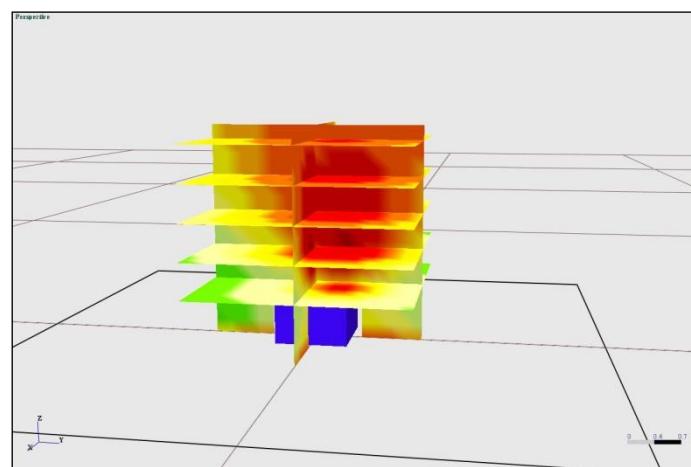
**Figure 130 : Dispositif permettant de caractériser la directivité d'un élément**



**Figure 131 : Observation de la directivité d'une machine avec cheminée à l'aide de ce dispositif  
La cheminée est au centre de la face supérieure, la directivité est axisymétrique**



**Figure 132 : Observation de la directivité d'une machine avec cheminée à l'aide de ce dispositif  
La cheminée est dans un coin de la face supérieure, la directivité n'est plus axisymétrique**



**Figure 133 : Utilisation d'un réseau de maillage**

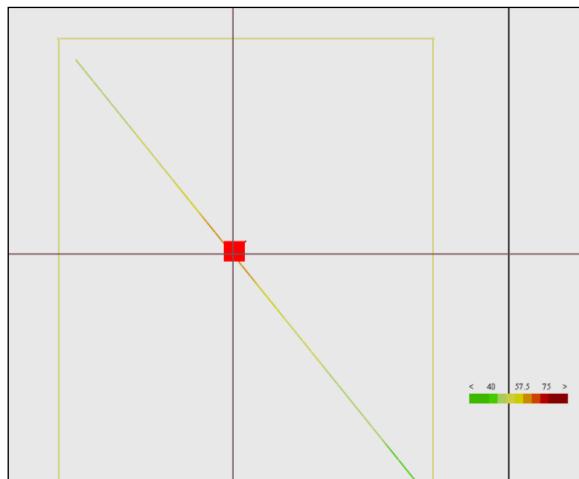
→ **Le maillage linéaire**

Les maillages linéaires fonctionnent dans leur principe de la même façon que les maillages horizontaux ou verticaux.

Pour créer un maillage linéaire, sélectionner l'outil « maillage linéaire » . Un outil en forme de croix apparaît. Tracer un trait qui sera la projection du maillage sur le sol. En lâchant le bouton gauche de la souris, Code\_TYMPAN propose de saisir la hauteur au sol et la densité de points du maillage. La densité est définie en  $m^{-1}$ .

Une fois le maillage créé, son fonctionnement est le même que pour un maillage horizontal.

A l'origine, le maillage linéaire a été développé pour vérifier des décroissances de niveau.

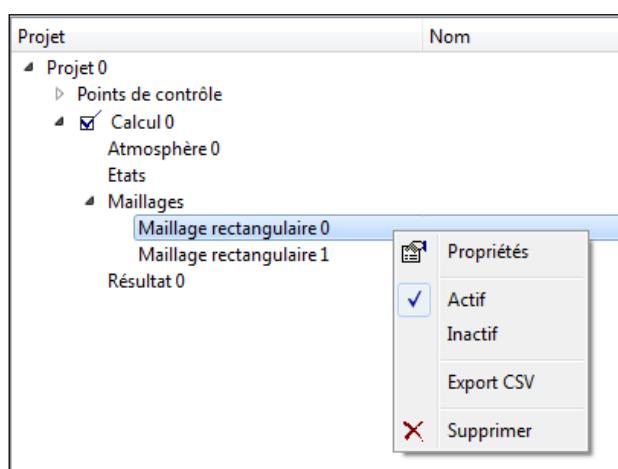


**Figure 134 : Exemple d'utilisation d'un maillage linéaire et sa légende**

→ **Gestion des maillages**

Depuis l'arborescence de gestion de Projet, il est possible de faire apparaître un menu contextuel sur la partie « maillage » qui permet :

- D'ouvrir les propriétés d'un maillage
- De le rendre actif ou inactif (le faire disparaître)
- De l'exporter en fichier .csv
- De le supprimer



**Figure 135 : Menu contextuel des maillages dans l'arborescence de gestion de Projet**

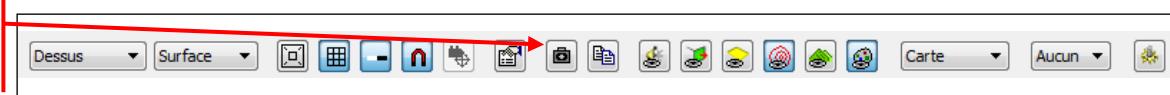
Remarque

L'onglet « maillage » de la fenêtre de « calcul » correspond aux mêmes options.

→ **Capture d'écran**

Les maillages sont des représentations visuelles du champ acoustique sur un site. Il est donc très important de pouvoir faire des captures d'écran de la fenêtre de Code\_TYMPAN. Outre les fonctions de capture d'écran de l'ordinateur (touche « Impr écran », application windows seven capture, etc.), l'application Code\_TYMPAN elle-même dispose d'un outil de capture de la fenêtre de modeleur :

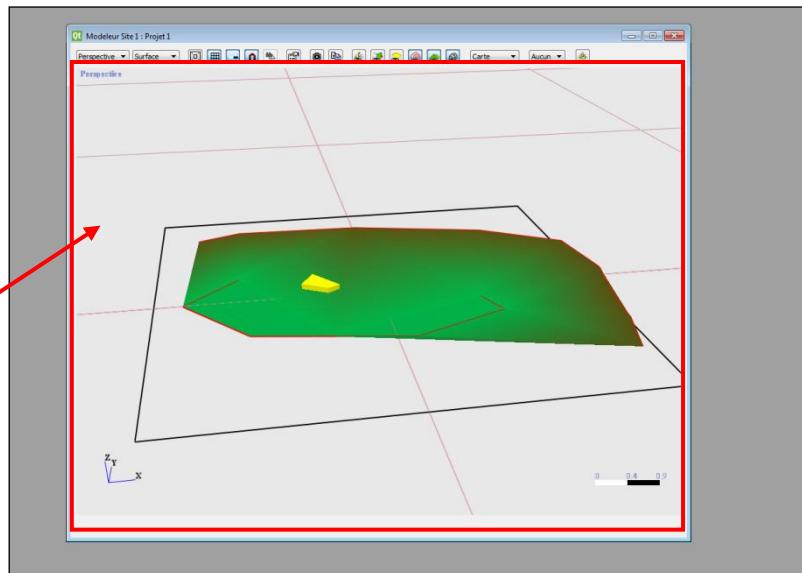
Option capture d'écran dans une image



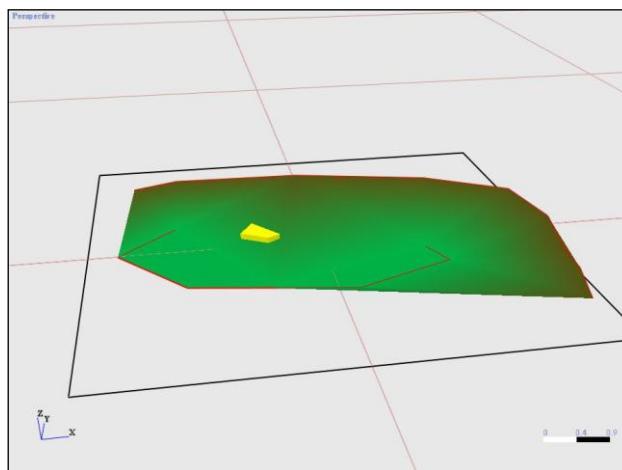
**Figure 136 : L'option capture d'écran dans une image dans la barre d'outils du modeleur**

Lorsqu'on sélectionne cet outil, un menu déroulant apparaît qui permet d'enregistrer le format d'enregistrement du fichier. Une fenêtre d'enregistrement apparaît alors.

Zone dans image enregistrée le fichier



**Figure 137 : Capture d'écran dans Code\_TYMPAN**



**Figure 138 : Résultat d'une capture d'image**

## 6. Tutoriels sur la modélisation

### 6.1. Tutoriel 11 : La gestion de l'image de fond

#### 6.1.1. Présentation du tutoriel

##### Utilité du tutoriel

L'image de fond est un puissant outil de modélisation de Code\_TYMPAN. Il permet de créer et de placer très facilement les éléments d'un modèle.

Les outils de gestion de l'image de fond font l'objet de ce tutoriel.

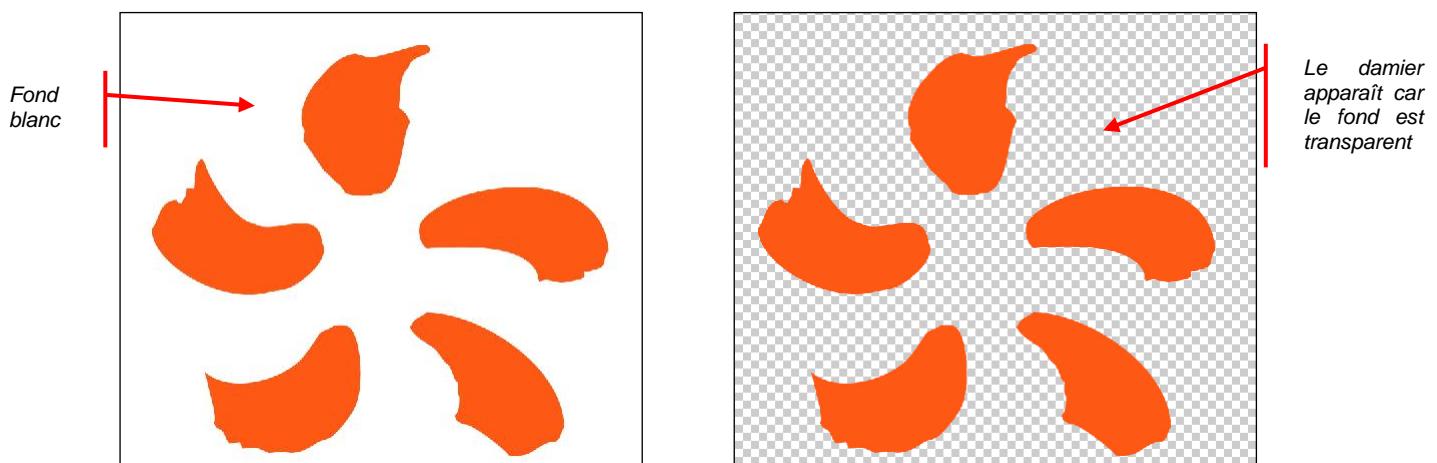
Code\_TYMPAN gère les images au format .jpg, .bmp, .tif et .png.

##### Notions abordées : images transparentes, mise à l'échelle, point de référence, orientation

###### → Images transparentes

Grâce aux outils avec lesquels Code\_TYMPAN est développé, la gestion de la transparence dans les images est possible.

La transparence est une propriété qui permet de définir l'opacité d'une image, c'est-à-dire la possibilité de voir à travers l'image et de laisser apparaître des éléments situés en dessous (un fond ou un autre objet graphique). Pour modifier la transparence d'une image, il faut la modifier dans un logiciel de retouche d'image. En cas d'image transparente, l'arrière-plan est symbolisé par un damier.



**Figure 139 : Illustration de la notion de transparence d'image (à droite)**  
Sur l'image à droite, l'arrière-plan matérialisé par un damier est visible.

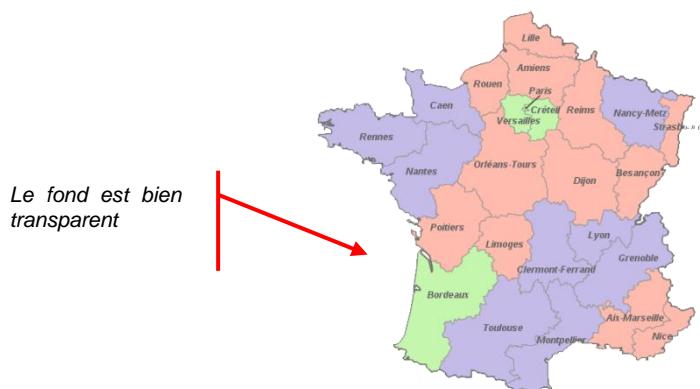
A noter que parmi les formats d'image que gère Code\_TYMPAN, seuls les fichiers au format .png supportent la transparence.

Grâce à l'utilisation de la transparence d'image, il est beaucoup plus aisément de faire coïncider des images d'après leurs contours (typiquement un plan de masse d'un site avec une carte IGN ou une vue satellite).

Pour ce tutoriel on crée un site « Europe » muni de cette image de fond (Source : Google Map) :

**Figure 140 : Carte de l'Europe**

Ainsi qu'un sous-site « France » muni de cette image de fond :



**Figure 141 : Carte de France**  
**La zone en dehors du territoire français a été définie comme transparente**

Ces images sont insérées comme images de fond dans Code\_TYMPAN (voir le premier volet de la documentation utilisateur pour réaliser cette opération).

→ **Echelle**

L'outil « Echelle »  permet de définir celle de l'image de fond (mais pas des objets) d'un site.

→ **Point de référence**

Le point de référence d'un site définit le point de l'image de fond du site qui doit être placé à l'origine du modèle du site.

→ **Orientation**

L'outil « Orientation »  permet de définir celle de l'image de fond (mais pas des objets) d'un site.

### 6.1.2. Tutoriel

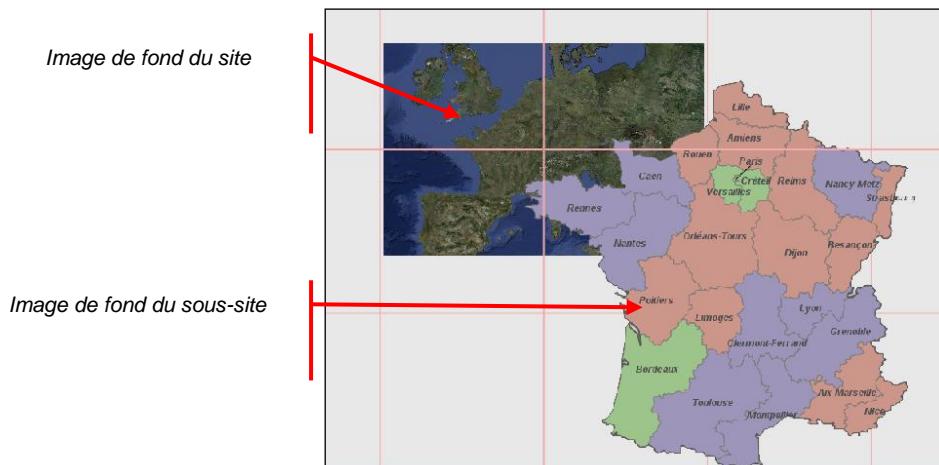
Remarque

Attention, ces opérations doivent être effectuées dans cet ordre.

→ **Mise à l'échelle**

L'outil « Echelle »  de Code\_TYMPAN sert à modifier l'échelle de l'image de fond (mais pas des objets) d'un site ou d'un sous-site (et seulement de ce site). L'utiliser revient à créer un segment sur l'image de fond dont la longueur sera celle renseignée après l'opération.

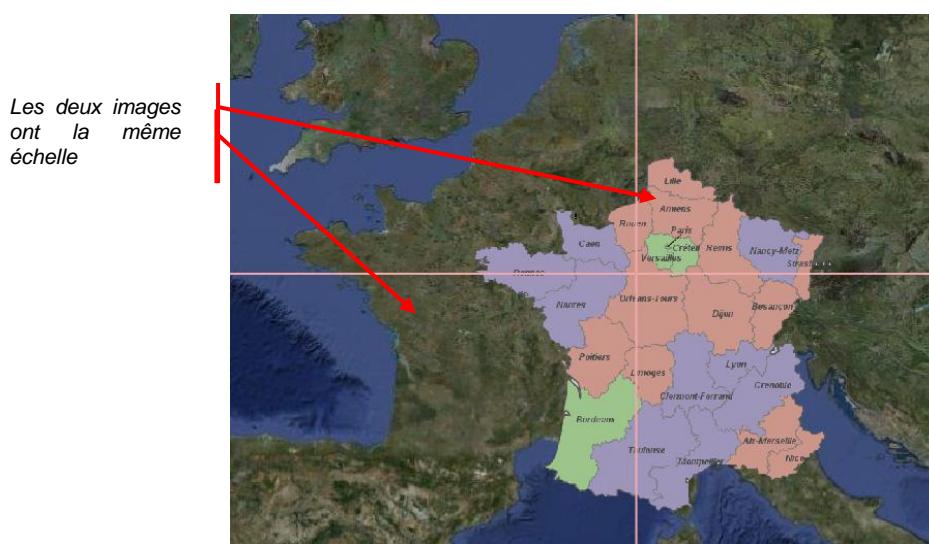
Dans l'exemple on utilise le segment Auderville-Narbonne car ces points sont faciles à repérer.



**Figure 142 : Avant la mise à l'échelle**

Pour « redimensionner » l'image de fond, cliquer sur l'icône de l'outil « «échelle » » . Un outil de tracé apparaît. Tracer un segment entre deux points repérables et entrer la distance correspondante.

La mise à l'échelle du site et du sous-site a été effectuée en choisissant une valeur arbitraire pour la distance Auderville-Narbonne. Le résultat obtenu est le suivant :



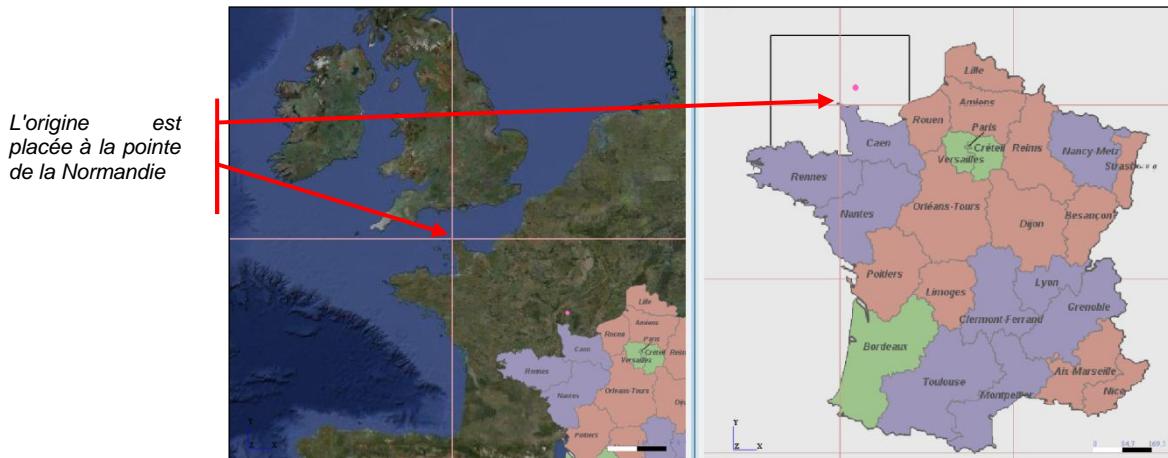
**Figure 143 : Après la mise à l'échelle**

Les deux cartes sont désormais à la même échelle.

→ **Point de référence**

L'outil « Point de référence »  de Code\_TYMPAN sert à définir le point de l'image de fond qui doit être placé à l'origine du modeleur de site.

Dans l'exemple, les points de référence du site « Europe » et du sous-site « France » ont été choisis à Auderville.



**Figure 144 : Origine des sites**

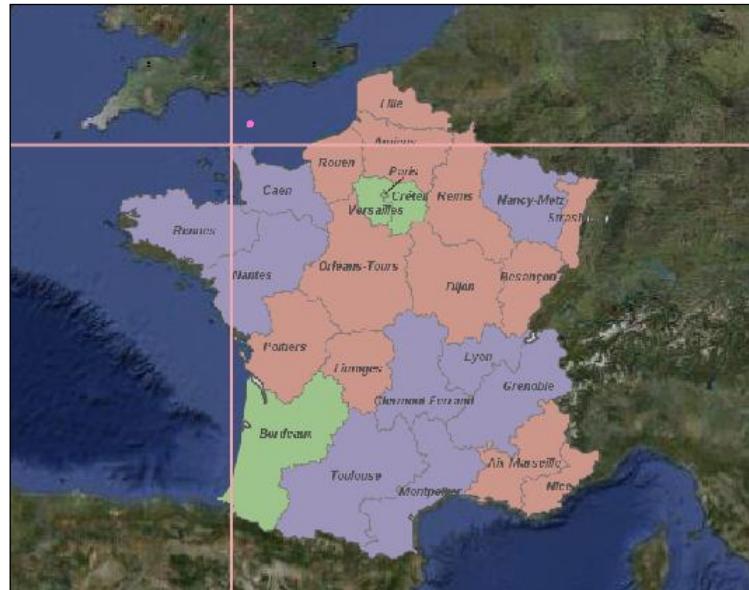
***L'origine est placée à la pointe de la Normandie dans le site « Europe » et dans le sous-Site « France »***

Ensuite on utilise l'option « Position » du menu contextuel du sous-site pour placer le sous-site en (0 ; 0).



**Figure 145 Menu contextuel du sous-site « France »**

***Un cylindre acoustique a été créé sur le sous-site pour servir de « poignée »***



**Figure 146 : Les images coïncident**

→ **Orientation**

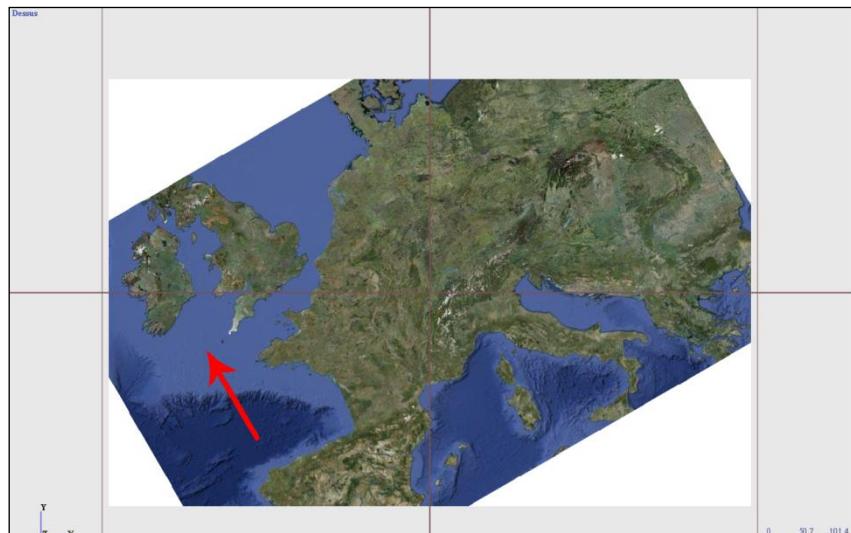
Principe de l'outil

L'outil « Orientation » de Code\_TYMPAN sert à modifier l'orientation de l'image de fond (mais pas des objets) d'un site ou d'un sous-site (et seulement de ce site). L'utiliser revient à créer un vecteur sur l'image de fond qui pointera vers le haut après l'opération.

L'image a été modifiée pour obtenir celle-ci :



**Figure 147: Carte de L'Europe modifiée par rotation**  
**La flèche rouge indique le Nord**



**Figure 148 : La carte de l'Europe modifiée insérée comme image de fond**

Pour « redresser » l'image de fond, cliquer sur l'icône de l'outil orientation . Un outil de tracé apparaît. Tracer un vecteur sur la flèche rouge en commençant par l'origine. La carte est alors redressée



**Figure 149 : Image de fond redressée**

#### Cas de deux images de fond

Pour faire coïncider deux images de fond (exemple le site « Europe » et le sous-site « France ») il suffit de repérer deux mêmes points sur les deux images de fond et de tracer le même vecteur.

Trajet  
Narbonne-  
Auderville

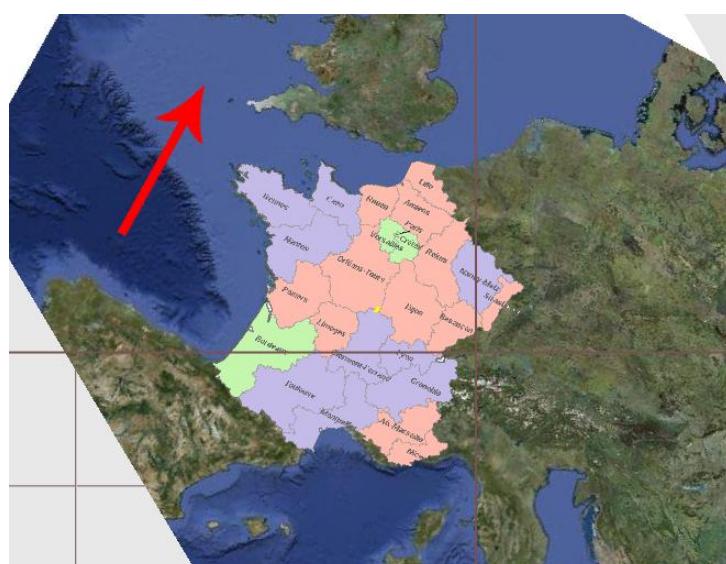


**Figure 150 : Orientation du sous-site « France (à gauche) et du site « Europe (à droite)**

*Les images de fond ont été préalablement mises à l'échelle*

*Le vecteur d'orientation est le trajet Narbonne-Auderville*

Si le point de référence a été correctement défini auparavant, les deux images coïncident, sinon il faut déplacer le sous-site « France » pour le faire coïncider avec le site « Europe ».



**Figure 151 : Les images de fond coïncident**

## 6.2. Tutoriel 12 : Méthodologies

### 6.2.1. Présentation du tutoriel

#### Utilité du tutoriel

Créer un modèle sous Code\_TYMPAN nécessite de suivre un protocole. Cette partie résume les différentes méthodologies de modélisation en renvoyant aux différentes parties de cette notice et de la notice initiation pour s'assurer des bonnes pratiques de l'application.

#### Notions abordées :

Cette partie se voulant un récapitulatif des notions à utiliser pour créer un projet sous Code\_TYMPAN, on fera référence aux tutoriels précédents.

### 6.2.2. Tutoriel

#### → Création d'un modèle

n°	Description	
1	1.1	Créer un projet (cf. notice initiation)
	1.2	Importer une image de fond (cf. notice initiation)
	1.3	Mettre l'image à l'échelle et à la bonne place (cf. Tutoriel 11 : La gestion de l'image de fond)
	1.4	Créer la topographie (cf. notice initiation et Tutoriel 5 : Les sols)
	1.5	Créer éventuellement des sous-sites et recommencer les étapes de l'image de fond et de la topographie (cf. Tutoriel 4 : Les sous-sites)
	1.6	Créer les objets acoustiques (machines (2), constructions (3) et sources) sur les différents sites
	1.7	Créer les récepteurs/maillages puis paramétrier et lancer le calcul (4, 5 et 6)

#### → Modélisation des objets

##### Machines (cf. notice initiation et Tutoriel 1 : Les machines)

n°	Description	
2	2.1	Créer une machine (cf. notice initiation)
	2.2	Renseigner les spectres à un même niveau N (machine, boîte acoustique, face ou sous-face)
	2.3	Renseigner des spectres d'atténuateur (cf. Tutoriel 3 : Les atténuateurs et les parois)
	2.4	Créer des régimes (cf. Tutoriel 9 : La gestion des calculs)

##### Constructions (cf. notice initiation et Tutoriel 2 : Les constructions)

n°	Description	
3	3.1	Créer une construction (cf. notice initiation)
	3.2	Renseigner les spectres à un même niveau N (construction, étage, face ou sous-face)
	3.3	Renseigner des spectres d'atténuateur (cf. Tutoriel 3 : Les atténuateurs et les parois)
	3.4	Placer des sources et des machines dans les étages
	3.5	Créer des régimes (cf. Tutoriel 9 : La gestion des calculs)

→ **Calcul**

			n°	Description
4	4.1	Utiliser le calcul déjà créé/Créer un calcul (cf. Tutoriel 8 : Calcul référent et opérations sur les calculs)		
	4.2	Régler les paramètres du calcul (cf. Tutoriel 6 : Le concept de calcul) et les états du modèle (cf. Tutoriel 9 : La gestion des calculs)		

Point de contrôle

			n°	Description
5	5.1	Créer les points de contrôles (cf. notice initiation)		
	5.2	Lancer le calcul (cf. notice initiation)		
	5.3	Exploiter le calcul (cf. Tutoriel 7 : L'exploitation des résultats)		

Maillages (cf. Tutoriel 10 : Les maillages)

			n°	Description
6	6.1	Créer les maillages		
	6.2	Lancer le calcul		
	6.3	Régler les paramètres du maillage		
	6.4	Faire une capture d'écran		

## **7. Glossaire**

Ce glossaire reprend les concepts-clés de Code\_TYMPAN et renvoie éventuellement vers les parties du tutoriel où ces éléments sont expliqués.

### Altimétrie

L'« Altimétrie » est construite à partir des éléments saisis dans la « topographie » (voir Topographie) qui définissent l'altitude en certains points. Elle est constituée d'un maillage à mailles triangulaires construit à l'aide de l'algorithme de Delaunay.

### Altimétriser

Altimétriser signifie mettre à jour l'Altimétrie (voir Altimétrie)

### Arborescence

Une arborescence désigne l'organisation logique et hiérarchisée des éléments du « Projet » ou d'un « Site » sous Code\_TYMPAN et utilisant une structure algorithmique d'arbre. Cette organisation rend plus efficace la consultation et la manipulation des éléments. Les arborescences sont visibles dans les fenêtres de « Gestion de Projet » et de « Gestion de Site ».

### Atmosphère

L'atmosphère est un élément d'un calcul (accessible depuis l'arborescence de gestion de projet) qui définit :

- La pression
- La température
- L'hygrométrie
- Un éventuel spectre d'atténuation

### Atténuateur

Un atténuateur est un filtre appliqué à une source (au sens large : source ponctuelle, machine, construction, face, mur etc.) et qui modifie sa puissance acoustique. Il est défini dans les propriétés d'une source et est caractérisé par son spectre en bande d'octave ou de tiers d'octave.

### Bibliothèque

La bibliothèque est une réserve d'objet locale placée sous forme de fichier XML dans le dossier Code\_TYMPAN\library.

### Boîte acoustique

Une « boîte acoustique » est l'un des « volumes acoustiques » d'une « machine ». Elle est composée de 6 « faces » (voir « Machine »)

### Boîte englobante

Contour en surbrillance apparaissant

- lorsqu'on sélectionne par un clic un objet
- lorsqu'on localise un objet via l'arborescence de la fenêtre de gestion de site

### Bouche de ventilation

Type de « sous-face » d'une « face » d'une « machine »

Les sources de type "cheminée" sont plus directives que les sources de type ventilation. En conséquence, si le point d'observation (point de contrôle) n'est pas dans l'axe de la source, le niveau sonore induit par une bouche de cheminée est plus faible que celui induit par une bouche de ventilation. Le choix d'une source de type "cheminée" est donc généralement moins conservatif, ce qui, dans une phase de conception, représente une prise de risque.

Seule la mesure "in situ" peut permettre d'arbitrer entre les deux modèles.

**Calcul**

Le calcul est l'ensemble des éléments qui définissent

- Les paramètres du solveur (conditions homogènes/favorables, calcul énergétique/interférence, type de sol, domaine de fréquence)
- les conditions météorologiques
- l'état des points de contrôle
- l'état des sources
- les maillages

Au calcul est associée la fenêtre Résultat qui contient les contributions de toutes les sources en tous les points de contrôle obtenues après exécution du solveur.

**Calcul référent (résiduel)**

Un calcul référent est un calcul dans lequel on peut saisir des données.

Ce type de calcul est utilisé pour saisir sous Code\_TYMPAN les résultats d'une mesure in-situ.

**Cercle acoustique**

Voir « Face » et « Cylindre acoustique »

**Cheminée**

Type de « sous-face » d'une « face » d'une « machine »

Les sources de type "cheminée" sont plus directives que les sources de type ventilation. En conséquence, si le point d'observation (point de contrôle) n'est pas dans l'axe de la source, le niveau sonore induit par une bouche de cheminée est plus faible que celui induit par une bouche de ventilation. Le choix d'une source de type "cheminée" est donc généralement moins conservatif, ce qui, dans une phase de conception, représente une prise de risque.

Seule la mesure "in situ" peut permettre d'arbitrer entre les deux modèles.

**Couleur**

Les couleurs des objets d'un projet peuvent être définies :

- De façon générale via les préférences ;
- Au cas par cas dans les propriétés des objets.

**Construction**

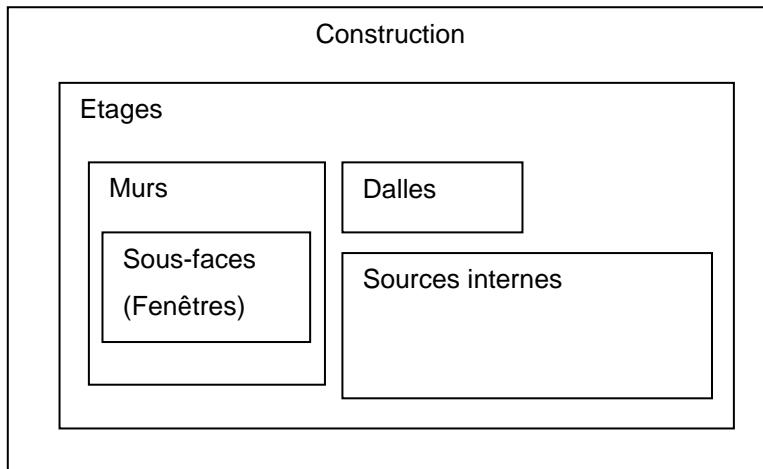
Une « construction » est l'une des « sources » disponibles sous Code\_TYMPAN. Elle est composée d'un à plusieurs volumes rayonnants (eux-mêmes composés de « faces » qui peuvent contenir des « sous-faces »). Les volumes peuvent être de deux types :

- Un « étage » (prisme droit à base quelconque); Ils sont définis par leurs contours (poly lignes) et construits par élévation de celles-ci. Chaque segment de la polyligne donne lieu à la construction d'un mur. En outre, un étage peut avoir une forme et une hauteur quelconque.
- Ou un « cylindre acoustique » ;

Le matériau de construction est défini au niveau de chaque volume acoustique.

A chacun de ces volumes, on peut affecter des propriétés acoustiques globales ou par faces (Voir les mots « Source », « Volume acoustique », « Face » et « Sous-face »)

Le schéma ci-dessous résume le principe des ensembles et sous-ensembles qui peuvent constituer une construction :



La particularité des « constructions » est qu'on peut y placer des sources (« machines » et « sources ponctuelles »).

#### Contribution partielle

Option du tableau de résultat qui permet d'obtenir pour un récepteur donné la contribution de chaque source à la valeur globale (voir « Tableau de résultat »)

#### Courbe de niveau

Les courbes de niveaux sont les éléments descriptifs du relief. Elles sont constituées d'un ensemble de polylinéaires. Les points qui définissent ces polylinéaires sont utilisés pour créer l'altimétrie. A chaque polylinéaire est associée une altitude. L'objet « Courbes de niveaux » est dessiné directement sur le modeleur de site en sélectionnant l'outil approprié.

Lecture des indications de niveau sur une carte IGN :

- En rouge épais : altitude multiple de 25 m.
- En rouge fin : courbe de niveau de 5 m en 5 m
- En pointillé : courbe de niveau de 2.5 m en 2.5 m
- Point noir : altitude en un point

#### Csv (fichier)

Comma-separated values, connu sous l'acronyme CSV, est un format informatique ouvert représentant des données tabulaires sous forme de valeurs séparées par des virgules.

Sous Code\_TYMPAN, ce format est utilisé pour l'export de spectre ou de maillage (qui correspond à une matrice de spectre).

#### Cylindre acoustique

Un « cylindre acoustique » est l'un des « volumes acoustiques » d'une « machine » ou d'une « construction ». Il est composé d'une « surface acoustique » et de deux « cercles acoustiques »

#### Dalle

Les dalles sont les faces supérieure et inférieure d'un étage.

Par défaut dans une construction, le sol n'est rayonnant.

Voir « Face » et « Construction »

#### Demi-cylindre acoustique

Un « demi-cylindre acoustique » est l'un des « volumes acoustiques » d'une « machine ». Il est composé d'une « surface acoustique » de deux « demi-cercles acoustiques » et d'un « rectangle sous-face »

### Demi-cercle acoustique

Voir « Face » et « Demi-cylindre acoustique »

### Directivité

La directivité est la capacité d'un émetteur ou d'un récepteur à exercer sa fonction suivant une ou plusieurs directions. Sous Code\_TYMPAN, la directivité d'une « source » représente l'angle solide dans lequel cette source émet, c'est la puissance apparente de la source en fonction de l'angle d'observation

### Ecran

Un « écran » est un segment de droite, c'est-à-dire une portion de droite délimitée par deux points de la polylinéaire, donnant lieu à la construction seule d'un mur. C'est une « construction » dégénérée.

Lorsqu'on dessine une polylinéaire pour créer un « étage » :

- Si on coche l'option « étage », la polylinéaire est considérée comme polygone-contour de l'étage (et est éventuellement fermée automatiquement par le modéleur)
- Si on coche l'option « écran », la polylinéaire est considérée comme projection au sol d'un écran d'épaisseur choisie par l'utilisateur.

### Emergence

L'AFNOR définit l'émergence comme une « modification temporelle du niveau ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier ».

L'émergence est définie réglementairement comme la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement, mais mesuré sur la période de fonctionnement de l'établissement) ; dans le cas d'un établissement faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié.

### Emprise

L'emprise permet de délimiter l'étendue géographique du site environnant.

En l'absence de courbes de niveau pour décrire l'altimétrie, le contour de l'emprise est utilisé par défaut comme une courbe de niveau d'altitude 0m servant de base à la construction de l'altimétrie.

Si l'utilisateur crée des courbes de niveau, celles-ci servent de base à la construction de l'altimétrie et l'emprise n'est plus utilisée.

Cependant, une option (case à cocher) permet de définir l'emprise comme courbe de niveau fermée supplémentaire.

### Etage

Un « étage » est l'un des volumes acoustiques d'une construction. Un étage a la forme d'un prisme droit à base quelconque et définie au choix de l'utilisateur à la création. Il est composé de « murs » et de « dalles » (voir « Construction »)

### Etat

Sous Code\_TYMPAN, un objet peut être dans l'état :

- Actif : il est pris en compte dans le modèle (géométriquement parlant), et son éventuel rayonnement est pris en compte (dans le cas d'une source au sens large) ;
- Inactif : il est pris en compte dans le modèle, mais son éventuel rayonnement n'est pas pris en compte ;
- Décoché : il n'est pas pris en compte dans le modèle..

On désactive via l'élément « Etats » du « calcul » dans l'arborescence de gestion de projet. L'activation/désactivation est donc propre au calcul (cas d'allumage d'une machine ou non par exemple)

On coche/décoche un objet via l'arborescence de la gestion de sites, cette option est donc commune à tout calcul.

#### Face (voir)

Une face est une surface rayonnante ou non composant un « volume acoustique » :

- Un « mur », ou une « dalle » (non rayonnant) pour un « étage »
- Une « face » pour une « boîte acoustique »
- Une « surface acoustique », ou un « cercle acoustique » pour un « cylindre acoustique »
- Une « surface acoustique », un « demi-cercle acoustique » ou un « rectangle sous-face » pour un « cylindre acoustique »

Une face peut contenir des « sous-faces » :

- Une fenêtre pour un « mur » d'une « construction » ;
- Une « bouche de ventilation » ou une « cheminée » pour une « face » de machine

#### Fenêtre

Type de « sous-face » d'un « mur » d'une « construction ».

#### IHM

IHM signifie interface Homme-Machine. Cette interface définit les moyens et outils mis en œuvre afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec Code\_TYMPAN. Elle est décrite avec précision dans le premier volet de cette documentation utilisateur.

#### Infrastructure

Sous Code\_TYMPAN, l'infrastructure d'un site est l'ensemble des éléments actifs du site. Ces derniers sont des éléments susceptibles de rayonner ou de modifier le chemin acoustique entre une source et un récepteur. L'infrastructure contient les sources ponctuelles, les machines, les bâtiments, les écrans, les routes et les réseaux de transport.

#### Localiser

Action disponible dans l'arborescence de gestion de site qui permet de repérer visuellement un objet en le mettant en valeur dans la fenêtre graphique du modeleur grâce à une boîte englobante.

#### Machine

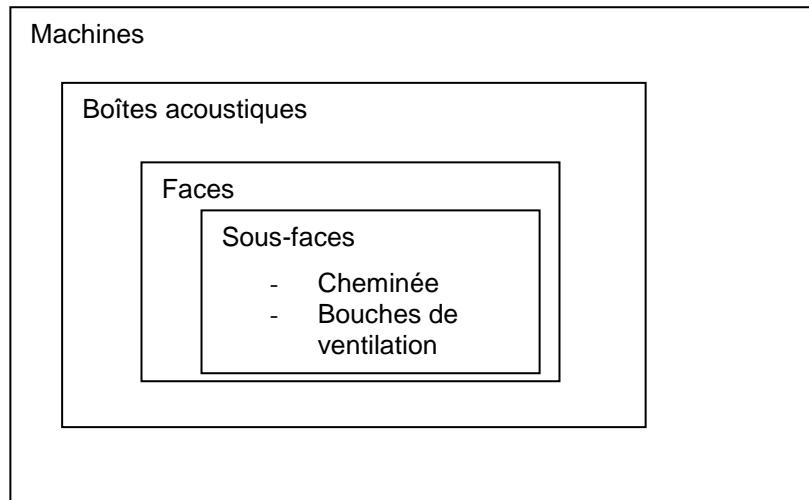
Une « machine » est l'une des sources disponibles sous Code\_TYMPAN. Elle est composée d'un à plusieurs volumes rayonnants (eux-mêmes composés de « faces » qui peuvent contenir des « sous-faces »). Les volumes peuvent être de trois types :

- Une « boîte acoustique » (parallélépipède);
- Un « cylindre acoustique » ;
- Ou un « demi-cylindre acoustique » (à utiliser avec précautions, n'est pas encore au point).

Le matériau de construction est défini au niveau de chaque volume acoustique.

A chacun de ces volumes, on peut affecter des propriétés acoustiques globales ou par faces (Voir les mots « Source », « Volume acoustique », « Face » et « Sous-face »)

Le schéma ci-dessous résume le principe des ensembles et sous-ensembles qui peuvent constituer une machine :



#### Maillage

Sous Code\_TYMPAN un « maillage » matérialise un domaine où le calcul du champ acoustique est calculé (et non pas un point précis, voir « Récepteur »)

On peut définir un maillage horizontal (cartographie), vertical ou linéaire (décroissance).

#### Menu contextuel

Le Menu contextuel est le menu qui s'obtient par un clic droit sur un objet. Généralement, il permet l'accès aux propriétés de cet objet.

#### Mur

Voir « Face » et « Construction »

#### Objet

Un objet est un élément apparaissant dans un modeleur de Code\_TYMPAN

#### Outils de navigation

Les outils de navigation sont les « vues » (dessus, gauche, face, perspective et mobile) et les « rendus » (face, surface, point)

#### Plan d'eau

Elément de la « topographie » modélisant les étendues d'eau (voir « Topographie »)

#### Projet

Le projet est l'entité englobant tous les objets manipulés par Code\_TYMPAN. Il est avant tout constitué d'un site racine, représenté dans la fenêtre de gestion de site ainsi que d'un ou plusieurs calculs

#### Propriétés

Les propriétés désignent :

- Les caractéristiques d'un objet
- La fenêtre qui permet de modifier ces caractéristiques. Elle est accessible via le menu contextuel par sélection d'objet ou par l'arborescence de la fenêtre de gestion de sites

#### Puissance acoustique (voir)

Sous Code\_TYMPAN, la puissance acoustique d'une source est

- soit définie par la saisie de son « spectre », on parle de puissance mesurée
- soit due aux sources qui la composent (machine multiboîte, sous faces, sources placées à l'intérieur...), on parle de puissance calculée

**Rayonnant (voir)**

Est qualifié de rayonnant, tout objet qui possède un spectre de puissance acoustique non nul et activé.

**Récepteur**

Sous Code\_TYMPAN un « récepteur » matérialise un point où le calcul du champ acoustique est calculé.

Il est possible de créer des grilles de récepteur, appelées « maillage » dans l'application.

**Régime (voir)**

Un régime correspond à un état de fonctionnement (par exemple : vitesse de rotation d'une machine).

A chaque régime est associée une « puissance acoustique » ainsi qu'éventuellement, un « atténuateur » (par exemple, atténuation apportée par un capotage de machine). Le régime permet aussi de définir l'état « rayonnant » ou non rayonnant d'un élément de la source (par exemple, le fait qu'un élément d'une machine soit en fonctionnement ou pas).

**Résultat (voir)**

Le résultat est la fenêtre qui contient les contributions de toutes les sources en tous les points de contrôle obtenues après exécution du solveur.

**Seuil de contribution**

Dans un tableau de résultat, la saisie d'une valeur de seuil de contribution (qu'on considère comme limite de négligeabilité) permet de ne pas afficher les sources dont la contribution partielle est inférieure à cette valeur.

**Site (voir)**

Le site permet de définir l'environnement sur lequel sont effectués les calculs. Il peut comporter une infrastructure (sources construction, machines, réseaux de transport, routes) et une topographie (plans d'eau, cours d'eau, courbes de niveaux).

Il est possible d'insérer un site-enfant à l'intérieur d'un autre site-parent (imbrication).

**Solveur**

Le solveur est la partie du code qui contient la méthode de calcul.

Exemples : solveurs : DefaultSolver, ANIME 3D

**Sous-face**

Sous élément d'une face :

- Une fenêtre pour un « mur » d'une « construction »
- Une « bouche de ventilation » ou une « cheminée » pour une « face » de machine

**Sous-site**

Un sous-site est un site imbriqué :

- Soit dans le site principal
- Soit dans un autre sous-site.

**Source**

Dans Code\_TYMPAN, le terme « source » recouvre trois sens :

- Une « source ponctuelle »
- C'est le terme générique pour un élément rayonnant de l'infrastructure (« source ponctuelle », « construction », « machine », « réseau de transport » ou « route »)
- Une « source élémentaire » d'un élément rayonnant

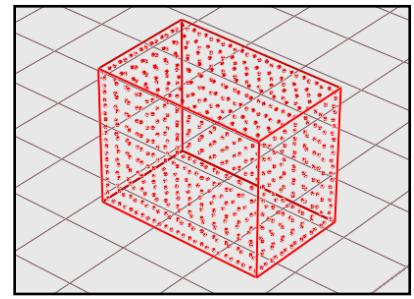
**Source ponctuelle**

Une « source ponctuelle » est un élément rayonnant de l'« infrastructure ». Cela correspond à un point source dont la directivité correspond à un angle solide de  $4\pi$  str.

**Source élémentaire**

Les « sources élémentaires » ont été introduites dans Code\_TYMPAN pour modéliser l'acoustique des éléments rayonnants surfaciques des « volumes acoustiques ». Leur directivité n'est pas omnidirectionnelle, mais dépend de la surface acoustique qu'elles modélisent.

On peut régler la densité de « sources élémentaires » d'une surface acoustique via ses propriétés.



On peut visualiser les « sources élémentaires » d'une surface acoustique en choisissant le « rendu » « fil de fer » ou « point » (voir « Outils de navigation »)

#### Spectre (voir)

Le « spectre » d'une source est la distribution de sa puissance acoustique en fonction de la fréquence.

Sous Code\_TYMPAN, il peut être renseigné en « bandes » d'octave ou de tiers d'octave. Tympan ne rend pas de spectre en bande fine.

La bande d'octave est une division pratique de l'échelle des fréquences, identifiée par la série des fréquences centrales (63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000, 8 000Hz). La fréquence supérieure de chaque bande est le double de la fréquence inférieure. La fréquence centrale est la racine carrée du produit des fréquences extrêmes de la bande.

La bande de tiers d'octave est une plus petite division de l'échelle des fréquences (trois pour chaque octave). Le rapport des fréquences limites du 1/3 d'octave est donc  $2^{1/3}$ . Cette décomposition permet une analyse plus précise du bruit.

#### Terrain

Elément de la « topographie » modélisant les types de sol (voir « Topographie »)

#### Tonalité marquée

Dans un tableau de résultat, la ligne synthèse d'un récepteur est coloriée en jaune si le récepteur détecte une tonalité marquée.

Il y a tonalité marquée si la différence arithmétique avec la moyenne énergétique des 2 bandes inférieures et celle des 2 bandes supérieure :

- est supérieure à 10dB entre 63Hz et 315Hz ;
- est supérieure à 5dB entre 400Hz et 6300Hz.

#### Topographie

La topographie est la disposition, ou le relief d'un lieu.

La topographie joue un rôle important dans la propagation des ondes (obstacles, chemins, réflexion...). Il est nécessaire d'aborder cet aspect du problème dès le début de la modélisation dans CODE\_TYMPAN.

Plusieurs éléments peuvent être représentés : les variations de niveau (falaises, vallons...), les voies d'eau (fleuve, lac...) et les caractéristiques du sol (gazon, garrigue...).

#### Volume acoustique

Un volume acoustique est un objet rayonnant intermédiaire :

- Un « étage » ou un « cylindre acoustique » pour une construction
- Une « boîte acoustique », un « cylindre acoustique » ou un « demi-cylindre acoustique » pour une machine
- Un volume acoustique est composé de faces (voir « Face ») qui peuvent contenir des sous-faces (voir « Face »)

#### XML (fichier)

Le XML (Extensible Markup Language, « langage de balisage extensible ») est un langage informatique. Comme HTML, c'est un langage de balisage (markup), c'est-à-dire un langage qui présente de

l'information encadrée par des balises. Mais contrairement à HTML, qui présente un jeu limité de balises orientées présentation (titre, paragraphe, image, lien hypertexte, etc.), XML est un métalangage, qui va permettre d'inventer à volonté de nouvelles balises pour isoler toutes les informations élémentaires.

Le XML permet de structurer l'information dans des fichiers textes. On peut l'utiliser typiquement comme fichier de configuration pour des programmes mais aussi pour enregistrer des résultats (mesures, carnet d'adresse, liste de pièces etc.).

Sous Code\_TYMPAN, l'utilisation de ce langage permet de formater de façon souple (au sens où le formatage est paramétrable à loisir) les informations nécessaires à coder l'information nécessaire à décrire un objet Code\_TYMPAN.

