

Tutoriel sur l'utilisation de ABEC3 pour l'analyse des modes d'une pièce.

Version 1.0 du 01/05/2020

Fait par : Etienne Morelle

1) Contexte :

Le but de ce tutoriel est d'analyser la réponse d'une pièce dans les basses fréquences et de vérifier : l'implantation des haut-parleurs, les traitements acoustiques et le placement de la zone d'écoute. Il existe de multiples applications pour faire cette vérification dans une pièce rectangulaire. REW par exemple permet d'avoir la réponse en un point d'écoute en fonction de l'implantation de plusieurs haut-parleurs. On peut également modifier les conditions aux limites de la pièce en plaçant des matériaux absorbants sur des murs ou au plafond. Ces applications sont finalement très limitées, par la géométrie imposée de la pièce et par le traitement global d'un mur. La prise en compte de gros mobilier peut changer très sensiblement le résultat obtenu. Ces applications deviennent forcément de moins en moins fiables plus on s'éloigne du modèle initial très simplifié. C'est rarement utilisable dans la plupart des cas. J'ai donc cherché une solution plus fiable et qui peut être utilisable dans un contexte de projet personnel. J'ai fini par trouver ABEC3 qui est publié sous licence par R&D Team.

Je suis rentré en contact avec la société pour obtenir une version de démonstration de ce logiciel.

A des fins professionnelles ce logiciel doit être impérativement enregistré par la société R&D Team.

2) Modélisation des géométries.

Il existe un certain nombre de surfaces prédéfinies « Shelltype » : Disc, Ring, Cone, Rectangle, Ellipse, Oval, Dome, Sphere.

Je ne rentrerai pas dans le détail de leur utilisation pour l'instant car nous verrons que pour modéliser une salle courante et son mobilier, on peut partir sur des surfaces planes définies par trois ou quatre cotés et donc trois ou quatre-points. Si vous voulez néanmoins utiliser ces surfaces plus complexes, il existe des exemples vous permettant de comprendre la syntaxe à utiliser dans les scripts. (Voir l'exemple Cathedral).

2.1) Les points « Nodes »

Pour définir chaque surface à trois ou quatre cotés, il faut des listes de points. Ces dernières sont stockées dans un fichier par exemple « Noded.txt ».


Les commentaires peuvent être ajoutés en utilisant le « // » devant le commentaire. Chaque liste est précédée d'une ligne avec l'instruction Nodes suivie du nom de la liste de points entre guillemets ensuite vous pouvez ajouter votre liste de point définie de la manière suivante : Numéro X Y Z

Voir l'exemple ci-dessous :

- La liste « PPoints » contient les coordonnées des haut-parleurs.
- La liste « N » Contient les coordonnées du contour de la pièce en haut et en bas.

Vous remarquerez qu'il est possible d'utiliser les mêmes numéros de points dans des listes différentes ce qui permet de simplifier la saisie des surfaces dans certains cas.

La réalisation de cette liste est une étape cruciale pour écrire le script de calcul qui va suivre.

 Nodes.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage Aide

```
//*****  
//  
// ABEC3 data file  
// Project: Etudes de Nanterre  
//  
//*****
```

Nodes "PPoints"

```
1000  1.80  0.0002  0.6200  
1001  1.60  0.3702  2.3000  
1002  1.60  -0.3702  2.3000
```

Nodes "N"

```
//      x      y      z (Height)
```

```
// Points bas
```

```
1001  -3.6807 -1.0115  0.0000  
1002   1.8822 -1.0116  0.0000  
1003   1.8817  1.0120  0.0000  
1004   3.3263  1.6822  0.0000  
1005   2.8700  2.6658  0.0000  
1006   1.9044  2.2178  0.0000  
1007   0.7487  4.7163  0.0000  
1008  -4.8936  2.0922  0.0000  
10004  0.0000  4.3681  0.00  
10001  0.0000 -1.0116  0.00
```

```
// Points Haut
```

```
2001  -3.6807 -1.0115  2.5000  
2002   1.8822 -1.0116  2.5000  
2003   1.8817  1.0120  2.5000  
2004   3.3263  1.6822  2.5000  
2005   2.8700  2.6658  2.5000  
2006   1.9044  2.2178  2.5000  
2007   0.7487  4.7163  2.5000  
2008  -4.8936  2.0922  2.5000  
10002  0.0000 -1.0116  2.50  
10003  0.0000  4.3681  2.50
```

2.2) Le script de saisie des données.

Le fichier de script peut inclure des sous fichiers qui serviront au stockage des données ou paramètres.

Pour inclure justement le fichier de point que nous avons précédemment saisi, il suffit de spécifier la ligne suivante : File= « Nodes.text »

Ensuite il faut définir les paramètres principaux pour faire le calcul comme la liste de fréquences que l'on désire étudier au niveau calcul. Le nombre de dimensions considéré. Dans notre cas nous sommes en trois dimensions. La résolution du maillage qui doit dépendre de la fréquence maximum étudiée. Nous prendrons les paramètres suivants précédés du mot clef « Control_Solver »:

Control_Solver

Frequencies=20,21,23,25,26,28,30,32,34,37,39,42,45,48,52,55,59,63,68,72,77,83,89,95,100

Dim=3D

MeshFrequency=200Hz // Définition de la résolution du maillage en fonction de la fréquence

2.3) La saisie des éléments constituant notre pièce à étudier.

Les éléments doivent être nommés et ils doivent faire référence à une liste de points précédemment saisie. Ils sont ensuite définis par des surfaces numérotées. Ces numéros doivent être uniques pour un élément néanmoins deux éléments peuvent utiliser les mêmes numéros.

Une surface à quatre cotés se saisit de la manière suivante :

Numéro_de_Surface Numero_Point1 Numero_Point2 Numero_Point3 Numero_Point4

Pour trois côtés, il suffit de ne pas définir le quatrième point.

Très important ces surfaces sont orientées dans l'espace. Il faut donc saisir les points en tournant autour de la surface. Pour avoir la bonne orientation, il suffit d'appliquer la règle de la main droite.

Le vecteur d'orientation doit toujours pointer vers l'intérieur du volume à calculer. Pour les murs, sol et plafond, il doit pointer vers la salle. Pour les éléments de mobilier qui sont dans la salle, les surfaces ne doivent pas pointer vers l'intérieur du meuble mais vers la salle.

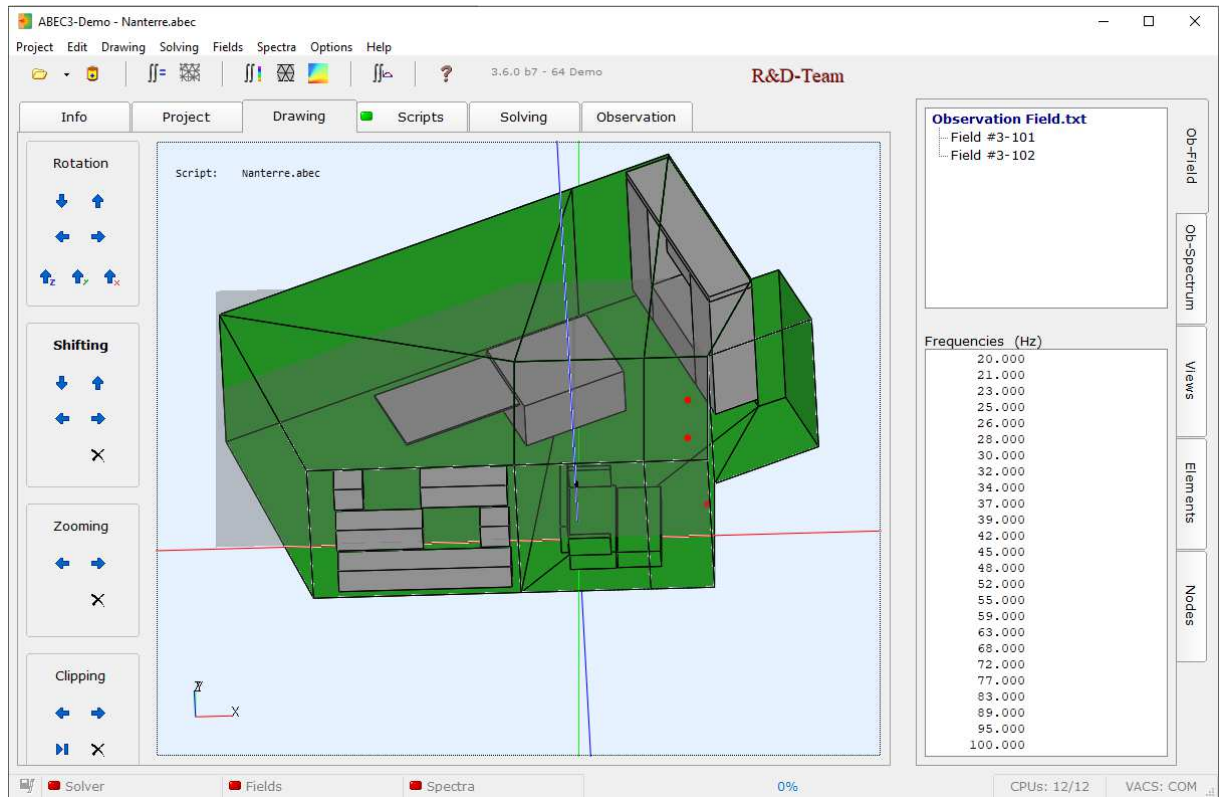
Si les surfaces sont correctement orientées, les surfaces extérieures qui délimitent le volume à calculer sont semi-transparentes pour permettre de voir à l'intérieur du volume. Pour le mobilier à l'intérieur de la salle, les surfaces doivent être opaques si elles sont correctement orientées.

Page suivante, un extrait du fichier de script et une visualisation des volumes de la pièce et des mobiliers.

```

Solving.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage Aide
//*****
//
// ABEC3 Solving Script
// Project: Nanterre
//
//*****
// Include files
File="Nodes.txt"
Control_Solver
Frequencies=20,21,23,25,26,28,30,32,34,37,39,42,45,48,52,55,59,63,68,72,77,83,89,95,100
Dim=3D
MeshFrequency=200Hz
Elements "Murs_perimetriques"
RefNodes="N"
100 2001 10002 10001 1001 // wall
101 10002 2002 1002 10001 // wall
102 2002 2003 1003 1002 // wall
103 2003 2004 1004 1003 // wall
104 2004 2005 1005 1004 // wall
105 2005 2006 1006 1005 // wall
106 2006 2007 1007 1006 // wall
107 2007 10003 10004 1007 // wall
108 10003 2008 1008 10004 // wall
109 2008 2001 1001 1008 // wall

```



2.4) Définition des coefficients d'absorption ou impédance.

L'absorption des surfaces ou l'impédance est définie par élément et éventuellement par surface si nécessaire. Elle doit également être nommée.


ImpType=Damping permet d'utiliser des coefficients d'absorption

ImpType=Impedance permet d'utiliser des coefficients d'impédance qui peuvent être sous forme complexe pour tenir compte éventuellement de déphasage.

L'impédance Z_n est liée à l'absorption D de la surface par la formule suivante :

$$Z_n = (2 - D) / D$$

Dans l'exemple qui suit les coefficients d'absorption sont définis par surface au niveau des murs


 Solving.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage Aide

```
WallImpedance "I2"  
  RefElements="Murs_perimetriques"  
  ImpType=Damping  
  100    100    Value=0.02  
  101    101    Value=0.10  
  102    102    Value=0.02  
  103    103    Value=0.02  
  104    104    Value=0.02  
  105    105    Value=0.02  
  106    106    Value=0.02  
  107    107    Value=0.02  
  108    108    Value=0.02  
  109    109    Value=0.02  
  110    110    Value=0.02
```

Notez qu'il faut appliquer le coefficient aux deux côtés de la surface.

Pour les éléments de mobilier, l'absorption est définie par éléments

 Solving.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage Aide

```
WallImpedance "I4"  
  RefElements="Pouf"  
  ImpType=Damping  
  Value=0.10  
  
WallImpedance "I5"  
  RefElements="Assise_Canape"  
  ImpType=Damping  
  Value=0.10  
  
WallImpedance "I6"  
  RefElements="Dossier_Canape"  
  ImpType=Damping  
  Value=0.10  
  
WallImpedance "I7"  
  RefElements="AcoudoireD_Canape"  
  ImpType=Damping  
  Value=0.10  
  
WallImpedance "I8"  
  RefElements="AcoudoireG_Canape"  
  ImpType=Damping  
  Value=0.10
```

Une impédance peut être définie avec des valeurs complexes et en fonction de la fréquence étudiée.

Les deux manières de les saisir sont représentées dans les exemples suivants :

```
Data_Format=Complex
Data_Domain=Frequency
  20          1.35083      -0.796214
 39.9052     1.21632      -0.526054
 79.6214     1.13338      -0.34756
158.866     1.08224      -0.229631
316.979     1.05071      -0.151716
632.456     1.03127      -0.100237
1261.91     1.01928      -0.0662262
2517.85     1.01189      -0.0437552
5023.77     1.00733      -0.0289088
10023.7     1.00452      -0.0190999
20000      1.00279      -0.0126191
```

```
Data_Format=Ampl_Phase
Data_Domain=Frequency
  20          1.56802      -30.5162
 39.9052     1.32521      -23.3883
 79.6214     1.18548      -17.0486
158.866     1.10634      -11.9794
316.979     1.06161      -8.21634
632.456     1.03613      -5.55161
1261.91     1.02143      -3.71749
2517.85     1.01283      -2.476
5023.77     1.00774      -1.64385
10023.7     1.0047       -1.08929
20000      1.00287      -0.720977
```

La première version se décompose en partie réel et imaginaire.

La deuxième version en amplitude et phase

2.5) Définition des sources de pression ou haut-parleur

Dans l'exemple qui suit nous avons trois haut-parleurs avec des intensités différentes.

Les intensités sont définies par la variable Weight. Les points de coordonnées des HP sont définis dans le fichier « Nodes.txt » dans la liste « PPoints »

```
Solving.txt - Bloc-notes
Fichier  Edition  Format  Affichage  Aide

Pressure_Points "PPoints1"
  DrvGroup=1001
  RefNodes="PPoints"
//Name  Node  Weight
  100    1000  Weight=1.0

Pressure_Points "PPoints2"
  DrvGroup=1002
  RefNodes="PPoints"
  100    1001  Weight=0.5

Pressure_Points "PPoints3"
  DrvGroup=1003
  RefNodes="PPoints"
  100    1002  Weight=0.5
```

Nous sommes à la dernière étape de la définition de notre fichier script. Vous pouvez le sauvegarder avec le nom suivant : « Solving.txt »

3) Définition du fichier de résultat

Nous venons de définir tous les éléments pour le calcul dans notre fichier « Solving.txt ».

Il reste maintenant à définir le script pour extraire le résultat et en particulier les champs de pression acoustique en fonction de la fréquence calculée.

Les champs de pression peuvent être calculés suivant une surface que nous allons définir. Mais au préalable, nous devons définir les haut-parleurs utilisés et leur poids respectif dans l'analyse des résultats.

Ensuite, nous définissons les points de contour pour les champs à analyser. Dans l'exemple qui suit, nous avons deux plans qui seront analysés. Un au niveau 1.05m au-dessus du sol et un autre vertical passant dans la longueur du canapé où se trouve les auditeurs.

Vous pouvez définir la résolution du maillage utilisé (EdgeLength=0.25m) pour tracer le résultat et également l'amplitude des variations (Range=50) à analyser pour établir le graphique.

```
//*****
//
// ABEC3 Observation File
// Project: Nanterre
//
//*****

Driving_Values
  DrvType=Pressure
  Value=0.05
  101   DrvGroup=1001   Weight=1.0
  102   DrvGroup=1002   Weight=0.5
  103   DrvGroup=1003   Weight=0.5

Nodes "Contour Vert"
//Name   x       y       z
10001   -5.0    -1.0116  1.05
10002    1.85   -1.0116  1.05
10003    1.85    4.00    1.05
10004   -5.0    4.00    1.05
20001    0.0    -1.0116  0.0
20002    0.0    -1.0116  2.5
20003    0.0    4.00    2.5
20004    0.0    4.00    0.0

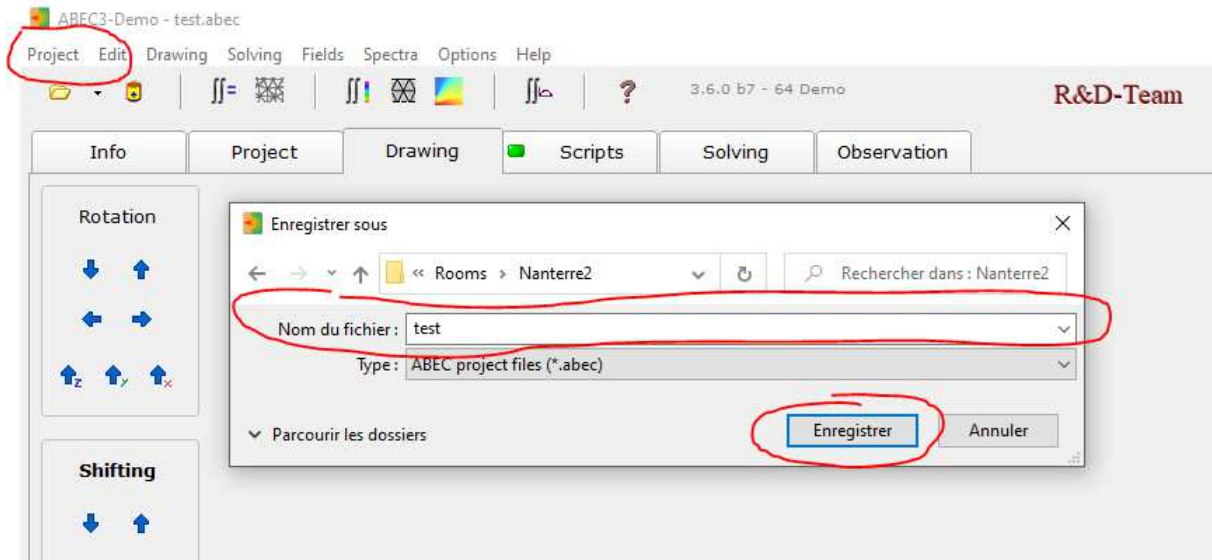
Field
  RefNodes="Contour Vert"
  EdgeLength=0.25m // Size of observation mesh
  BodeType=LeveldB; StepSize=1; Range=50
//Name   Node   Node   Node   Node
  101     10001  10002  10003  10004
  102     20001  20002  20003  20004
```

Quand vous avez défini ces plans d'analyses, il faut les sauvegarder avec le nom suivant :
« Observation Field.txt »

4) Démarrage d'ABEC3

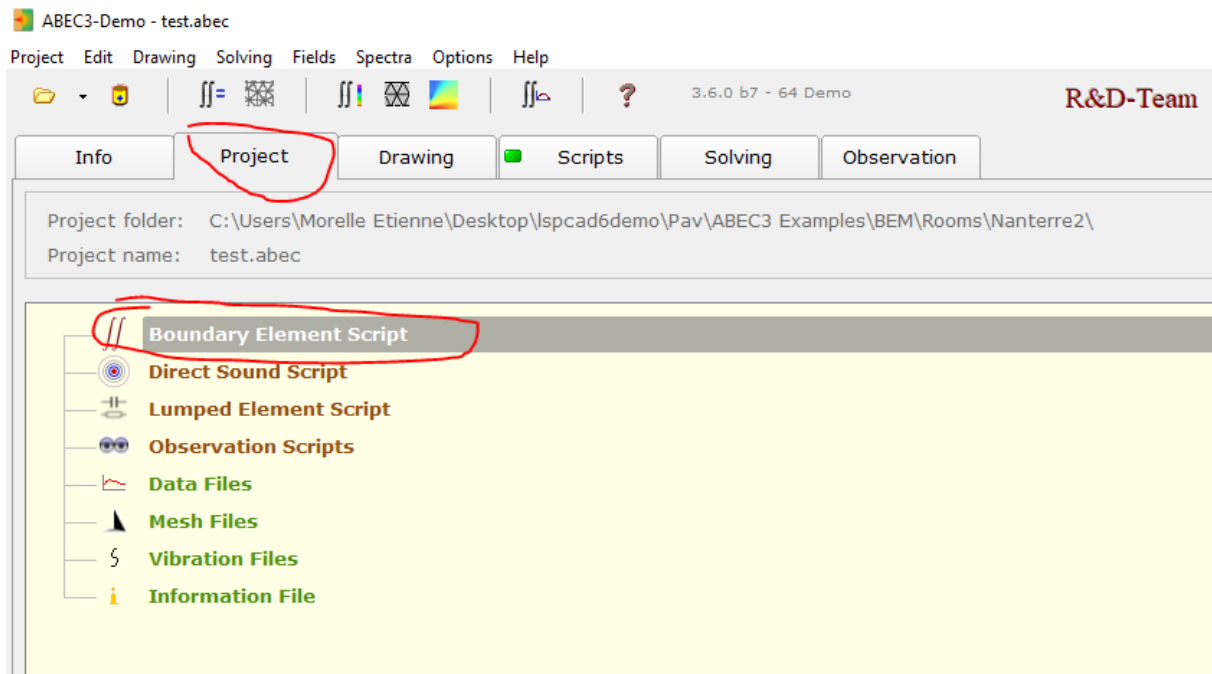
Lancer l'exécutable « ABEC3_Demo_64r.exe » ou « ABEC3_Demo_32r.exe » suivant votre système d'exploitation Windows.

Pour définir un nouveau projet, il suffit d'ouvrir le **menu Project** et de sélectionner « New Project »

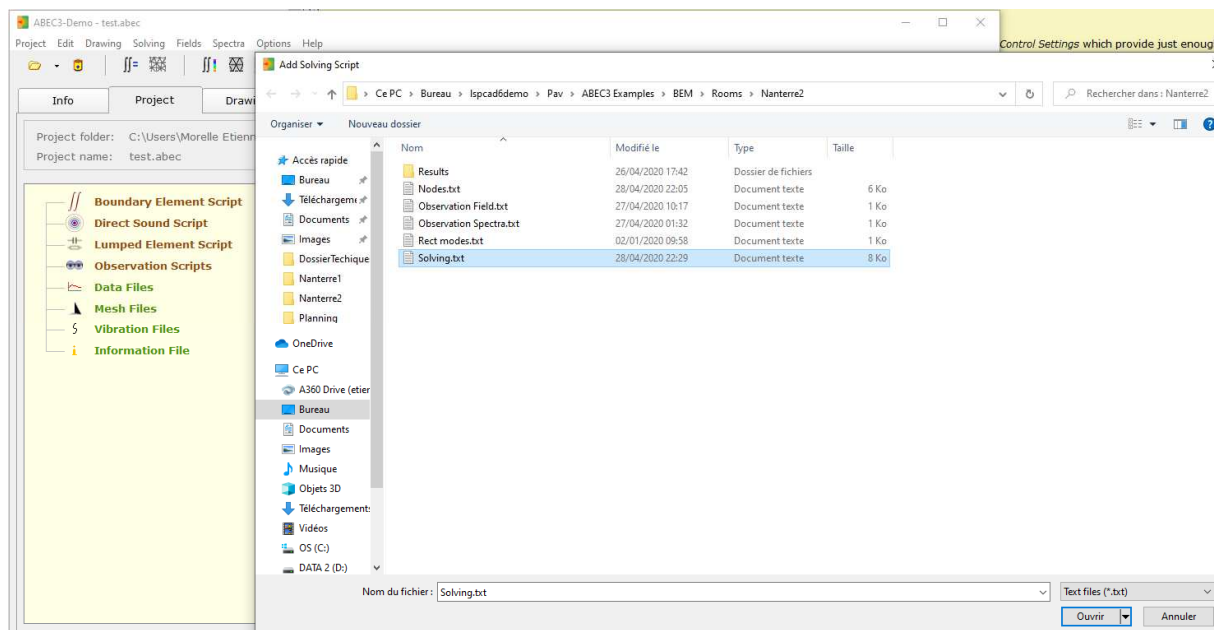


Il ne vous reste plus qu'à définir le nom de votre nouveau projet et l'enregistrer.

Ensuite pour définir le projet en lui-même, il faut aller dans **l'onglet project**



Clic droit sur Boundary Element Script → Add File → et sélectionner « Solving.txt »



Vous remarquerez que les sous fichiers sont dans l'arborescence du projet.

Vous pouvez double cliquer dessus pour ouvrir ces fichiers et les modifier. Une fois sauvegardés et fermés, ils seront rechargés automatiquement. Ceci permet de faire les dernières corrections de la saisie du modèle si nécessaire.

Il faut maintenant définir le script d'observation que nous avons sauvegardé dans « Observation Field.txt »

Clic droit sur Observation Script → Add observation scripts → sélectionner « Observation Field.txt »

Notre définition du projet est terminée, vous pouvez l'enregistrer.

5) Lancement des calculs

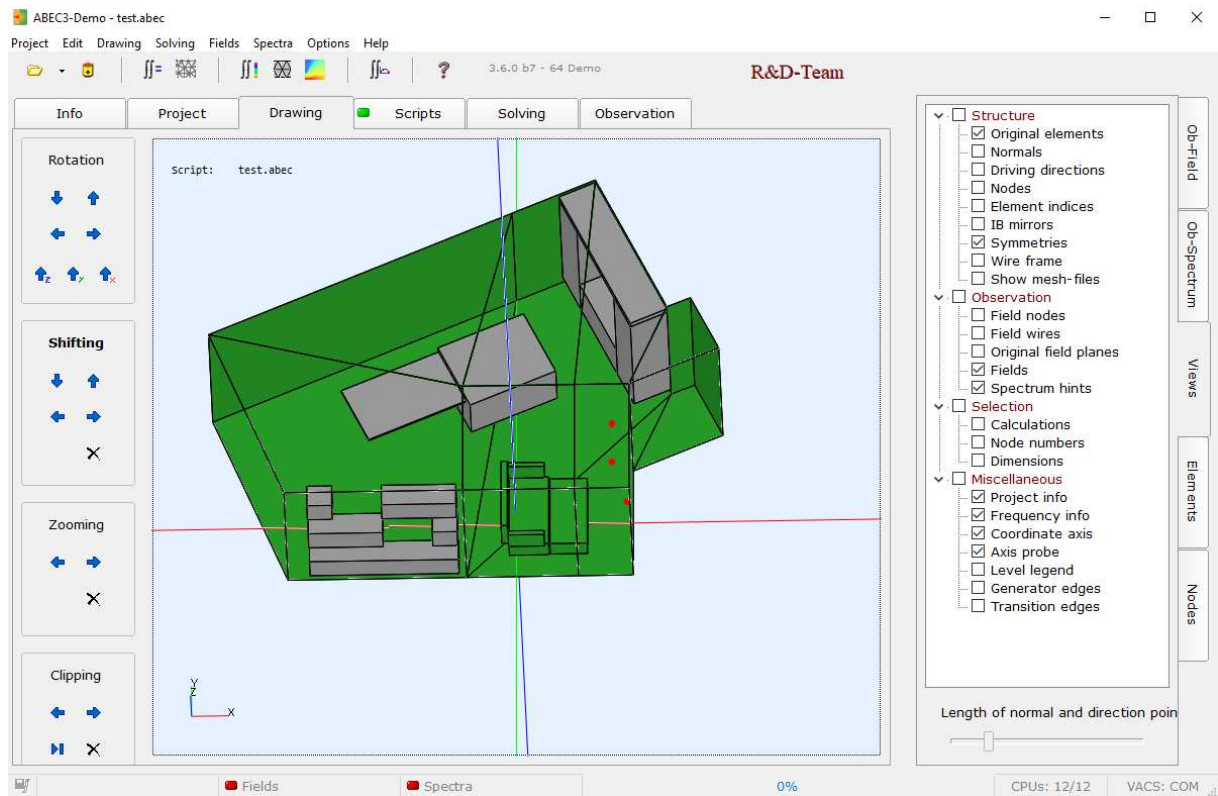
Dans le menu cliquer sur solving → Start solving et patienter car les calculs peuvent être très longs.

Les calculs terminés vous pouvez lancer le calcul des champs représentant la pression acoustique.

Dans le menu cliquer sur Fields → Start calculation et patienter de nouveau.

Vous devez obtenir une représentation graphique des champs de pression en fonction de chaque fréquence.

6) Interface et visualisation



L'onglet drawing vous permet de visualiser le modèle et les champs de pression quand les calculs sont terminés.

Vous pouvez naviguer avec la souris ou avec les boutons sur le côté gauche.

Pour sélectionner les éléments à voir, il suffit de cocher les cases dans l'onglet Views (à droite)

L'onglet Nodes vous permet de sélectionner les points qui seront visibles.

L'onglet Eléments permet de sélectionner les volumes visibles.

Pour avoir la légende des pressions acoustiques, il faut cocher la case Views → Miscellaneous → Level legend

Pour sélectionner la fréquence du champ de pression, allez dans l'onglet Ob-Field