

Altair SimLab Thermique Tutoriel Paramétrage de la simulation



© Entreprise EDA Expert 2024

SimLab Thermique v2023

- 1 -



EDA EXPERT

Qui sommes-nous ?

Fournisseur de solutions pour la conception et la fabrication des systèmes électroniques, EDA Expert a été créée en 2012 et est implantée à Arcueil (94). Fort de leurs expériences dans le monde de l'électronique, une équipe d'experts met à profit leurs compétences pour vous proposer une vision globale de la conception à la fabrication avec un regard neutre sur le marché des logiciels.

En 2022, EDA Expert a formé plus de 270 personnes formées de 85 sociétés différentes !

Nos missions

« La conception et la fabrication d'un système électronique nécessite aujourd'hui du temps, des connaissances théoriques, des compétences techniques et des outils spécifiques. Notre rôle est de vous apporter l'ensemble des éléments dont vous avez spécifiquement besoin pour la réalisation de votre produit et ce, en toute sérénité. »

Victor TRUONG, Président de EDA Expert

Distribution

- Fournisseur exclusif en France d'un ensemble de logiciels dédiés à l'électronique et à l'embarqué.

Formation

- Apporter notre expertise technique
- Transmettre et approfondir les connaissances techniques sur le métier de la conception électronique et sur l'utilisation des outils de CAO
- Certifier IPC CID/CID+
- Formations collectives, sur site ou personnalisées

Accompagnement

- Maintenance et support
- Aide à la prise en main (intégration et projets ponctuels)
- Expertise de la prestation
- Prestations techniques (analyse thermique, analyse DFM, prestation de routage...)

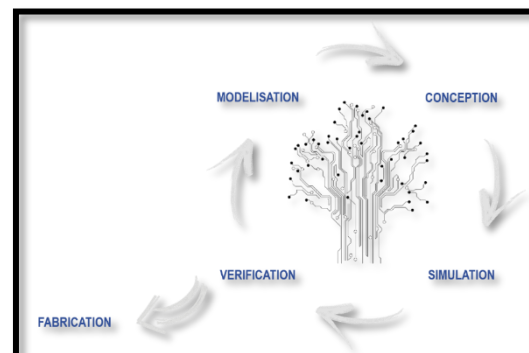


Table des matières

EDA EXPERT	2
Table des illustrations	4
Solver settings.....	5
CFD relaxation factor / Thermal relaxation factor	6
Simulation en sous relaxation : $0 < \omega < 1$	6
Simulation en sur relaxation : $\omega > 1$	6
Thermal convergence tolerance	7
Control thermal convergence tolerance with sensor	7
Fluid material	7
Reference Voltage	7
Ambiant température.....	7
Number of iterations	7
Starting Time	7
Pressure/Velocity/Température équation solver tolérance	7
Restart form existing solution	7
Discretization deviation treshold	8
interval to dump result for steady-state simulations.....	8
Use fast matrix solver for momentum	8
Maximum iterations for equation solvers	8
Maximum acceptable température.....	8
Verbosity level	8
Turbulent Prandtl Number.....	8
Distance to wall limit	8
Viscosity ratio limit	9
Paramétrage du maillage	9
Création du maillage depuis la solution	9
Geometry discretization GL.....	9
Key planes.....	10
Redéfinition du maillage depuis la solution.....	11
Maillage avant la solution.....	12

Table des illustrations

Figure 1 : solver settings	5
Figure 2 : Loi de conservation pour une variable extensive de densité ϕ entraînée à la vitesse V et comportant un terme de production volumique S	5
Figure 3 : Équation de la quantité de mouvement avec ρ la masse volumique, V la vitesse, p la pression et le tenseur de contraintes visqueuses.	5
Figure 4 : équation de bilan de l'énergie avec E l'énergie totale, P le tenseur de contraintes et Q_r le flux de chaleur dû au rayonnement	5
Figure 5 : paramètre du maillage dans la solution	9
Figure 6 : Geometry Discretization	10
Figure 7 : key planes	10
Figure 8 : Analysis Mesh.....	11
Figure 9 : paramètre du maillage	11
Figure 10 : Voxel Mesh	12
Figure 11 : paramètre du Voxel Mesh	12

Solver settings

Le solver settings permet de paramétrer la visualisation des courbes de la simulation ainsi que l'impact du milieu présent dans le projet.

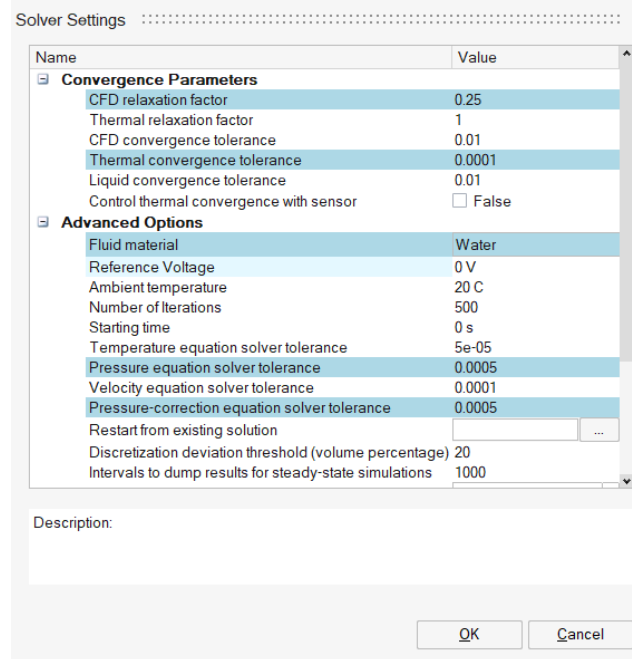


Figure 1 : solver settings

Ce modèle se base sur les équations de Navier Stocks dans l'approche eulérienne.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \nabla \cdot (\phi \vec{V}) = S.$$

Figure 2 : Loi de conservation pour une variable extensive de densité ϕ entraînée à la vitesse V et comportant un terme de production volumique S

$$\frac{\partial(\rho \vec{V})}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{V} \vec{V}) = -\vec{\nabla} p + \vec{\nabla} \cdot \Sigma + \rho \vec{g}$$

Figure 3 : Équation de la quantité de mouvement avec p la masse volumique, V la vitesse, p la pression et Σ le tenseur de contraintes visqueuses.

$$\frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho E \vec{V}) = \vec{\nabla} \cdot (P \cdot \vec{V}) + \rho \vec{g} \cdot \vec{V} + \vec{\nabla} \cdot \vec{q} + \vec{\nabla} \cdot \vec{q}_R$$

Figure 4 : équation de bilan de l'énergie avec E l'énergie totale, P le tenseur de contraintes et Q_r le flux de chaleur dû au rayonnement

CFD relaxation factor / Thermal relaxation factor

Le CFD relaxation factor (ω) est utilisé dans des simulation full CFD (Computational Fluid Dynamics).

Il est utilisé dans la résolution des équations de Navier Stokes par méthode itérative. Cette méthode permet de faire converger la simulation vers le résultat à la solution des équations de Navier Stockes.

La valeur de ce coefficient dépend de la simulation que vous voulez faire :

Simulation en sous relaxation : $0 < \omega < 1$

Objectif : Stabiliser les calculs en réduisant les oscillations et en évitant la divergence des solutions.

Comment ça marche : Utiliser une fraction de la correction calculée à chaque itération, ce qui permet de faire des mises à jour plus douces et progressives des variables.

Avantages :

- Améliore la stabilité des calculs, surtout dans les problèmes numériquement instables ou lorsque les gradients de variables sont importants.
- Aide à éviter les oscillations ou les comportements divergents dans les premières.

Inconvénients :

- Peut ralentir la convergence des calculs, nécessitant plus d'itérations pour atteindre une solution convergente.

Valeur conseillée :

- CFD : 0.2 à 1 | Thermal : 0.3 à 0.9

Simulation en sur relaxation : $\omega > 1$

Objectif : Accélérer la convergence des calculs en augmentant l'impact de la correction calculée à chaque itération.

Comment ça marche : Utiliser une valeur de correction supérieure à celle calculée, ce qui force une mise à jour plus rapide des variables.

Avantages :

- Peut réduire le nombre d'itérations nécessaires pour atteindre la convergence, accélérant ainsi les calculs.

Inconvénients :

- Peut déstabiliser les calculs si la sur-relaxation est trop forte, entraînant des oscillations ou une divergence des solutions.

Valeurs conseillées :

- CFD : 1 à 1.5 | Thermal : 1 à 1.3

Thermal convergence tolerance

Définis la tolérance minimum entre 2 mesures consécutives. Si la différence de température entre ces 2 valeurs est inférieure à la tolérance, la simulation n'ira pas plus loin. Diminuer cette valeur augmente le temps de simulation et le nombre de point dans la simulation.

Control thermal convergence tolerance with sensor

Permet d'appliquer la tolérance de température au capteur placé sur le PCB avec l'outil Smart Object.

Fluid material

Ce paramètre sert à définir dans quel fluide est immergé votre système pour les simulations full CFD, le changement de celui-ci aura un impact plus ou moins fort sur la répartition de la chaleur dans le fluide

Reference Voltage

Permet de définir la tension de référence.

Ambiant température

Offset de la température, l'augmenter augmentera proportionnellement l'échelle de température de la simulation.

Number of iterations

Permet de définir le nombre d'itération de l'algorithme de résolution des équations de Navier Stokes. Plus cette valeur est grande plus le résultat est précis

Nb : Ce nombre ne sera pas forcément atteint en fonction des valeurs que vous avez mis dans « Pressure/Velocity/Température équation solver tolérance ».

Nb2 : Mettre un nombre trop grand pour cette valeur peut rendre la simulation très longue

Starting Time

Permet de définir l'origine du repère dans une simulation temporelle.

Pressure/Velocity/Température équation solver tolérance

Cette valeur est le degré de tolérance pour laquelle la simulation va continuer de calculer les différentes valeurs de la grandeur étudié. Si la différence entre l'itération actuelle et l'itération suivante est inférieur à la tolérance, alors la simulation ne va pas plus loin.

Restart form existing solution

Ce paramètre permet de lancer la simulation d'un ancien projet créer auparavant.

Discretization deviation treshold

Seuil de reconnaissance d'un objet en fonction de son pourcentage volumique maillé. Si un objet que vous avez maillé dépasse cette valeur, l'objet ne sera pas pris en compte dans la simulation.

interval to dump result for steady-state simulations

Définition de la période d'écriture des résultats de la simulation dans le fichier de sortie. Ce paramètre permet de gérer l'optimisation de la mémoire RAM afin de l'écrire sur le disque dur du PC.

Si on choisit d'augmenter cette valeur on diminue le nombre d'écriture de la RAM vers le disque dur ce qui diminue le temps de simulation mais augmente le nombre de donnée stockée dans la RAM par unité de période.

A l'inverse diminuer ce paramètre va augmenter le nombre d'écriture de la RAM vers le disque dur ce qui va diminuer les données stockées dans la RAM par unité de période mais augmenté le temps de simulation.

Use fast matrix solver for momentum

Ce paramètre permet d'accélérer la simulation cependant cela a un impact sur la stabilité et la précision de la simulation. Dans la plupart des cas il est mieux de l'activer.

Maximum iterations for equation solvers

Définis le nombre maximum d'itération possible pour une simulation

Maximum acceptable temperature

Définis la température maximale acceptable dans une simulation, si la température dépasse cette valeur alors la simulation se stop.

Verbosity level

Quantité d'information traité par la simulation. C'est un entier entre 1 et 4 qui permet d'afficher des informations précises sur la simulation.

Turbulent Prandtl Number

La formule de ce coefficient est la suivante $P = \frac{\alpha}{\mu}$

Avec μ la viscosité turbulente et α la diffusivité thermique turbulente.

Augmenter ce paramètre diminuera la diffusion de la chaleur par apport à la quantité de mouvement.

Distance to wall limit

Ce paramètre permet de définir la distance entre la paroi et le maillage du fluide, augmenter ce paramètre va augmenter la finesse du maillage mais rallongera le temps de simulation.

Viscosity ratio limit

Permet de contrôler la variation de la viscosité turbulente près des parois solides.

Paramétrage du maillage

Le maillage est un élément important de la simulation, c'est lui qui va définir le temps que va mettre la majorité de la simulation à s'exécuter ainsi que la précision de la simulation.

Pour définir le maillage il y'a 2 possibilité : lancer une simulation ou alors utiliser l'outil Vox Mesh.

Création du maillage depuis la solution

Lorsque vous cliquez sur update dans une simulation, cela créera directement un maillage. Les paramètres du maillage peuvent être retrouvé dans la solution.

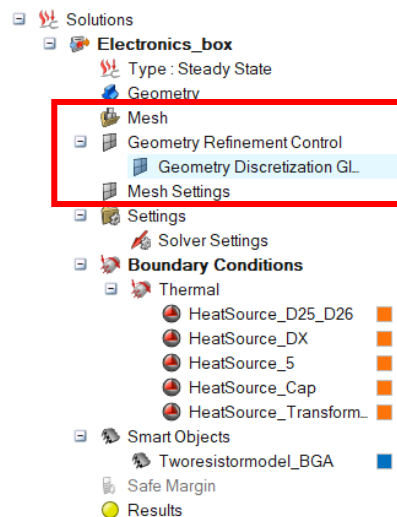


Figure 5 : paramètre du maillage dans la solution

Geometry discretization GL

Cet outil décrit la résolution du maillage

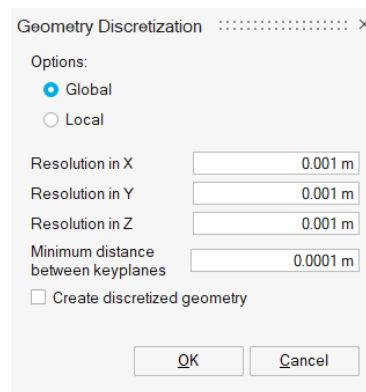


Figure 6 : Geometry Discretization

En changeant la résolution des mailles sur différentes coordonnées vous changez leur forme et leurs tailles. Plus ces valeurs sont petites, plus la simulation est précise et prend du temps. Cliquer sur « Create discretized geometry » créera un nouveau maillage, sinon cela mettra à jour celui actuel.

Key planes

Les key planes sont des plans dans le maillage qui ont des mailles plus fines que le reste du modèle maillé.

Ils servent à définir quels sont les zones les plus fines du modèle 3D afin d'appliquer un maillage plus fin dans ces zones pour de ne pas perdre l'information à ces endroits-là.

Cela permet de ne pas redéfinir l'entièreté du maillage de manière à ce qu'il soit plus fin car cela influe lourdement sur le temps de simulation.

Sur Simlab la taille des mailles dans les key planes est géré automatiquement, cependant vous devez définir la distance entre les key planes de manière à ne pas surcharger le maillage.

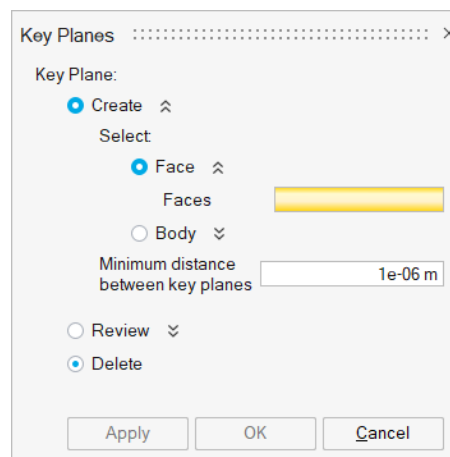


Figure 7 : key planes

Si vous mettez une distance entre les key planes pas assez faibles, il est possible que le montant de maille crée dans ces key planes soit trop important pour votre PC, ce qui peut le faire crasher.

A l'inverse mettre une distance trop faible entre les key planes peut diminuer la précision de la simulation.

Redéfinition du maillage depuis la solution

Vous pouvez redéfinir le maillage de la solution depuis l'outil Analysis Mesh



Figure 8 : Analysis Mesh

Cet outil demande de rentrer les différents paramètres du maillage puis de cliquer sur Display EFLO Mesh pour le créer.

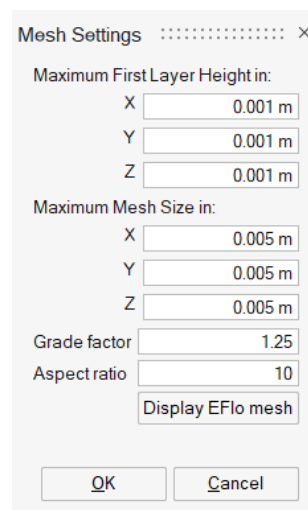


Figure 9 : paramètre du maillage

« Maximum First layer Height in » permet de gérer les dimensions des mailles de la première couche de maillage près des surfaces.

”Maximum Mesh Size in” permet de gérer les dimensions des mailles loin des surfaces, dans le domaine.

Le « Grade factor » permet de gérer la transition de maillage entre le maillage de base et le maillage des key planes, plus ce paramètre est grand, plus la transition est abrupte.

« Aspect ratio » est le ratio entre la plus grande dimension d’une maille et la plus petite. Permet de définir la forme de la maille.

Maillage avant la solution

Vous pouvez créer un maillage avant la création d’une solution avec l’outil Voxel Mesh

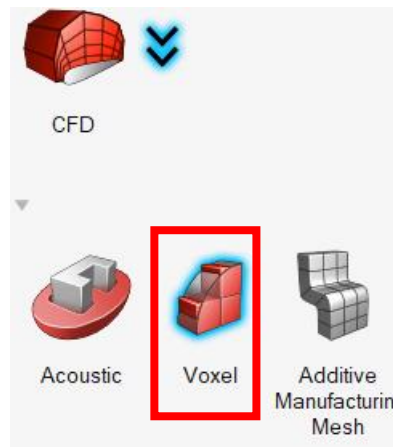


Figure 10 : Voxel Mesh

Cela permet de définir vous-même les dimensions des mailles de votre systèmes.

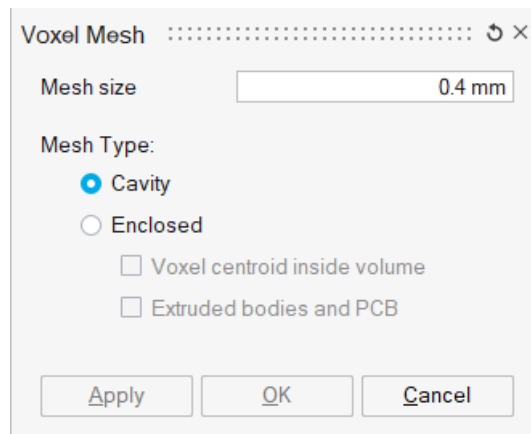
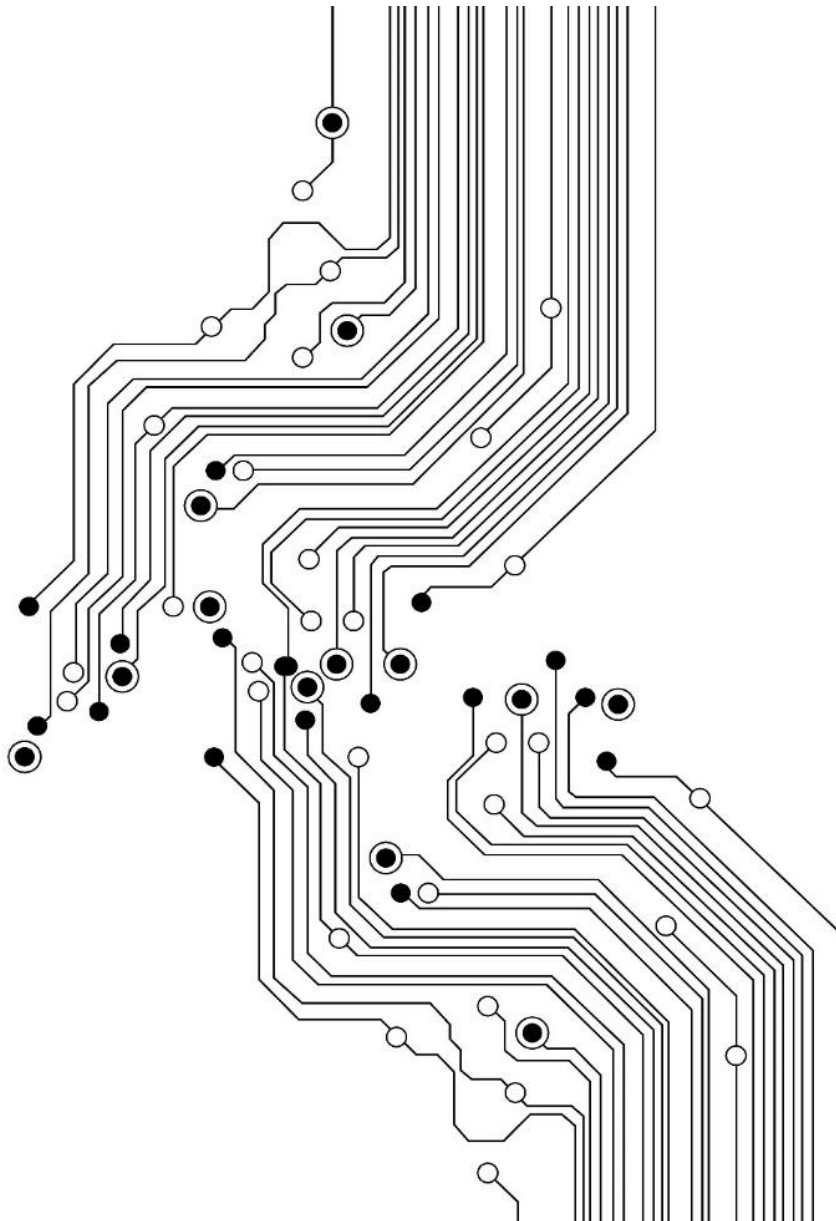


Figure 11 : paramètre du Voxel Mesh

Vous devez définir la taille des mailles cubiques qui compose votre maillage ainsi que le type de maillage, si votre modèle 3D comporte des cavités, sélectionnez « Cavity » sinon sélectionnez « Enclosed », cela ignorera les cavités.



EDA Expert

1 Avenue Paul Vaillant Couturier

94110 Arcueil, France

Tel : +33 (0) 1 58 07 00 79

Email : contact@eda-expert.com