

```
10 BASE = 32768 + 32
20 READ BYTE
30 IF BYTE = -1 THEN BASE = BASE -1 : GOTO 999
40 POKE BASE, BYTE
50 BASE = BASE + 1
60 GOTO 20
999 IF BASE = (50 + 32768) THEN SYS(32768 + 32) : END
1000 DATA 120
1010 DATA 169, 128
1020 DATA 141, 21, 3
1030 DATA 169, 31
1040 DATA 141, 28, 3
1050 DATA 88
1060 DATA 96
1070 DATA 238, 32, 208
1080 DATA 76, 49, 234
1090 DATA -1
```

Guide des bonnes pratiques du

# DÉPLOIEMENT DE LA SIMULATION EN TEMPS RÉEL DANS L'ENSEMBLE DE L'ENTREPRISE

5 mesures utiles pour tirer le meilleur parti de votre processus de conception

# 5 ÉTAPES POUR DÉPLOYER UNE SIMULATION EN TEMPS RÉEL DANS L'ENSEMBLE DE L'ENTREPRISE

En incorporant la simulation au processus de conception de produit, les ingénieurs peuvent améliorer leur rendement. La combinaison de la conception et de l'analyse permet de réduire le nombre d'itérations et de boucles et de mettre plus rapidement votre produit sur le marché.

Pour maximiser les avantages de la simulation en temps réel, les organisations de développement de produits ont intérêt à déployer ces outils dans l'ensemble de l'entreprise. Ce déploiement comprend la formation, l'adaptation de votre infrastructure, l'implémentation de normes et l'établissement de processus.

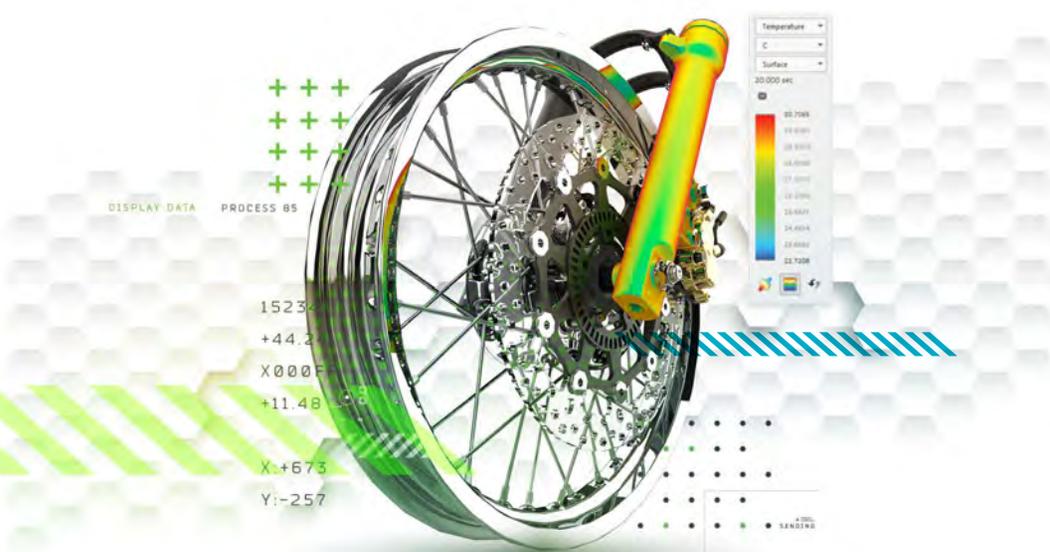
Penchons-nous sur les cinq étapes qui permettent non seulement de valider la conformité de vos produits aux exigences de conception, mais aussi de les optimiser en termes de poids, de résistance et de tout autre critère. La combinaison de la conception et de la simulation offre un avantage concurrentiel sur le marché.



## À propos de l'auteur

Dave Martin est ancien formateur et consultant Creo, Windchill et Mathcad. Après son départ de PTC, il est devenu le spécialiste Creo pour Amazon. Il a également travaillé en tant qu'ingénieur mécanicien, administrateur Creo et administrateur Windchill pour Amazon Prime Air et Blue Origin. Il détient un diplôme en génie mécanique du MIT.

Martin est l'auteur des ouvrages Design Intent in Creo Parametric et Top Down Design in Creo Parametric, tous deux disponibles chez [www.amazon.com](http://www.amazon.com). Il est joignable à l'adresse [dmartin@creowindchill.com](mailto:dmartin@creowindchill.com).



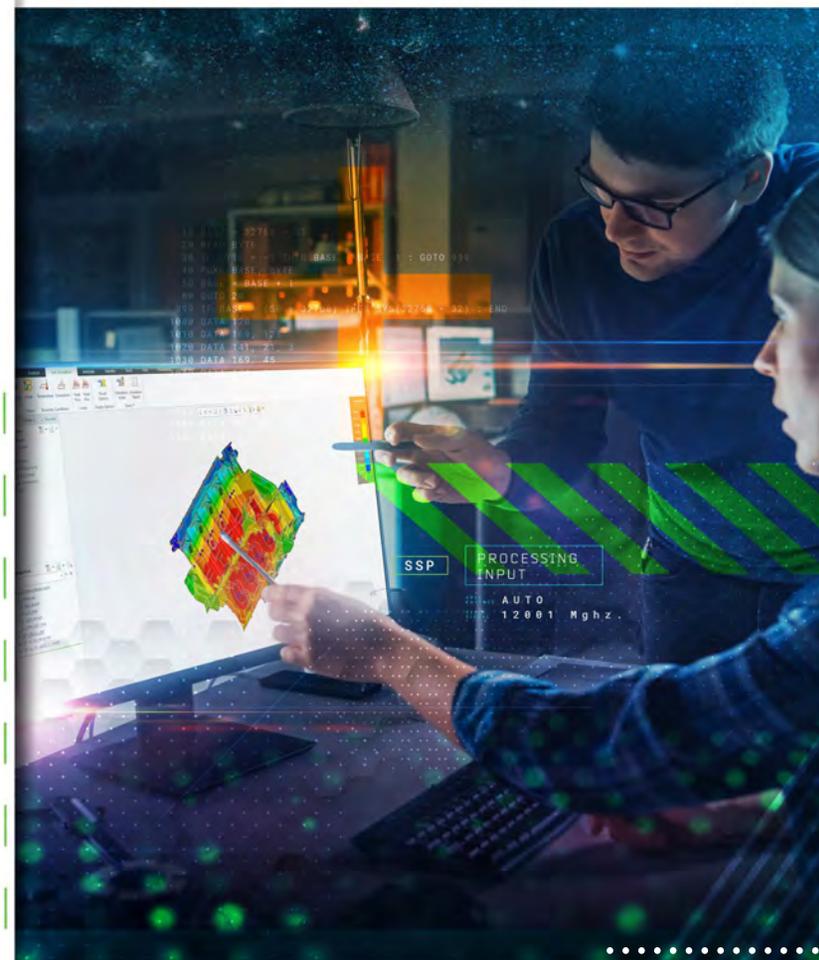
## COMMENCEZ PAR UNE TÂCHE SIMPLE

Pour les personnes qui n'ont pas d'expérience en matière d'analyse par éléments finis (FEA), la simulation peut paraître intimidante. Commencez donc par des tâches simples comme des analyses modales.

Il suffit de quelques minutes pour enseigner comment effectuer une analyse modale. Je l'ai fait dans le contexte d'Amazon, et après moins d'une heure de formation, tous les membres de mon équipe de conception étaient déjà en mesure de créer et d'exécuter des analyses en mode contraint et en mode libre.

Les analyses modales constituent un excellent point de départ pour permettre aux concepteurs de se familiariser avec le processus de simulation. Une fois qu'ils sont à l'aise avec ces tâches, il est beaucoup plus simple d'apprendre à effectuer des analyses structurelles et thermiques.

Les analyses modales permettent de déterminer les fréquences naturelles et les formes modales d'un objet. Cela permet d'éviter les fréquences de résonance de l'environnement d'exploitation (comme les moteurs) et de déterminer où il pourrait s'avérer nécessaire de renforcer la structure. Elles permettent d'évaluer la rigidité relative d'un modèle et peuvent être utilisées comme critère pour faire un choix entre plusieurs alternatives de conception.



## FORMATEZ LES RÉSULTATS STRUCTURELS AFIN DE FAVORISER UNE COMMUNICATION CLAIRE

Avant de lancer une simulation, nous connaissons généralement les limites structurelles de notre matériau et un facteur ou une marge de sécurité souhaités. Ces valeurs permettent de calculer les contraintes maximales autorisées pour vos modèles.

Pour afficher les résultats des contraintes, modifiez le format de la légende de manière à utiliser cette contrainte maximale autorisée comme valeur de crête.

**Pourquoi est-ce important ? Cela permet à TOUT LE MONDE de comprendre facilement vos résultats.**

Ils se présentent sous la forme d'un tracé facile à comprendre qui montre clairement les modes de défaillance du modèle. Ils permettent à chacun, et en particulier aux personnels non techniques, de comprendre vos résultats.

Si vous ne pouvez pas communiquer clairement vos conclusions, la qualité de votre analyse n'a que peu d'importance. Pour convaincre les personnes concernées de prendre les bonnes décisions, faites en sorte qu'elles puissent facilement comprendre vos résultats.



L'analyse structurelle vous permet de calculer les contraintes et les déplacements d'un objet soumis à des charges et à des forces. Elle aide à déterminer si un objet survivra à son environnement d'exploitation, ou si la charge provoquera une déformation ou une défaillance permanente.

DEMANDER UNE DÉMONSTRATION →

# COMPLÉTEZ LES ANALYSES THERMIQUES GRÂCE À DES TESTS

La simulation ne se substitue pas aux tests. La simulation renforce les tests et vice-versa. Cet aspect est particulièrement important pour l'analyse thermique.

Nous calculons souvent les charges thermiques à partir de la puissance de sortie de nos composants. Cependant, les conditions aux limites dérivées des conditions de convection dépendent d'un coefficient estimé de transfert de chaleur.

De nombreux facteurs influent sur les coefficients de convection, dont le matériau, la rugosité de surface, et la source du fluide déplacé.

Débutez l'analyse par une estimation de la pire hypothèse. Supposez un coefficient de convection plus faible lorsque le fluide refroidit votre objet, et un coefficient plus élevé lorsque le fluide le réchauffe. Ainsi, vos températures estimées seront plus élevées que les températures attendues, ce qui préserve une marge de sécurité.

Une fois les tests effectués, comparez les températures réelles à vos prévisions afin d'affiner les valeurs du coefficient de convection. Vos simulations ultérieures gagneront ainsi en exactitude.



L'analyse thermique vous aide à déterminer la température et le flux thermique résultant de la conduction et de la convection. La conduction correspond à un transfert de chaleur entre deux objets en contact l'un avec l'autre. La convection correspond à un transfert depuis ou vers un objet de la chaleur produite par un fluide (liquide ou gaz) qui s'écoule sur l'objet.

# ADOPTÉZ LA MÉCANIQUE DES FLUIDES NUMÉRIQUE

La mécanique des fluides numérique (CFD) permet d'analyser les effets couplés des flux de fluides et des champs thermiques. En incorporant la CFD à votre processus de conception, vous pouvez optimiser votre conception en prenant en compte ces interactions complexes.

Voici quelques exemples.

Composants électroniques dans des boîtiers. La CFD permet de positionner les composants et les orifices d'aération en entrée/sortie pour un refroidissement optimal.

Systèmes de tuyauterie routée avec pompes, turbines et vannes. La CFD identifie et contribue à éliminer les flux turbulents.

Voilures. La CFD permet de visualiser les différentiels de pression et le décollement de tourbillons en temps réel lorsque vous apportez des modifications.

En temps normal, la CFD nécessite des logiciels complexes et doit être pratiquée par un expert. Creo Simulation Live change la donne. Les ingénieurs d'études peuvent désormais configurer et exécuter des simulations CFD avec une formation et des connaissances minimales.

La CSL met également à profit l'unité de traitement graphique de votre ordinateur, ce qui permet d'obtenir des résultats en quelques secondes au lieu de plusieurs heures, jours ou semaines, comme c'est le cas avec les processus d'exportation et d'analyse traditionnels.



La mécanique des fluides numérique est une méthode numérique de calcul des flux internes et externes de fluides à l'intérieur ou autour d'un objet, afin de mesurer la vitesse, la pression et la température sur un domaine temporel.

[DEMANDER UNE DÉMONSTRATION →](#)

# DISPENSEZ UNE FORMATION DE BASE ET ÉTABLISSEZ DES NORMES

Dans chaque entreprise où j'ai travaillé, les ingénieurs d'études étaient beaucoup plus nombreux que les analystes. Qui plus est, tous les analystes que j'ai connus étaient en retard sur leur travail.

Pour cette raison, les ingénieurs d'études ne tiraient aucun avantage de la simulation dans leur travail quotidien.

Grâce à la simulation en temps réel, les ingénieurs d'études effectuent leurs propres simulations, ce qui permet aux analystes de se concentrer sur les problèmes complexes qui nécessitent vraiment leur expertise.

Pour tirer le maximum de la simulation en temps réel, formez vos concepteurs et vos ingénieurs d'études aux bases de l'analyse structurelle, thermique, modale et de fluides.

## ÉTABLISSEZ ENSUITE DES NORMES CONCERNANT

- > les analyses que vos ingénieurs peuvent et doivent effectuer eux-mêmes ;
- > quand et comment ils doivent demander de l'aide ;
- > les formats de préparation des résultats et des rapports.



Grâce à la formation et aux normes, vos concepteurs disposeront de directives claires concernant l'utilisation de la simulation en temps réel pour améliorer les processus dans l'ensemble de l'entreprise.

## ASTUCE BONUS : UTILISEZ LA SIMULATION POUR EXPLORER UN PLUS GRAND NOMBRE DE CONCEPTIONS

Lorsque je travaillais chez Amazon, j'avais une affection toute particulière pour la citation suivante de Jeff Bezos : « Si vous doublez le nombre d'expériences que vous effectuez chaque année, vous doublerez votre inventivité. » En matière de conception de produits, vous pouvez augmenter le nombre d'expériences que vous effectuez en incorporant Design Exploration (un outil disponible dans Creo) et la simulation en temps réel.

Dans Design Exploration, vous créez des branches correspondant à des alternatives de conception. Cela permet d'éliminer l'enregistrement des modèles sous différents noms de fichier, et ainsi de les étudier et de les évaluer plus facilement. Cela facilite également les revues de conception en permettant aux ingénieurs de partager ces alternatives avec leurs pairs.

Si vous y ajoutez la simulation en temps réel, lorsque les concepteurs alternent les différentes branches, les résultats de la simulation en temps réel se mettent immédiatement à jour. Cela permet d'obtenir un retour d'information immédiat concernant la qualité des différents choix.

Lorsque vous utilisez la simulation en temps réel avec Design Exploration, vous pouvez expérimenter davantage, obtenir une qualité plus élevée, produire des conceptions plus innovantes et trouver plus rapidement la meilleure solution.





## DES QUESTIONS ?

Notre équipe peut vous fournir les informations nécessaires pour mieux gérer votre processus de simulation et des outils pour mieux concevoir grâce aux solutions PTC.

Pour obtenir plus d'informations :

[CONTACTER PTC →](#)

Demandez-nous plus d'informations sur  
Creo Simulation Live et nous vous en  
offrirons une démonstration

© 2020, PTC Inc. Tous droits réservés. Les informations contenues dans le présent document sont fournies à titre d'information uniquement, sont susceptibles d'être modifiées sans préavis et ne sauraient en aucun cas tenir lieu de garantie, d'engagement, de condition ou d'offre de la part de PTC. PTC, le logo PTC, ainsi que tous les logos et noms de produit PTC, sont des marques commerciales ou des marques déposées de PTC et/ou de ses filiales aux États-Unis d'Amérique et dans d'autres pays. Tous les autres noms de produits ou d'entreprises sont la propriété de leurs détenteurs respectifs.

36777\_CSL\_ebook\_1020-fr