

# Développer des produits mécatroniques avec le Digital Prototyping

Par Keith Perrin

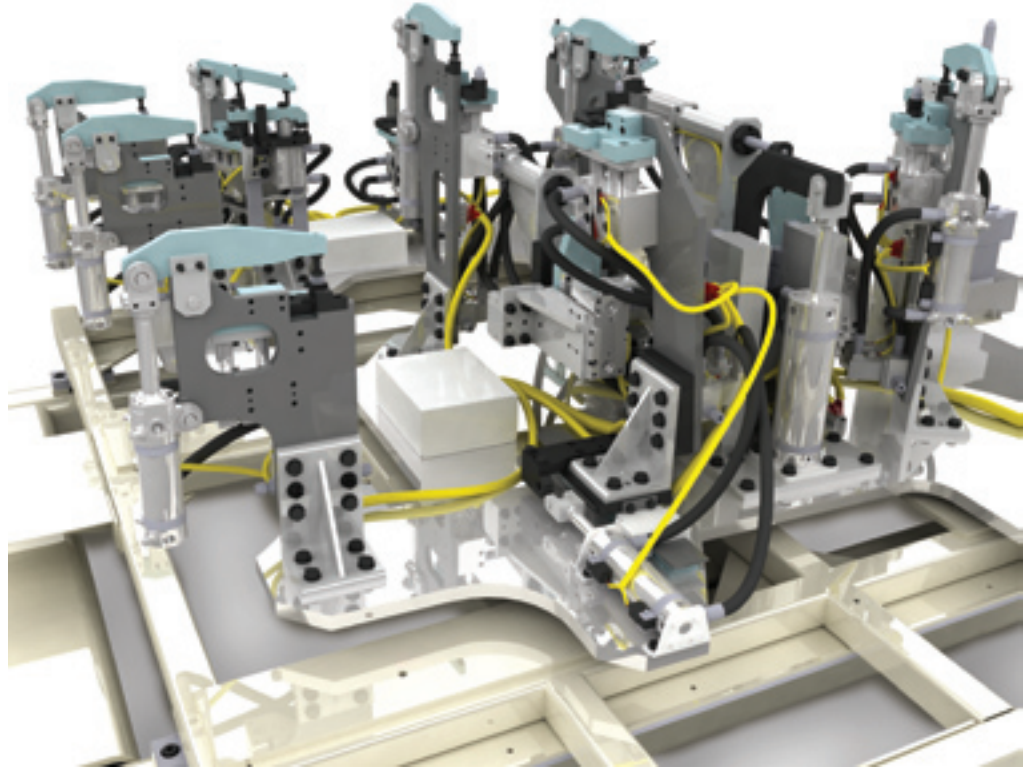


Image publiée avec l'aimable autorisation de la société ASKA

## Sommaire

Résumé.....	1
Présentation.....	1
Défis de l'adoption de la mécatronique .....	2
Éléments clés d'une solution mécatronique .....	3
Pilotage du développement de produits mécatroniques avec le Digital Prototyping.....	4
Approche Autodesk du Digital Prototyping .....	5
En savoir plus.....	6

## Résumé

Les entreprises d'aujourd'hui utilisent une approche mécatronique pour intégrer des composants électroniques, mécaniques et logiciels de plus en plus complexes. Le Digital Prototyping permet aux équipes d'ingénierie de travailler à partir d'un seul et même modèle numérique ; elles gagnent ainsi du temps et réduisent le risque d'erreurs sur l'ensemble du processus de conception. La solution Autodesk de Digital Prototyping a été conçue pour bénéficier de tous les avantages du développement de produits mécatroniques.

## Présentation

### Une nouvelle approche nécessaire

Les entreprises font face à une pression constante pour développer sans cesse de nouveaux produits toujours plus innovants. Selon une étude récente, réalisée auprès de plusieurs directeurs généraux, deux tiers des cadres pensent que l'innovation est vitale pour l'avenir de leur entreprise.<sup>1</sup> Leur préoccupation est compréhensible : d'après une estimation, les produits qui génèrent près de 70 % des revenus aujourd'hui seront obsolètes d'ici à 2010.<sup>2</sup>

Pour répondre à ce besoin d'innovation, les concepteurs ont accéléré l'adoption de l'électronique. D'après plusieurs études, 92 % des entreprises intègrent désormais des éléments électroniques à leurs produits.<sup>3</sup>

Le secteur de l'automobile illustre parfaitement ce phénomène : tandis que la part du coût d'une automobile attribuable aux systèmes électroniques a augmenté d'en moyenne 8,3 % chaque année au cours des huit dernières années, la part attribuée aux systèmes mécaniques a diminué d'en moyenne 3,2 %.<sup>4</sup> Ces tendances sont globalement identiques dans tous les secteurs.

1 Accenture, "Good Ideas Are Not Enough: Adding Execution Muscle to Innovation Engines," 2005.

2 Deloitte, "Mastering Innovation: Exploiting Ideas for Profitable Growth," 2005.

3 Aberdeen Group, "The Mechatronics System Design Benchmark Report," August 2006.

4 Accenture, "Tuning into Tomorrow's Frequencies: How Product Development in Automotive Electronics Drives High Performance," 2006.

À mesure que les entreprises répondent aux demandes du marché, elles doivent également gérer la difficile synchronisation des éléments mécaniques, électroniques et logiciels dans un système intégré unique. Ce processus oblige à coordonner le plus efficacement possible des équipes d'ingénierie pluridisciplinaires. C'est ici que la mécatronique peut s'avérer particulièrement utile.

Un développement de produits mécatroniques efficace suppose que les trois activités d'ingénierie clés suivantes soient considérées en priorité :

- **Conception et ingénierie pluridisciplinaires.** La mécatronique fait référence à l'intégration de systèmes de commande, de systèmes électriques et de systèmes mécaniques. Un système mécatronique n'est pas simplement le fruit d'un mariage entre des systèmes électriques et mécaniques et est davantage qu'un simple système de commande ; en fait, c'est l'intégration parfaite de tout cela à la fois.<sup>5</sup> Les entreprises les plus performantes sont 3,2 fois plus favorables à attribuer des spécifications de conception aux systèmes.<sup>6</sup>
- **Gestion de la communication et du flux de travail.** L'intégration de systèmes doit être couplée à des améliorations de coordination entre les équipes de chaque discipline, chaque équipe étant chargée de la création de sous-systèmes individuels. Souvent complexe, l'interrelation entre les différents sous-systèmes implique une communication efficace et une propriété claire.<sup>7</sup> Les entreprises les plus performantes sont 2,8 fois plus favorables à communiquer les modifications de conception entre leurs différentes disciplines d'ingénierie.<sup>8</sup>
- **Validation efficace au plus tôt.** Si les entreprises souhaitent développer des systèmes plus économiques, plus fiables et plus souples, elles doivent disposer d'une capacité de validation allant au-delà des frontières classiques de l'ingénierie mécanique, électrique, électronique et de l'ingénierie de commande, au plus tôt lors des premières étapes du processus de conception.<sup>9</sup> Les entreprises les plus performantes sont 7,3 fois plus favorables à valider numériquement le comportement de leurs systèmes.<sup>10</sup>

### L'avantage de la mécatronique

Les entreprises qui appliquent les bonnes pratiques de la mécatronique constatent des avantages significatifs. Les entreprises les plus performantes sont davantage capables d'atteindre leurs objectifs de coûts de développement, de revenu et de qualité des produits, mais aussi de respect des dates de lancement des produits. Elles peuvent également :

- ajouter davantage de fonctionnalités et de fonctions ;
- diminuer la taille, le poids et le coût de leurs produits ;
- améliorer leur efficacité générale ;
- exploiter pleinement les commandes adaptatives et les diagnostics pour améliorer la fiabilité et réduire les coûts de maintenance ;
- personnaliser ou mettre à jour leurs produits en reprogrammant les microprogrammes incorporés.

En outre, la mécatronique atténue les risques et résout les défis classiques de la conception, tels que la lenteur du processus de conception de machines en série, l'insuffisance des communications entre les ingénieurs et les clients, ou encore la dangerosité des tests physiques des machines.<sup>11</sup>

### Freins possibles à l'adoption de la mécatronique

À mesure que les entreprises s'efforcent d'améliorer leurs processus de développement de produits mécatroniques, elles doivent souvent faire face à des défis importants :

Défi	Réponse
Difficulté à trouver et à embaucher des ingénieurs système expérimentés / Connaissances interfonctionnelles insuffisantes	50 %
Identifier en amont des problèmes au niveau des systèmes	45 %
Garantir que le système final respecte toutes les spécifications de conception	40 %
Difficulté à prévoir / modéliser le comportement des produits systèmes jusqu'à la construction de prototypes physiques	32 %
Difficulté à mettre en œuvre une solution de développement de produits intégrée pour toutes les disciplines impliquées dans le développement de produits mécatroniques	28 %
Difficulté à comprendre l'impact d'une modification de conception sur l'ensemble des disciplines <sup>12</sup>	18 %

Source : Aberdeen Group

5 Bolton, William, "Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering," Third Edition. Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 2004.

6 Aberdeen Group, "System Design: New Product Development for Mechatronics," January 2008.

7 Bolton.

8 Aberdeen Group, "System Design: New Product Development for Mechatronics," January 2008.

9 Bolton.

10 Aberdeen Group, "System Design: New Product Development for Mechatronics," January 2008.

11 Mathur, Nipun, "Mechatronics for machine builders – design challenges and solutions," August 21, 2007. [http://www.myfen.com.au/articles/Mechatronics-for-machine-builders-design-challenges-and-solutions\\_271096.htm](http://www.myfen.com.au/articles/Mechatronics-for-machine-builders-design-challenges-and-solutions_271096.htm)

12 Aberdeen Group, "System Design: New Product Development for Mechatronics," January 2008.



Localiser des conflits de conception sur plusieurs disciplines dépend largement de la base de connaissances des personnels eux-mêmes. Pourtant, les entreprises déclarent que le premier défi auquel elles sont confrontées est le manque de connaissances interfonctionnelles. Bien que les problèmes d'embauche puissent effectivement être en partie mis en cause, les entreprises disposent rarement d'outils capables d'intégrer les données de conception de tous les éléments qui constituent un produit. Au final, leurs équipes ne réussissent pas à comprendre l'impact d'une modification de conception sur toutes les disciplines impliquées.

Si les entreprises souhaitent profiter de tous les avantages de la conception mécatronique, elles ont clairement besoin de solutions technologiques qui permettraient à leurs disciplines de conception de collaborer et de communiquer de manière fluide, tout en les aidant aussi à identifier suffisamment tôt les problèmes au niveau des systèmes, à vérifier le respect effectif de toutes les spécifications de conception et à prévoir le comportement du produit final.

## Éléments clés d'une solution mécatronique

Dans l'idéal, une solution mécatronique doit prendre en charge les bonnes pratiques suivantes :

1. Conception et ingénierie pluridisciplinaires
2. Gestion de la communication et du flux de travail
3. Validation efficace au plus tôt

### Conception et ingénierie pluridisciplinaires

Comme dit le proverbe, « si vous ne savez pas où vous voulez aller, vous arriverez toujours ailleurs ». De la même manière, lorsque vous développez des produits, vous devez d'abord savoir ce dont vous avez besoin pour avoir une chance d'obtenir le produit final que vous visez. Définir dans leurs grandes lignes les spécifications d'un produit est généralement la première étape nécessaire pour établir les performances de ce produit. La capacité à convertir ces paramètres clés en objectifs de performances opérationnelles du système et de ses sous-systèmes est souvent ce qui différencie les entreprises les plus performantes des autres.

Nombreuses sont les entreprises qui pensent par ailleurs que mettre en place un seul processus de conception intégré couvrant toutes les disciplines est la meilleure manière de coordonner une conception et une ingénierie pluridisciplinaires, pour que toutes les spécifications du produit soient respectées. Toutefois, les statistiques montrent que tout effort supplémentaire consacré à l'ingénierie de processus l'est finalement en pure perte. Au contraire, les entreprises les plus performantes utilisent des processus de conception distincts selon les disciplines, qui leur permettent d'exploiter pleinement l'expertise de leurs concepteurs dans les domaines qui leur sont propres. Toutefois, ceci implique qu'elles coordonnent et synchronisent rapidement leurs groupes d'ingénierie ; une synchronisation qui est absolument essentielle.

Cette bonne pratique devrait être adoptée par les entreprises qui cherchent à améliorer leurs processus de conception mécatronique. D'un point de vue pratique, elles devront déployer des outils d'ingénierie spécialisés qui permettront à chaque discipline d'exceller, tout en facilitant le partage des informations. Pourtant, cela n'est pas suffisant pour modéliser ces systèmes. Les performances des systèmes dépendent généralement des besoins disparates de l'ingénierie et de la conception en termes de sous-systèmes. En conséquence, la décomposition d'un système en composants premiers doit être faite de manière formelle. Au final, il est essentiel d'établir des processus clairs pour communiquer efficacement les modifications et pour aligner les outils de collaboration et d'ingénierie système qui permettront aux équipes de communiquer efficacement ces modifications.

### Gestion de la communication et du flux de travail

Pour faciliter la coordination et la synchronisation de leurs différents groupes d'ingénierie, les entreprises peuvent rassembler les informations de différentes manières. Une entreprise classique préfère souvent générer la nomenclature d'un produit à partir d'une application de base de données. Toutefois, cette méthode implique non seulement une maintenance et un support dédiés, mais aussi que les informations de conception soient synchronisées manuellement. Or, l'opération peut devenir particulièrement complexe et risquée dans le cas d'une structure comptant plusieurs milliers de pièces.

Les entreprises les plus performantes utilisent des structures spécialisées pour concevoir leurs produits. Plutôt que d'assurer la maintenance d'une volumineuse base de données pour tous les groupes de travail, elles utilisent des bases de données spécifiques à une discipline. Ainsi, chaque groupe gère ses propres données et son propre flux de travail, à un niveau plus local.

Cette approche peut poser problème si les entreprises ne la gèrent pas correctement. Au final, elles doivent trouver l'équilibre le plus juste possible entre la spécialisation nécessaire de chaque discipline d'ingénierie et la garantie que les données qu'elles créent peuvent être facilement rassemblées.

### Témoignages de clients utilisant le Digital Prototyping

Bosch Rexroth Canada

« Autodesk Inventor a permis à Rexroth de passer directement de la conception à la production, sans recourir à de coûteux prototypes ».

—Jim Lambert, technicien certifié en électronique et responsable de l'ingénierie de conception, division opérationnelle Hydraulique, Bosch Rexroth Canada

### Avantages

Avec la solution Autodesk de Digital Prototyping, Bosch Rexroth Canada a réussi à :

- passer de la conception 2D à la conception 3D ;
- décrocher un projet de modernisation, sur cinq ans, des écluses de la route maritime du Saint Laurent ;
- réduire de 46 % le nombre mensuel moyen de non conformités ;
- diminuer de 25 % le nombre d'erreurs de dessin ;
- améliorer de 7 % l'exactitude de ses dessins ;
- réduire de plus de 50 % ses délais de conception ;
- effectuer des modifications 50 % plus rapidement qu'avec la 2D ;
- réduire de 15 à 20 % les coûts liés aux matériaux et à la main-d'œuvre ;
- produire deux fois plus de dessins avec les mêmes personnels.

### Validation efficace au plus tôt

Tout le monde est d'accord avec l'idée que les problèmes d'intégration doivent être résolus avant d'engager des moyens dans l'outillage et l'accélération de la fabrication. Les entreprises les plus performantes résolvent les problèmes d'intégration au plus tôt dans le processus de développement des produits, en conservant cette priorité jusqu'aux contrôles et aux tests finaux.

En centrant leurs efforts sur la validation, la simulation et la vérification au plus tôt dans le processus de développement, elles évitent ensuite les coûts et les risques de retards liés aux problèmes d'intégration non réglés. Pour ce faire, les entreprises doivent d'abord rassembler toutes sortes d'informations de conception et d'ingénierie, en vue de les vérifier. L'objectif est de synchroniser les efforts d'équipes plus importantes dans des opérations de révision de conception uniques, où toutes les informations pertinentes sont disponibles en même temps. C'est l'un des avantages du Digital Prototyping, parmi de nombreux autres.

## Pilotage du développement de produits mécatroniques avec le Digital Prototyping

Plutôt que d'essayer d'intégrer des informations provenant de systèmes d'ingénierie déconnectés les uns des autres, les entreprises peuvent gagner un temps précieux en permettant à toutes leurs équipes de travailler sur un seul et même modèle numérique. Aujourd'hui, les entreprises les plus performantes améliorent le prototypage physique classique en construisant de plus en plus de prototypes numériques. En assurant le suivi des résultats des tests des prototypes physiques et numériques et en comparant ces résultats, elles comprennent mieux leurs produits et les environnements dans lesquels elles opèrent, améliorant ainsi la qualité générale de ces produits.

### Comment le Digital Prototyping peut-il améliorer la fabrication ?

D'après des études récentes, les entreprises les plus performantes qui utilisent le Digital Prototyping devancent leurs concurrents en :

- construisant moitié moins de prototypes physiques ;
- commercialisant leurs produits 58 jours plus rapidement ;
- réduisant de 48 % les coûts de prototypage ;
- libérant du temps et des ressources au profit de l'innovation.<sup>13</sup>

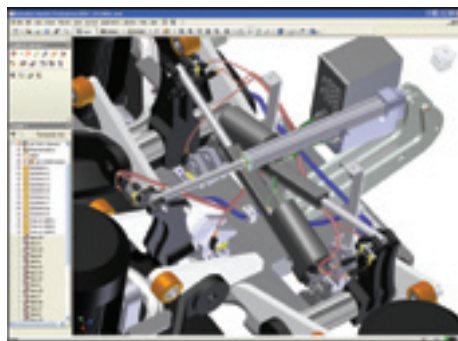
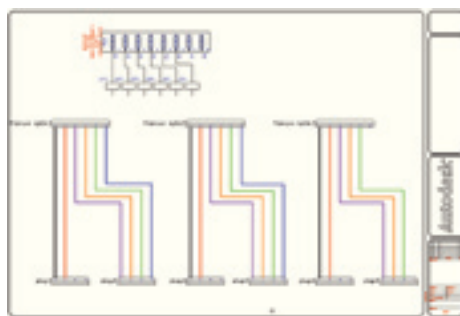
### Proposition de plan d'action pour une mécatronique d'excellence

Bien que les entreprises acceptent depuis de nombreuses années les avantages du Digital Prototyping, la capacité de construire et de tester un vrai prototype numérique est restée hors de la portée financière de la plupart. Ces dernières années, les éditeurs ont proposé des solutions plus simples à utiliser, mais également plus accessibles, évolutives et rentables.

Aberdeen Group a identifié quatre capacités clés nécessaires à un développement de produits mécatroniques performant :

- implémenter des processus pour dépasser le manque de connaissances interfonctionnelles et encourager l'amélioration de la communication ;
- utiliser la simulation pour identifier les problèmes au niveau des systèmes suffisamment tôt dans le processus de conception ;
- gérer les spécifications de conception sur l'ensemble du cycle de vie de la conception ;
- accélérer la conception des systèmes de commandes avec des outils logiciels et des simulations automatisés.<sup>14</sup>

Pour toutes ces raisons, les entreprises devraient rechercher une suite d'ingénierie intégrée qui leur permette de mettre en œuvre un flux de travail de Digital Prototyping.



### Témoignages de clients utilisant le Digital Prototyping

HTC Sweden

« Choisir les solutions Autodesk est le fruit de notre culture d'entreprise, particulièrement intéressée par le tout numérique ».

—Karl Thysell, chef du développement produits, HTC Sweden

### Avantages

Avec la solution Autodesk de Digital Prototyping, HTC a réussi à :

- atteindre un taux de croissance annuel de 200 %, avec un chiffre d'affaires qui est passé de 7,5 millions d'USD à 56 millions en six ans ;
- réduire de 5 à 1 le nombre de prototypes physiques ;
- intégrer Vault à son système de gestion des ressources d'entreprise (ERP) pour connecter les fournisseurs dans une chaîne d'approvisionnement en ligne rationnelle.



Image publiée avec l'aimable autorisation de HTC Sweden

<sup>13</sup> Aberdeen Group, "The Transition from 2D Drafting to 3D Modeling Benchmark Report," September 2006.

<sup>14</sup> Aberdeen Group, "System Design: New Product Development for Mechatronics," January 2008.

## La solution Autodesk de Digital Prototyping

La solution Autodesk de Digital Prototyping aide les entreprises à profiter de tous les avantages de la mécatronique, en leur permettant de créer rapidement et de gérer facilement un modèle numérique unique. Ce modèle connecte les équipes de conception mécanique et électrique les unes aux autres, en rassemblant les données de conception de toutes les phases du développement et en les rendant utilisables par toutes les disciplines impliquées. Le modèle numérique étant capable de simuler le produit complet, les ingénieurs sont mieux à même de visualiser, optimiser et gérer plus efficacement leur conception avant de construire un prototype physique.

À mesure que les équipes d'ingénierie travaillent sur le prototype numérique, les outils de gestion des données conçus par Autodesk intègrent les composants électriques et mécaniques dans une seule et même nomenclature. En utilisant des informations mécaniques et électriques étroitement intégrées, les équipes créent plus rapidement des conceptions mécatroniques 2D et 3D, en accélérant la commercialisation de leurs produits.

La solution Autodesk de Digital Prototyping répond directement aux principaux obstacles de la conception mécatronique, en facilitant la conception et l'ingénierie pluridisciplinaires, en gérant la communication et le flux de travail projet et en validant la conception au plus tôt dans le processus.

### Faciliter la conception et l'ingénierie pluridisciplinaires

Autodesk est le seul à pouvoir proposer des solutions de conception spécifiques à la fois aux groupes de travail d'ingénierie électrique et mécanique. La solution Autodesk de Digital Prototyping inclut des outils de pointe comme AutoCAD® Electrical et AutoCAD® Mechanical, qui travaillent parallèlement au logiciel Autodesk® Inventor® pour prendre en charge des processus de conception mécanique et électrique 2D et 3D intégrés.

Fondement du Digital Prototyping, le logiciel Autodesk Inventor intègre un jeu complet d'outils de conception permettant de produire et documenter des prototypes numériques. Les concepteurs peuvent ainsi simuler le fonctionnement d'une conception en conditions réelles, avant même la fabrication du produit. Le logiciel AutoCAD® Electrical est la version d'AutoCAD® conçue spécialement pour permettre aux concepteurs de créer et modifier des systèmes de commandes électriques rapidement et avec précision, tout en réduisant les coûts.

Plus qu'aucune autre solution, la solution Autodesk de Digital Prototyping garantit l'interopérabilité bidirectionnelle la plus fluide entre les applications de conception mécanique et électrique 2D et 3D. Le logiciel AutoCAD Electrical transfère les informations de conception électrique pour les câbles et les conducteurs directement au logiciel Autodesk Inventor, pour créer automatiquement une conception de faisceaux 3D. Les utilisateurs d'Autodesk Inventor peuvent transmettre des informations de connectivité câblée à AutoCAD Electrical et créer automatiquement les schémas 2D correspondants. L'intégration fluide entre les logiciels AutoCAD Electrical et Autodesk Inventor permet aux utilisateurs de créer plus rapidement des conceptions mécatroniques précises.

### Gestion de la communications et du flux de travail

Alors que les conceptions de produits mécatroniques évoluent et deviennent toujours plus complexes, la famille Autodesk® Vault® d'applications de gestion des données de produit (PDM) protège les concepteurs et les ingénieurs des risques d'écrasements accidentels des données de conception. Les utilisateurs tirent par ailleurs parti de puissants outils pour gagner un temps précieux en copiant et en réutilisant rapidement les données de conception, accélérant ainsi le lancement de nouvelles conceptions.

Les outils Autodesk de gestion des données permettent aux groupes de travail de conception de gérer et de suivre tous les composants de la conception en vue de créer un prototype numérique. Ils optimisent ainsi la réutilisation de leurs données de conception, la gestion des nomenclatures et la collaboration au plus tôt avec les équipes de fabrication et les clients. Pendant que les équipes mécaniques et électriques travaillent en parallèle, les applications de gestion des données Vault stockent et gèrent en toute sécurité les données de conception et les documents liés qui forment le prototype numérique complet.

Autodesk Vault permet également d'automatiser les processus de modification et de validation. Les processus manuels de modification et de validation peuvent retarder les projets de conception et augmenter le risque d'erreurs à l'atelier. Les applications PDM d'Autodesk offrent aux équipes de conception le choix entre des processus standard ou configurables pour la gestion des validations et des demandes de modification de conception, les aidant ainsi à éviter les erreurs coûteuses et les ralentissements de processus.

### Témoignages de clients utilisant le Digital Prototyping

Industrial Microwave

« Vault nous permet de gérer les révisions de nos produits et de compiler des nomenclatures facilement. Nous créons ainsi une passerelle entre les deux outils de CAO que nous utilisons à Industrial Microwave Systems, Inventor et AutoCAD Electrical ».

—Michael Trull, ingénieur-concepteur, Industrial Microwave Systems, LLC

### Avantages

Avec la solution Autodesk de Digital Prototyping, Industrial Microwave a réussi à :

- développer une stratégie mécatronique complète ;
- intégrer les conceptions AutoCAD® Electrical aux modèles Inventor® 3D ;
- utiliser Autodesk® Vault pour partager des données de conception complètes avec l'atelier ;
- simplifier la gestion des validations ;
- combler le fossé de communication entre les différentes disciplines.

### Validation des conceptions au plus tôt et souvent

Autodesk propose les meilleurs outils de simulation intégrés du secteur. Les capacités parfaitement intégrées de calculs, d'analyse des contraintes et de simulation des mouvements permettent aux ingénieurs d'optimiser et de valider un prototype numérique avant la fabrication du produit.

Les outils de simulation dynamique d'Autodesk Inventor aident les ingénieurs à évaluer différentes solutions possibles à un problème de mouvement, leur permettant ainsi de prendre les meilleures décisions de conception et d'éviter les erreurs coûteuses. Il s'agit bien là d'un élément clé du développement de produits mécatroniques, car les analyses dynamiques reposent sur des contraintes réelles, avec la capacité d'intégrer tous les facteurs influençant les mouvements dans un ensemble mécanique.

En adoptant une approche fonctionnelle unique de la conception, la solution Autodesk de Digital Prototyping se concentre sur la fonction du produit et non sur la création d'une géométrie. Ainsi, les ingénieurs sont à même de créer rapidement et facilement des prototypes numériques. Plutôt que de définir des conceptions avec une liste de fonctionnalités de modélisation paramétriques, ils peuvent commencer par saisir leurs impératifs fonctionnels afin que le logiciel crée automatiquement la géométrie. Les ingénieurs mécatroniques peuvent consacrer le temps qu'il passerait habituellement à créer la géométrie à améliorer les performances du produit et à créer plus rapidement des conceptions.

### En savoir plus

La solution Autodesk de Digital Prototyping offre aux entreprises l'avantage de la mécatronique. En utilisant une solution de Digital Prototyping pour développer leurs produits selon une approche mécatronique, les équipes passent moins de temps à se préoccuper de la compatibilité entre les composants électriques et mécaniques et plus de temps à innover. Pour en savoir plus sur ce qui fait d'Autodesk un leader de la mécatronique, visitez le site Web [www.autodesk.fr/beyond3d](http://www.autodesk.fr/beyond3d) dès aujourd'hui.

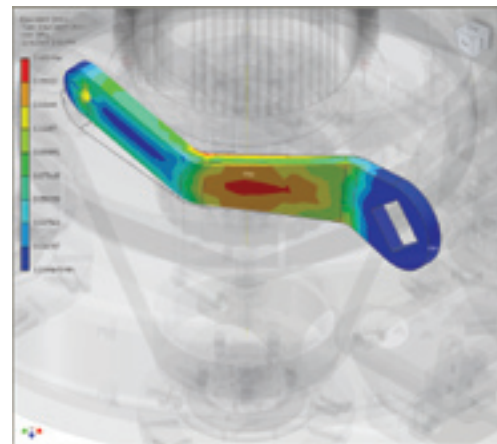


Image publiée avec l'aimable autorisation de HTC Sweden

