

La mécatronique : de multiples défis à relever

Point de vue de **Claude Korber**,
*Partner de Vinci Consulting,
cabinet de conseil en performance opérationnelle*

La norme NF E 01-010 (2008) définit la mécatronique comme une « démarche visant l'intégration en synergie de la mécanique, l'électronique, l'automatique et l'informatique dans la conception et la fabrication d'un produit en vue d'augmenter et/ou d'optimiser sa fonctionnalité ». Une technologie qui bénéficie à toujours plus de produits, et qui implique une remise en cause des outils, des processus et des méthodes de travail des équipes de développement produits.

La mécatronique, des implications multiples

La mécatronique a pour objectif de concevoir des systèmes exigeant la participation de plusieurs disciplines travaillant en étroite interrelation. Et, si le sujet n'est pas nouveau, les champs d'application de cette technologie sont de plus en plus nombreux au sein de produits professionnels ou grand public.

De par sa transversalité, la mécatronique adresse plusieurs dimensions :

- **L'offre produit** : les choix d'architecture sont désormais nécessairement pluridisciplinaires.
- **L'organisation** : les processus sont devenus très collaboratifs, il existe un plus grand partage des responsabilités et des rôles à adapter ou à créer.
- **Les systèmes informatiques** : les chaînes de conception sont beaucoup plus intégrées (CAE, CAO, CFAO...), les éléments ayant de multiples modèles, les simulations multi physiques sont nécessaires. Le PLM est confronté à de nouveaux challenges (intégration des chaînes de conception, nomenclatures, gestion de configuration).

Au-delà du produit mécatronique, on pourrait aussi parler « d'organisation mécatronique » ou de « PLM mécatronique ».

1. La définition de l'offre produit

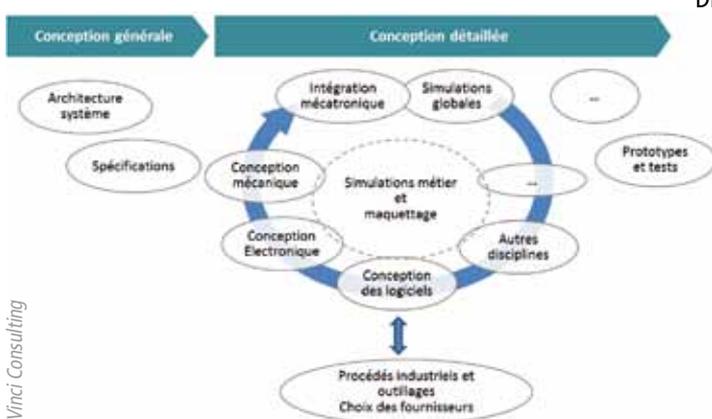
La définition d'une offre produit va aujourd'hui vers une plus grande différenciation, un souci permanent de compétitivité, une attention portée à la satisfaction du client. Il faut donc innover, en tenant compte du durcissement des contraintes : coûts des matières premières, respect des normes, importance du design, etc. Et innover en favorisant la personnalisation des produits. D'où l'apparition de plateformes, ou de produits modulaires afin d'optimiser les coûts d'adaptation/évolution. Les conséquences ?

- Importance de l'ingénierie système (besoin client / Marché, architecture fonctionnelle...)
- Approches « design for value » et « design for manufacturing »
- Participation active de multiples disciplines dans la génération des offres (trade-offs, pré-dimensionnement...)
- Définition d'outils d'architecture (HDL), de configurateurs intégrant les différentes dimensions techniques
- Nouvelle décomposition des produits (des sous-ensembles différents) pour assurer les mêmes fonctions ou des fonctions plus riches
- Révision de la politique du « make or buy » et du panel de fournisseurs.

2. L'organisation des processus de développement

Historiquement, la conception d'un produit ou d'un sous-ensemble était guidée par un métier « dominant » : via la mécanique (pièces, assemblages mécaniques et incorporation d'éléments électriques), l'électronique (circuits imprimés et intégration dans un boîtier), ou l'informatique, l'optique, etc. Chaque bureau d'étude travaillait, en silos, à la définition de ses fonctions, « sous-ensembles » ou pièces avec peu d'échanges entre eux.

La conception d'un produit « dit mécatronique » demande une organisation garantissant que les disciplines requises soient impliquées au juste moment et que leurs contributions soient gérées en cohérence. C'est ce qu'on appelle généralement l'ingénierie concurrente, mais ici avec un important niveau d'interactivité :



© Vinci Consulting

Processus collaboratifs.

Concrètement, aujourd'hui le mécanicien ne va plus demander à l'électronicien la définition électronique des circuits à intégrer, mais travailler en parallèle avec lui. En effet, les éléments du design électronique influent sur la conception d'ensemble, et les éléments mécaniques peuvent avoir un rôle sur le comportement électrique (câblage, antenne, circuits mobiles...). **Cette collaboration néces-**

site une bonne compréhension réciproque des cultures et des contraintes de chaque discipline, impliquant un réel programme de formation croisée.

Il s'agit d'une réelle évolution des métiers existants ou l'identification d'un nouveau métier « mécatronicien ». De manière générale, l'interactivité entre métiers est particulièrement requise sur les thématiques transverses suivantes :

- Architecture et description fonctionnelle - Contribution du logiciel embarqué
- Implantation physique - Cinématique
- Caractérisation thermique, magnétique, optique...
- Compatibilité électromagnétique
- Plus largement lors des processus de validation/simulations (multi-physique)

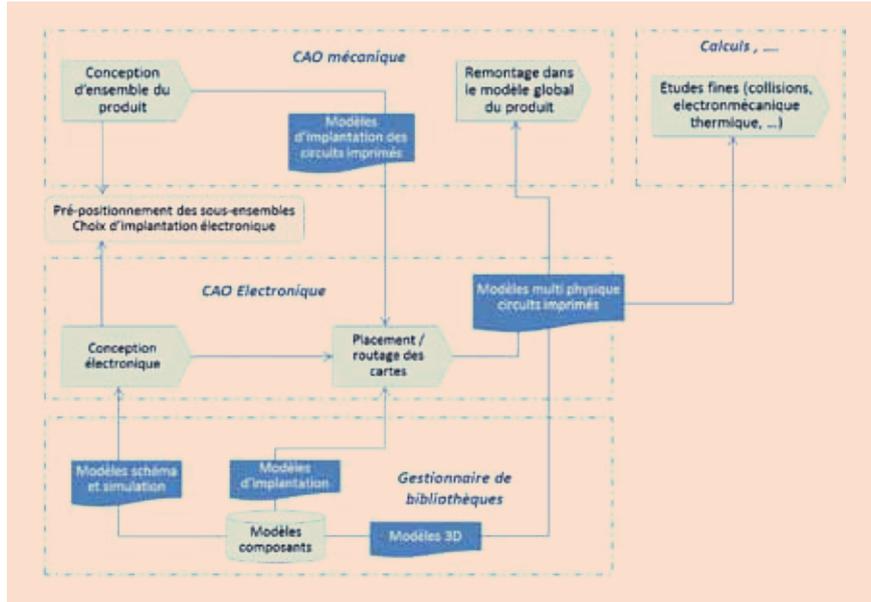
Afin de gérer ces travaux de manière structurée, une organisation par projet (matricielle) est généralement adoptée. Cette organisation, qui donne un rôle clé au chef de projet doit être complétée d'un « systémier » afin d'optimiser la définition technique vis-à-vis des exigences, maîtriser le plan de développement et garantir le respect des engagements.

3. Outils métiers (CAO) et système de développement (PLM) : quelles options ?

La CAO

Différents outils d'aide sont aujourd'hui utilisés par les métiers d'ingénierie pour modéliser leurs produits (2D, 3D, schématique électrique...) et simuler leur fonctionnement (calcul de structure, thermique, fluide...). Dans la phase de définition, ces métiers vont définir différents points de vue du produit. L'électronicien va définir les représentations (ou modèles) électriques d'un composant. Le concepteur de circuit imprimé va définir les modèles d'implantation de ce composant dans une vision « placement / routage ». Le mécanicien va définir le modèle 3D du composant, nécessaire à l'implantation globale du produit, etc. Il en résulte que chaque constituant du produit possède plusieurs modèles, nécessaires pour chacun des métiers.

Classiquement, chaque système de CAO possède sa propre « bibliothèque de modèles », structurée de manière spécifique. Les processus de gestion de ces modèles sont également spécifiques à chaque outil. La mécatronique conduit à repenser cette organisation de manière à ce que les différentes représentations soient gérées en cohérence. Le processus de conception est global et assure l'intégrité des différents modèles, et chaque système de CAO accède aux modèles qui lui sont destinés.



©Vinci Consulting

Exemple d'interactions entre CAOs pour le PCB (IDF, ...)

Le PLM

Le PLM est destiné à supporter l'ensemble des processus de développement des produits. Ce n'est pas l'objet de définir ici son périmètre mais d'identifier les questions que la mécanique va poser. De manière simplifiée, nous entrevoyons 3 natures de question.

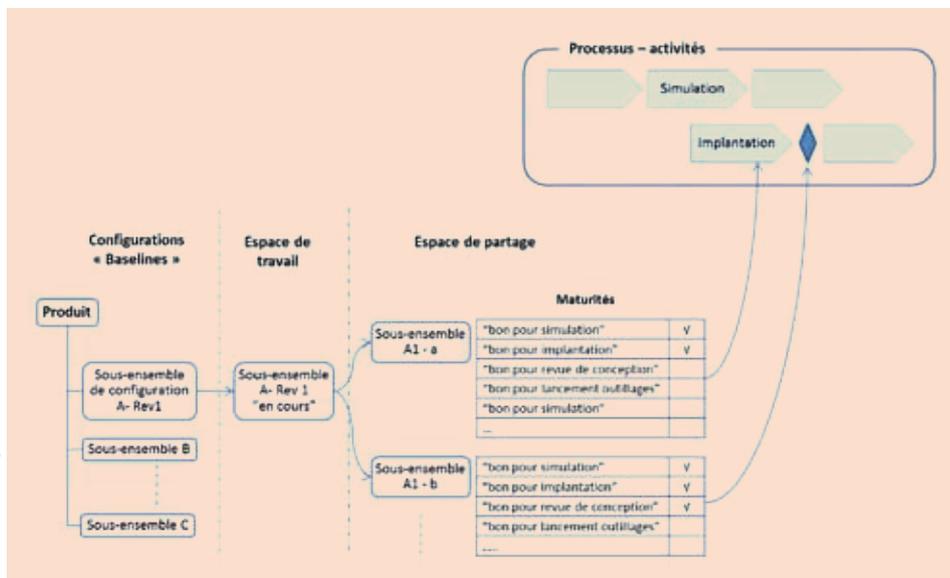
1/ La première question clé concerne le support de l'**ingénierie collaborative**.

En effet, le PLM gère les cycles de vie des données sous forme de status : « en-cours », « en revue » « validés », etc. Une vision stricte qui implique un travail séquentiel, on attend la validation de l'étape précédente pour commencer son activité. Hors, il y a des travaux qui peuvent démarrer avant qu'une activité soit achevée, même si les données ne sont pas complètes. Les questions qui se posent sont :

- Comment le PLM peut-il supporter le travail « en cours », impliquant de nombreuses disciplines (gestion de groupes de travail)
- Comment le PLM peut-il gérer en parallèle des objectifs différents (travaux conduit sur avec plusieurs applicabilités : exemple plusieurs versions d'un produits, modèle prototype)

Une des orientations possible consiste à gérer les données « en maturité » : exemple « valide pour simulation mécanique », « valide pour implantation », mais aussi « valide pour cotation fournisseur ».

Un niveau de maturité traduit ainsi 2 aspects : le % d'atteinte des exigences à ce niveau de maturité (vue amont de la maturité), et les usages possibles de la donnée à ce niveau de maturité (vision aval de la maturité).



©Vinci Consulting

Gestion de l'encours de conception – gestion en maturités

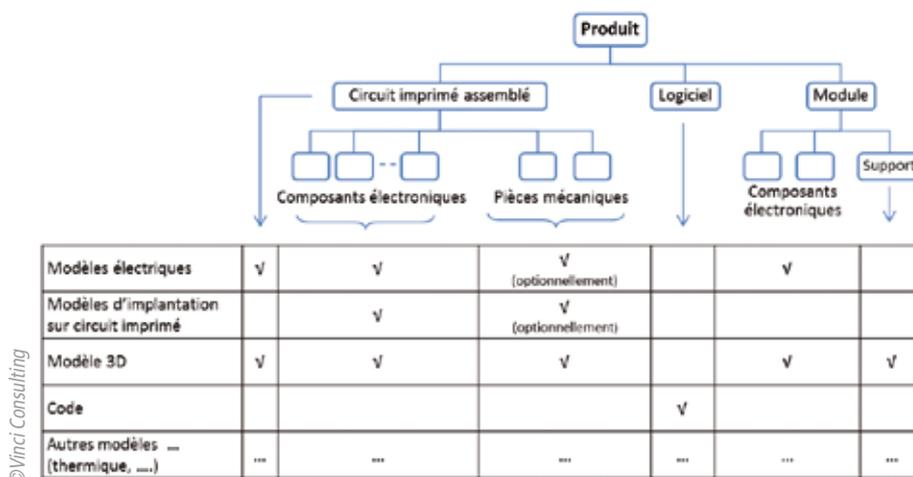


2/ La seconde question clé concerne la **gestion des nomenclatures** et plus généralement la gestion de configuration des produits.

Classiquement, la structure produit est décomposée en sous-ensembles selon leur niveau d'interrelation avec les systèmes de CAO. Par exemple, on parlera de nomenclature mécanique ou de nomenclature électrique ou électronique, ces nomenclatures étant vues comme équivalentes à celles présentes dans les systèmes de CAO eux-mêmes.

La mécatronique repose ces questions avec plus d'acuité :

- Quel support le PLM doit-il assurer pour les travaux de collaboration (fine) entre métiers.
- Quel niveau de cohérence le PLM doit-il permettre vis-à-vis des contributions (modèles, simulations...) conduits par les différents métiers ? Par exemple, le PLM doit-il assurer la cohérence entre les bibliothèques des différents outils métier ?



Nomenclature mécatronique

Cette orientation présente de très fortes limites pour la **mécatronique** car une nomenclature « mécanique » peut contenir des composants plutôt électriques ou électroniques et réciproquement. De même, la structure logicielle peut être liée à des composants électroniques programmables.

L'enjeu est ainsi de constituer une structure produit unifiée « mécatronique », où cette distinction n'existe plus, car n'importe quel constituant peut posséder plusieurs représentations et donc interagir avec plusieurs systèmes de CAO.

La mécatronique conduit à se poser nombre de questions clé qui sont autant de défis à relever :

- Comment gérer une nomenclature complète en assurant une bonne synchronisation avec les différents systèmes de CAO ?
- Comment gérer les évolutions en cohérence avec les différents systèmes de CAO ?
- Comment supporter la gestion de la diversité (produits à options) en synchronisation avec différents systèmes de CAO (pièces paramétrées, schématique, câblage électriques, implantation de circuits imprimés, logiciels modulaires...)

3/ La dernière question est d'ordre de **l'architecture**. Selon les entreprises, différentes orientations ont été prises : PLM unique ou par métier (vision « ateliers de conception ») ou intégration légère ou forte avec les systèmes de CAO.

Conclusion

Nous avons vu ce que recouvre la mécatronique et ce qu'elle implique concrètement en termes de définition des produits, d'organisation et de systèmes de développement.

La mécatronique n'est plus un domaine réservé des électroniciens ou automaticiens, mais bien une réalité pour le développement de produits toujours plus innovants.

Les processus et les systèmes doivent néanmoins s'adapter pour que la mécatronique ne soit pas vécue comme un champ de contraintes, mais comme une réelle opportunité de performances (meilleurs produits, mieux intégrés, plus robustes ...).

La mécatronique va finalement accélérer la nécessité d'une meilleure synergie entre acteurs de l'innovation et du développement impliquant non seulement les différents métiers de l'ingénierie mais aussi les achats, la production, les services, etc.

Il s'agit d'une transformation qui touche non seulement les processus et les outils (CAO, PLM), mais aussi la manière de collaborer entre métiers et donc entre les personnes, les différentes disciplines devant impérativement mieux se comprendre.

Au final, la dichotomie classique par discipline ne va-t-elle pas évoluer : les ingénieurs d'étude ne devront-ils pas tous devenir mécatroniciens ? ■