

VEILLES MICADO / DINCCS

Technologie **Méthodologie** Point de vue

Principaux résultats du projet CAD4SIM

Projet soutenu par OSEO, la Région Champagne-Ardenne et le Conseil Général des Ardennes

Décembre 2011

Le projet CAD4SIM adresse un des aspects du DFX, la conception en tenant compte de la simulation (CAD FOR SIMULATION).

Objectifs du projet

Le projet a été géré avec pour objectif de valider industriellement les bonnes pratiques mises en place. Il a ainsi été découpé de la sorte :

- La mise en place des bonnes pratiques a consisté à rédiger les méthodes permettant d'améliorer la liaison CAO-calcul.
- Le test des ces bonnes pratiques a consisté à les évaluer dans le cadre de prestations de simulation pour les industriels.
- La structuration sous forme de formation dédiée au e-learning qui comprend l'aspect méthodologique de mise à disposition des bonnes pratiques mais également la possibilité de l'intégrer dans un outil e-learning adéquat.

Mise en place des bonnes pratiques

Fort de son expérience dans le domaine de la liaison CAO-calcul, le centre technique DINCCS a pu, dans un premier temps, capitaliser le savoir-faire afin de le restituer en bonnes pratiques. Ce travail a été découpé en deux grandes familles d'utilisation de la simulation numérique :

- La simulation de mise en forme consistant à étudier le comportement des produits lors de leur fabrication
- Le dimensionnement des structures visant à étudier le comportement d'un produit soumis à des contraintes extérieures

Le premier item a donné lieu à la rédaction et à la publication d'un guide MICADO contenant

un résumé des bonnes pratiques à utiliser dans le cadre de la simulation de mise en forme en forge, fonderie, emboutissage et dans le cadre d'assemblages.

Le second item a donné lieu à la rédaction d'un guide méthodologique présentant les bonnes pratiques à appliquer pour transférer un modèle CAO correctement structuré vers la simulation numérique.

La simulation numérique fait partie intégrante de tout processus de conception industrielle. Elle permet de vérifier ou valider certains concepts de manière virtuelle. Les phases amont de la conception occupent 5% du processus de conception, mais engagent plus de 75% des coûts globaux du produit (voir 1).

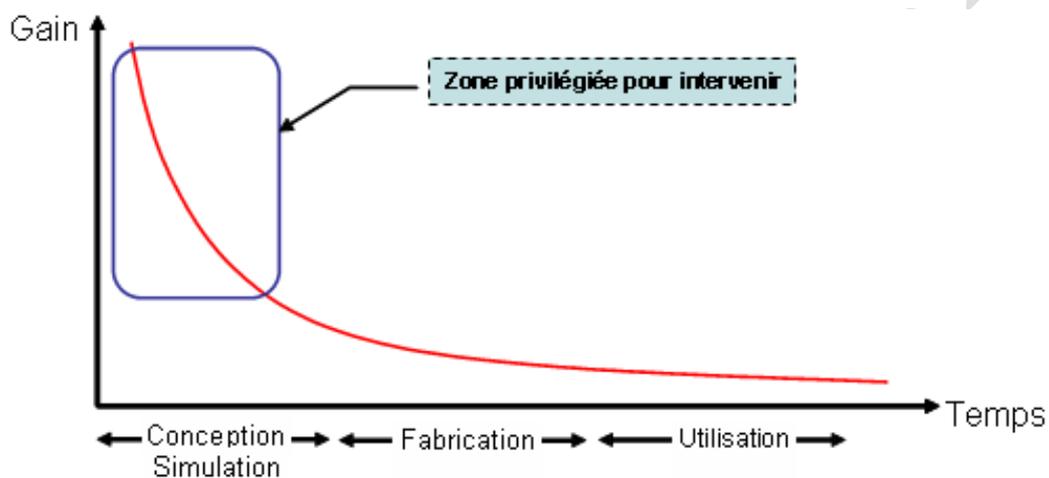


Figure 1 : zone d'intervention ayant un fort impact sur le coût de développement

La CAO et la simulation numérique sont 2 activités indissociables. Cependant le passage de la CAO à simulation numérique marque une rupture importante dans le processus de conception. En effet, le passage d'un modèle continu en CAO à un modèle discret en simulation numérique pose de nombreux problèmes géométriques et topologiques. De plus les notions liées au domaine étudié (métier) ainsi qu'au métier même du calcul (mise en données) sont rarement intégrés au modèle CAO. Or le gain de temps dans ce passage est conséquent dans la globalité du processus de conception.

Il existe globalement 2 méthodes pour permettre une liaison CAO-CALCUL optimisée :

- La première consiste à utiliser des outils de correction de modèles CAO (méthode dite à posteriori). Ces outils sont utilisés une fois que la modélisation est terminée afin de corriger la topologie du modèle (suppression des petites surfaces, création automatique de surfaces à 4 côtés, ...). Cette modification à posteriori est discutable sur 2 points : le premier est qu'elle n'opère qu'une correction topologique (les notions liées au métier ne sont pas appliquées à part si elles ont été prises en compte avant) et le second est que les modifications marquent une rupture dans le processus de modélisation (l'outil travaille en effet sur son propre modèle et toute la gestion de la connaissance, l'intention de conception, ... ne sont pas intégrés)
- La seconde consiste à appliquer des méthodologies pendant la conception (méthode dite à priori). L'objectif est d'établir des bonnes pratiques mises en forme de manière pédagogique pour le concepteur et le calculateur.

La première solution, qui consiste à réparer les modèles CAO, nous semble inadaptée dans le cadre d'une bonne intégration dans la chaîne numérique. En effet un point essentiel de la chaîne numérique est la maquette numérique, qui représente le produit à fabriquer de manière virtuelle. Or le fait de corriger le modèle CAO oblige à casser le lien avec la maquette numérique car il est nécessaire de créer un avatar inutilisable par la suite (passage par un format neutre, corrections locales, ...). Or si la simulation numérique détecte un problème qui nécessite une correction CAO. Il est dans la logique PLM de pouvoir appliquer cette correction directement sur la maquette numérique (voir 2).

La seconde solution, qui consiste à utiliser des bonnes pratiques, est plus orientée PLM car elle anticipe les problèmes et s'intègre complètement dans la philosophie DFX (Design For X). Son objectif est d'intégrer dès les premières phases de conception les contraintes d'assemblages, de fabrication, de simulation numérique ... (voir 2) C'est ainsi que sont développées de nombreuses méthodologies pour le DFA (Design For Assembly), le DFM (Design For Manufacture), le DFQ (Design For Quality). Le projet CAD4SIM a permis d'établir des méthodologies dans le cadre DFS (Design For Simulation).

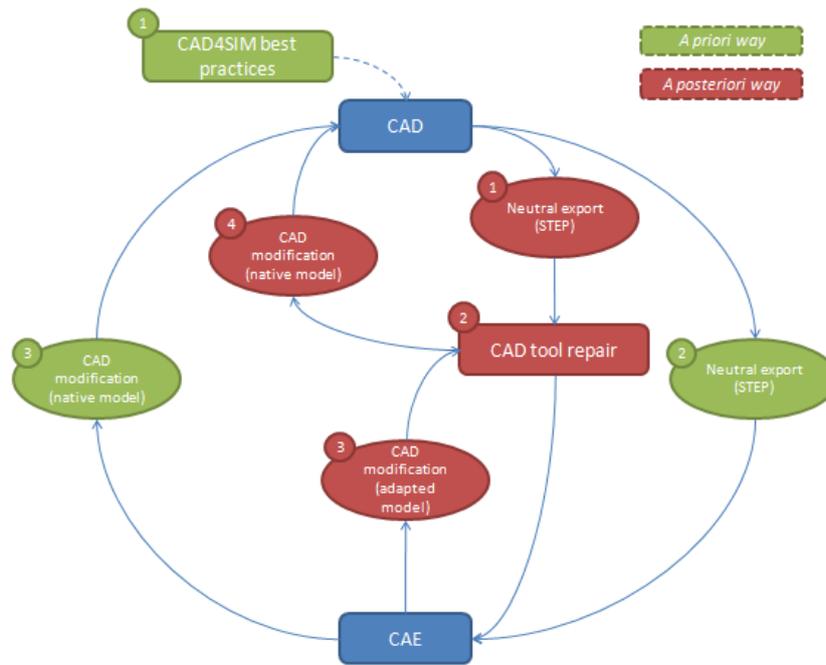


Figure 2 : différence entre l'utilisation d'une méthode à posteriori et d'une méthode à priori

Design For Simulation

Il existe de nombreux domaines en simulation numérique : le dimensionnement, la mécanique des fluides, la mécanique, la mise en forme ... Tous ces domaines ont une des méthodes qui leur sont propres. Nous nous sommes concentrés sur 2 domaines : le dimensionnement des structures et la mise en forme des matériaux (qui a donné lieu à la rédaction du guide précédemment cité).

Le dimensionnement des structures utilise la méthode des éléments finis qui demande en entrée géométrique un modèle maillé (discrétisé). L'action de mailler est une opération qui nécessite une préparation des modèles CAO :

- Le modèle ne doit pas comporter de défauts géométriques comme des trous, des chevauchements de surface, des carreaux de surface triangulaires ... La 3 présente quelques défauts qu'il est possible de rencontrer.

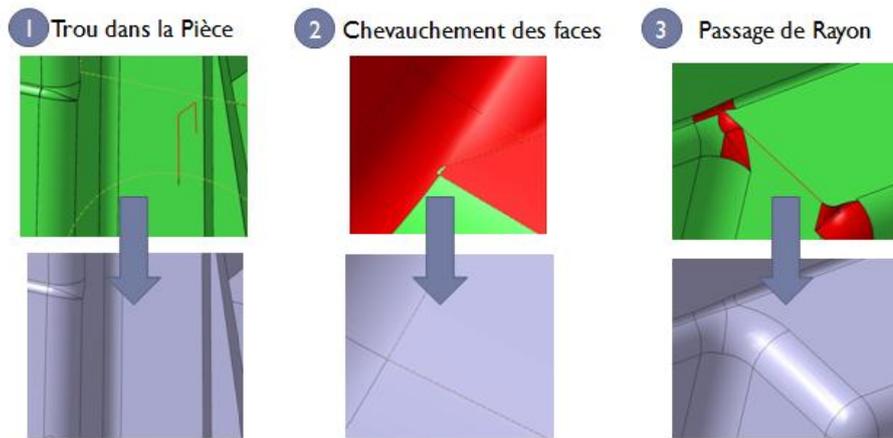


Figure 3 : quelques exemples de défauts et les réparations associées

Le modèle peut être simplifié : tous les éléments inutiles au calcul sont supprimés avant l'export vers la simulation

Le modèle peut être idéalisé : cette action consiste à modifier le modèle pour le calcul : les modélisations volumiques des poutres peuvent être remplacées par des segments, dans le cas d'un calcul en utilisant une propriété coque le modèle CAO doit être représenté par sa fibre neutre (voir 4), ...

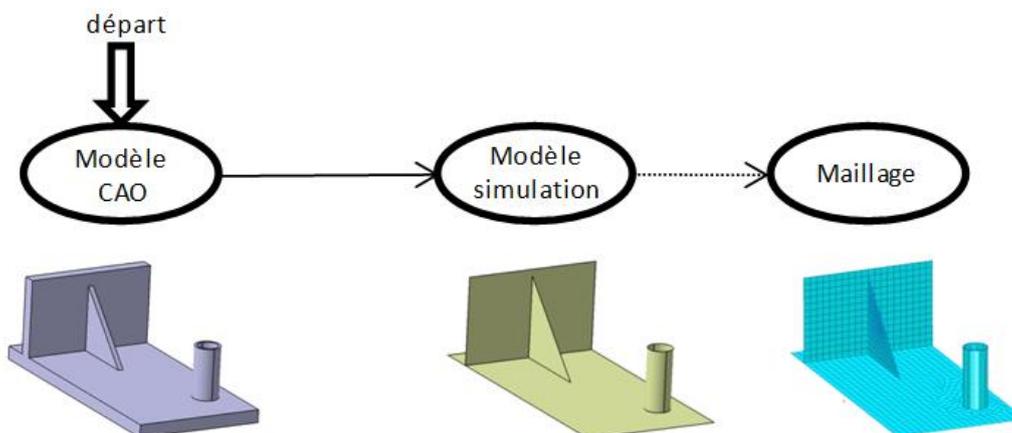


Figure 4 : exemple d'idéalisation par le passage par une surface neutre

L'objectif de ce projet est de pouvoir supprimer l'étape de correction des modèles CAO. Les méthodes étudiées sont classées selon leur domaine d'appartenance i.e. la correction, la simplification et l'idéalisation. L'annexe 1 présente une des règles à respecter pour éviter une phase de correction et l'annexe 2 une méthode à utiliser en conception pour la simplification. Au total une cinquantaine de bonnes pratiques ont été développées.

Dans le cadre du projet P4LM et E2P4LM (pour plus d'informations www.virtual-plm.com), une méthodologie de représentation de la connaissance a été développée ainsi qu'un outil de gestion des processus. C'est sur ces précédents travaux que se base la diffusion e-learning de CAD4SIM.

Les bonnes pratiques sont ainsi disponibles depuis le stand dédié sur le salon virtuel permanent de MICADO www.virtual-plm.com. Les utilisateurs peuvent ainsi visualiser les fiches contenant les bonnes pratiques en ligne.

Ces fiches sont modélisées sous forme de processus en respectant la méthodologie P4LM grâce à l'outil DFX::MANAGER développé par le centre technique DINCCS. Un outil de lecture de documents, DFX::READER, a été développé pour visualiser ces processus en ligne. Ainsi l'utilisateur suit sa formation ou la bonne pratique qui l'intéresse sous forme de processus. Le lecteur de document, DFX::READER, est développé pour supporter tous types de documents, les utilisateurs peuvent ainsi accéder à la visualisation de processus, de modèles CAO, de documents office (voir 5) ... ce qui offre une latitude de possibilités importantes pour du e-learning.

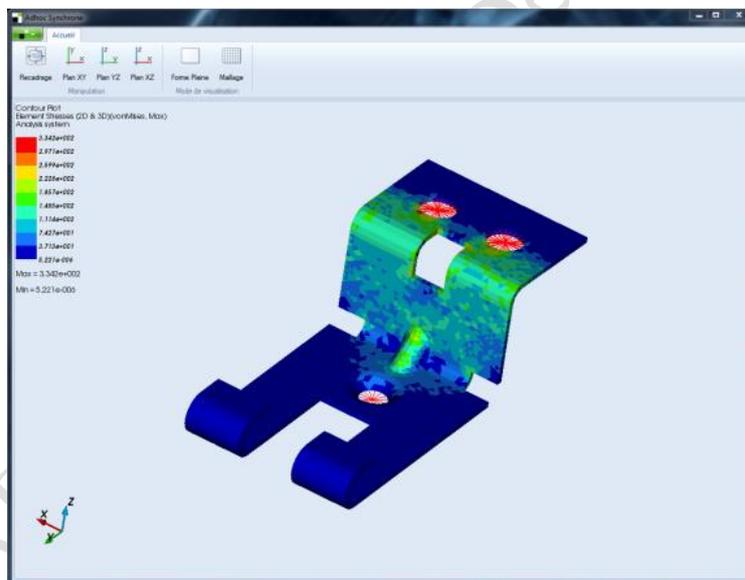


Figure 5 : exemple de visualisation dans DFX::READER d'un résultat de simulation

La 6 présente le scénario général des bonnes pratiques rédigées dans CAD4SIM. L'utilisateur accède dans un premier temps au processus général (1) qui lui permet d'orienter son choix. Il accède ensuite au processus représentant le processus de liaison CAO-calcul (2) puis aux bonnes pratiques (3). Ces bonnes pratiques sont représentées par un processus présentant le contexte d'utilisation, l'objectif et la méthode d'application de la bonne pratique. La Figure 7 montre le logiciel d'acquisition DFX::MANAGER sur une action particulière pour montrer que l'utilisateur accède à des aides suivant la bonne pratique : documents (images, vidéos, fichiers CAO, ...), des experts à contacter en cas de problèmes, ...

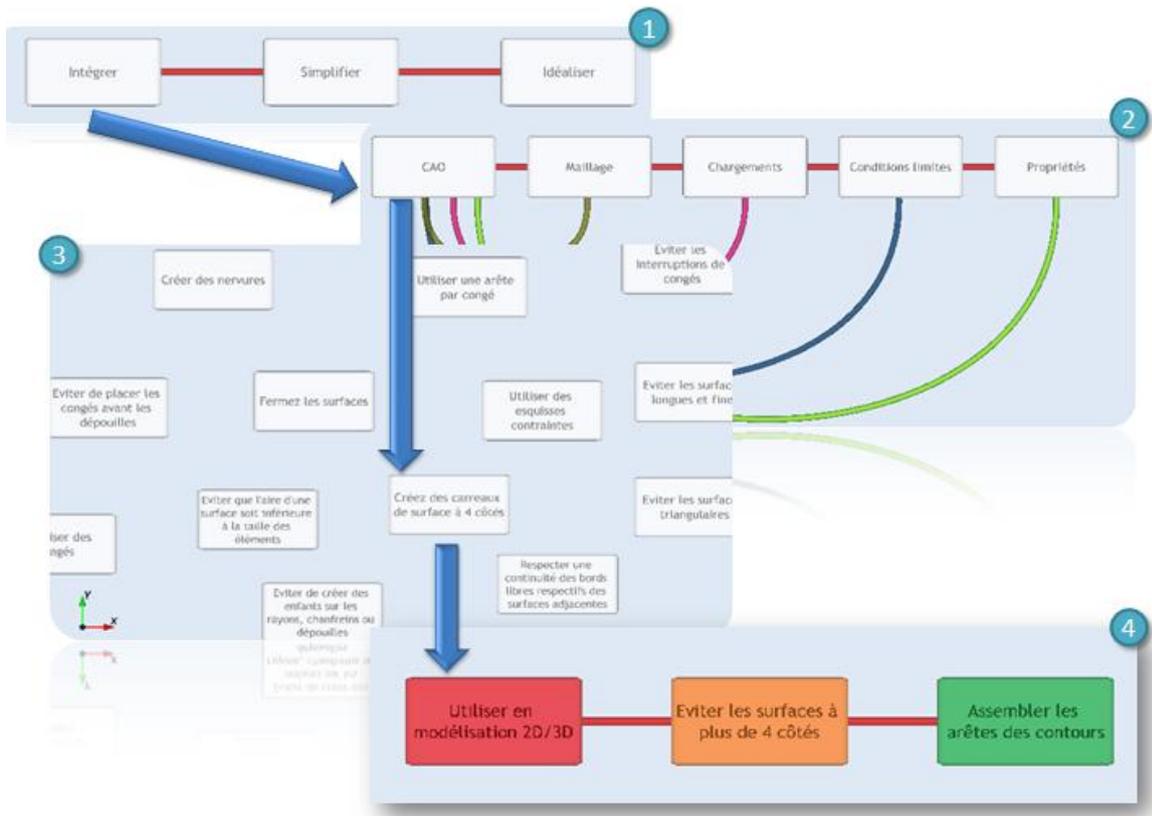


Figure 6 : exemple d'accès à une bonne pratique pour un utilisateur

Figure 7 : exemple d'acquisition d'une bonne pratique dans DFX::MANAGER