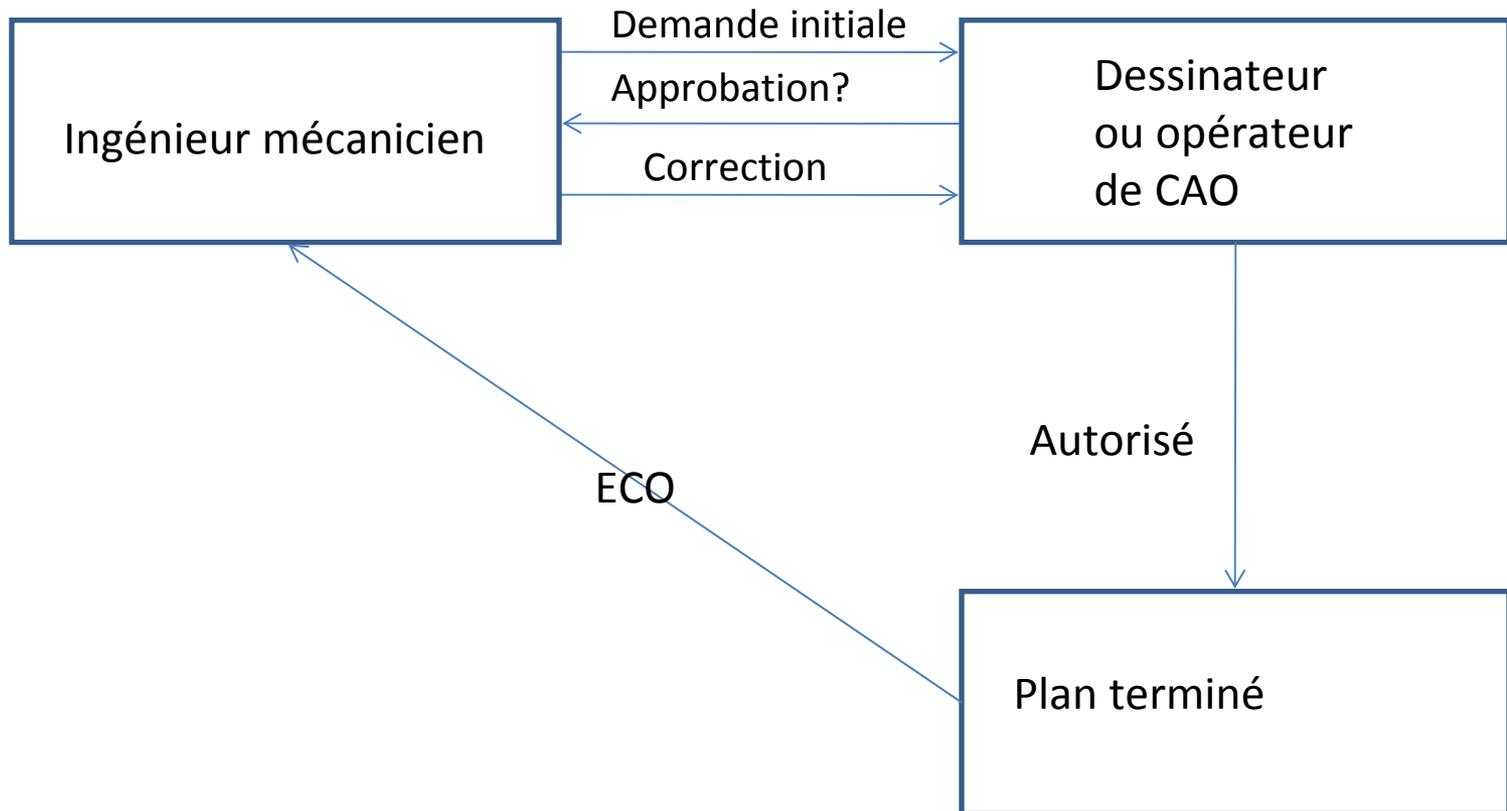


# Le Futur de la CAO Mécanique

Quelle est la place du PLM ?

# Déroulement du travail traditionnel



***Les ingénieurs n'étaient pas, ne sont pas, et ne deviendront pas des opérateurs de CAO***

# Dessin en 2D

- Le premier outil de CAO mécanique était le logiciel de dessin en 2D introduit dans les années 60.
  - AutoCAD est venu plus tard quand le IBM PC-AT est apparu.
  - Le programme produisait des plans sur papier qui étaient presque identiques aux plans produits par des dessinateurs.
  - Les dessins étaient les moyens de communication avec des sous-traitants et ont été incorporés aux contrats légaux, directement ou par référence.
    - C'est toujours le cas dans beaucoup d'entreprises.
  - Employé couramment dans les autres domaines, architecture, organigrammes, GIS, etc.
- Pourquoi tant de personnes qui pourraient utiliser la 3D utilisent-elles toujours la 2D?
  - Cela fonctionne toujours - n'importe quelle modification ou ajout peut être fait.
  - Les données peuvent presque toujours être transférées entre des programmes différents.
  - C'est relativement simple à apprendre et relativement simple à utiliser.
  - Une personne n'a pas besoin de savoir ou de comprendre comment le schéma à modifier a été créé, ni par qui.
- Les données principales créées par ces logiciels sont la géométrie (2D) et les annotations (GTOL, dimensions, notes, etc.).
  - Elles ne changent pas d'une version d'un logiciel à l'autre.

# Évolution vers la 3D

- Comme les ordinateurs sont devenus plus rapides (relativement) les gens ont porté leur attention sur la possibilité de modéliser en 3D.
- La 3D est attirante, puisqu'un modèle en 3D est une représentation plus précise et moins ambiguë des objets conçus.
  - Les modèles en 2D exigent beaucoup d'annotations et des règles afin d'essayer de réduire au minimum les conséquences des ambiguïtés évidentes.
- Les tentatives initiales étaient primaires.
  - « 3D Wireframe »- une prolongation du dessin en 3D.
  - Création des solides, mais pas de modification des solides - uniquement pour démontrer et commenter, mais sans fins commerciales.
- La modification est une des parties fondamentales de n'importe quel processus de conception.
  - On affine ses idées jusqu'à ce qu'on en soit satisfait.
- Le logiciel 3D a évolué de génération en génération.
  - Chaque génération surmonte les limites perçues par la génération précédente.
  - Il n'y a pas de « status quo »

# « Historique »

- On parle beaucoup du terme « historique ».
- C'est un terme mal compris qui est apparu comme synonyme de FBP (« Feature Based Parametric »).
- Cela voudrait dire qu'aucun autre système n'a d'historique.
- L'historique signifie en fait que le logiciel sait comment l'objet est construit.
  - Ainsi le « Constructive Solid Geometry »(CSG) est un système qui a un historique - il est simplement différent de l'historique du système FBP.
- Quelques personnes font référence aux systèmes de modélisation directs tels que SpaceClaim® comme étant « sans historique ».
- Pour être « sans historique » un système doit: -
  - N'avoir aucune connaissance de la façon dont un modèle a été construit (par exemple, la géométrie d'un modèle importé depuis un autre système).
  - Pouvoir modifier les modèles de la façon souhaitée par l'utilisateur, quelle qu'elle soit.
- Et les utilisateurs se moquent de la façon dont les programmeurs l'appellent, ils veulent juste que ça marche.
  - Vous vous souvenez des guerres « ACIS - Parasolid » ? Personne ne s'est inquiété, excepté la presse technique.

# Feature Based Parametric (FBP) Modeling

- PTC a créé le premier FBP - Pro/ENGINEER®.
- C'était la première tentative de faire des modèles solides qui puissent être modifiés.
  - Il est l'origine de presque tous les systèmes 3D disponibles sur le marché.
  - Tous les autres sont des imitations et certaines d'entre elles sont bonnes.
- Le marché avait refusé les solides qui ne pouvaient pas être modifiés.
  - Les modélisateurs solides précédents ne permettaient pas à l'utilisateur de modifier les modèles facilement.
- Les ordinateurs les plus rapides avaient alors une vitesse de 1MIP (1988).
  - Les modèles étaient simples.
  - Mais néanmoins les résultats étaient spectaculaires en 1988.
- Pro/ENGINEER.®
  - Il a été construit comme outil pour des ingénieurs – d'où le nom.
  - Les présentations originales parlaient de « Lotus 1-2-3 destiné aux ingénieurs » pour explorer des alternatives (« what ifs »)
- **La donnée fondamentale est la recette**
  - Un ensemble d'instructions « features » qui sont exécutées séquentiellement afin de créer le modèle.
    - Quelques « features » contiennent une ou plusieurs esquisses.
  - C'est ce qui doit être enregistré, et théoriquement rien d'autre - la géométrie et l'image sont produites.
    - Dans la plupart des cas, l'information sur la géométrie et l'image est enregistrée pour améliorer les performances et pour permettre la visualisation par les « viewers » légers.
  - les plans 2D sont produits comme des vues du modèle 3D

# Utilisation de modélisation FBP - CAO

- C'est aujourd'hui la forme de modélisation solide la plus employée dans l'industrie aujourd'hui.
  - Utilisée dans les grandes, moyennes et petites entreprises.
  - Les produits construits vont des avions aux jouets.
- Ils sont principalement employés par des opérateurs de CAO.
  - Qui travaillent avec les produits 8 heures par jour.
  - Selon un observateur, moins de 5% des opérateurs de CAO aux Etats-Unis ont un diplôme universitaire.
- On leur a ajouté divers systèmes de gestion de données produit (PDM) pour prendre le nom de systèmes de gestion de cycle de vie du produit(PLM).
  - L'interopérabilité entre les systèmes concurrents est très difficile et non souhaitée par les fabricants de ces logiciels.
  - Il est difficile d'intégrer les meilleurs outils spécialisés s'ils proviennent de plusieurs fournisseurs.

# Si la modélisation FBP est si largement utilisée, y a-t-il un problème ?

- Pourquoi le futur de la CAO ne serait-il pas simplement fait de versions améliorées des divers produits au cours des années à venir?
- Beaucoup d'utilisateurs de la communauté mécanique emploient toujours de la 2D.
  - Ne sont-elles pas simplement les adopteurs tardifs ?
    - En attente d' être vendus ?
  - Léger problème - il y a plus de personnes qui utilisent la 2D que la modélisation FBP.
  - Certains ont utilisé un logiciel FBP et ont arrêté.
- Les ingénieurs ne sont pas des opérateurs de CAO, et ne passent pas 8 heures par jour sur un système de CAO.
  - N'importe quel modèle complexe exige une formation lourde dans l'utilisation des outils de CAO.
  - Les ingénieurs ne passent pas 8 heures par jour à utiliser WORD non plus.
- **Les logiciels FBP ont des limites fondamentales.** Elles sont décrites dans les diapositives suivantes.
  - Ces limites ne seront pas surmontées par des versions améliorées des produits actuels.
  - Les produits actuels deviennent de plus en plus difficiles à utiliser, et on leur ajoute de plus en plus de fonctionnalités.
  - Il n'est pas facile d'apprendre les principes de la modélisation de FBP, et ces produits ne sont pas non plus intuitifs.

# Limites de la modélisation FBP

- Dépendance aux versions.
- Relations d'Assemblage.
- Gestion des modifications.
- Paramétrisation et ordre des « features ».
- Coût de propriété (cost of ownership).

# Limites de la modélisation FBP

## Dépendance aux versions

- Afin de régénérer correctement la géométrie sur une version ultérieure (révision), deux choses doivent être constantes : -
  - La manière dont la recette est interprétée pour fournir des instructions au moteur géométrique doit être constante.
  - La géométrie et la topologie qui sont produites doivent être identiques.
- Si tel n'est pas le cas dans une des étapes intermédiaires, alors une des étapes postérieures peut ne pas trouver le résultat prévu, et peut échouer.
  - Tous les logiciels FBP du marché ont un taux d'échec d'une révision à l'autre, estimé entre ¼ % et ½ %.
  - Pour de grands assemblages, ceci peut devenir un risque significatif pour l'utilisateur.
- Une forme plus sérieuse du même problème est celle où le modèle semble avoir été régénéré sans erreur.
  - MAIS la géométrie est un peu différente.
  - Ou la topologie est un peu différente.
  - Ou les propriétés de masse sont différentes.
  - Ou .....
- Que diriez-vous, si un éditeur « améliorerait » le calcul des propriétés de masse, avec pour conséquence le changement des valeurs calculées précédemment, au moment où l'assemblage est apporté à la nouvelle version ?

# Limites de la modélisation FBP

## Relations d'Assemblage

- Au sein de beaucoup de très grands assemblages, il peut y avoir des relations très complexes entre les pièces ou les sous-assemblages.
- Des modifications apportées après diffusion (ordre de modification technique « ECO ») à un des composants peut exercer une réaction « en chaîne » sur certains autres, menant à des changements imprévus et non souhaités.
- Pour éviter ce problème, quelques entreprises « aplatissent » le modèle au moment de sa diffusion, de sorte que les « ECOs » suivants ne puissent affecter que le composant modifié.
  - Une telle action a comme conséquence la perte des relations hiérarchiques entre les pièces et les sous-assemblages.

# Limites de la modélisation FBP

## Gestion de changement

- En raison des relations complexes entre les éléments d'un assemblage et du manque de sophistication de la part du PDM (renommé PLM pour protéger le coupable), n'importe quelle modification de pièce , aussi simple soit-elle, peut signifier que la pièce a été changée.
- Si une pièce est modifiée, alors les assemblages qui contiennent cette pièce doivent être mis à jour.
  - **Tous** les assemblages.
- Ainsi un utilisateur qui avait changé la matière d'un coude de cuivre en laiton dans un sous-marin, a provoqué la régénération du sous-marin entier.

# Limites de la modélisation FBP

## Paramétrisation et ordre des « features »

- Les modèles peuvent contenir un grand nombre de « features », chacun dépendant d'un précédent (sauf la première).
  - En outre il y a souvent des relations complexes entre les diverses pièces et les sous-assemblages d'un grand assemblage.
- Pour beaucoup de ces modèles complexes, une personne chargée de modifier un modèle doit savoir comment le modèle a été conçu.
  - En clair, on doit comprendre la recette, et la « programmation » qui l'a créé.
  - Modifier un modèle implique de faire une modification d'un ou plusieurs des paramètres ou entités qui sont contenus dans la recette.
  - Souvent la manière dont un modèle a été créé détermine les limites des modifications qu'on pourra lui apporter. Parfois, dans des modèles complexes, la modification peut seulement être faite en reconstruisant le modèle.

# Limites de la modélisation FBP

## Coût de propriété

- La formation nécessaire pour devenir un opérateur de CAO compétent a augmenté, et par conséquent, les coûts pour le client aussi.
  - Les produits de CAO incorporant FBP sont devenus de plus en plus compliqués.
  - Et sont devenus partie intégrante du PLM.
- Le niveau de compétence requis pour travailler sur les modèles complexes a également augmenté.
  - Menant à des demandes de salaires plus élevées.
- En général les éditeurs de logiciel qui fabriquent ces produits ne permettent pas le transfert ou la vente des licences
  - Des licences inutilisées ne peuvent pas être vendues à une autre entreprise, notamment lors d'une fusion.
- Quand la direction de l'entreprise s'est persuadée ou a été persuadée de normaliser son système de CAO en remplaçant un système par un autre dans certaines de ses entités, il y a une perte énorme de productivité.
  - Et une baisse de moral parmi ceux qui étaient les experts du système ainsi remplacé.
- Le retour sur investissement promis (« ROI ») est rarement réalisé, excepté pour l'entreprise qui a vendu le système.
- Les sociétés de CAO gagnent de l'argent sur la formation, et il n'est pas dans leur intérêt de rendre leurs systèmes faciles à apprendre ou à utiliser.
  - Quand des erreurs sont faites avec la CAO, la réaction est qu'il faut plus de formation.
- La difficulté à échanger des données entre systèmes de CAO FBP augmente les coûts du travail entre entreprises.
  - Les « standards » IGES et STEP sont un trompe l'œil et les éditeurs donnent « lip-service ».
  - Au contraire, les échanges de données sont très faciles en 2D.

# Mais il y a approximativement 1.000.000 de sièges de modélisation FBP en service

- Le Boeing 787 a été conçu avec eux.
- L'Airbus A380 a été conçu avec eux.
  - (Tous les deux ont été livrés en retard!)
- Presque chaque automobile a été conçue avec eux.
- Presque chaque moteur automobile en production a été conçu avec eux.
- Beaucoup de produits de grande consommation ont été conçus avec eux.
- Beaucoup de personnes sont satisfaites de leurs achats.
  - Et qui veut admettre qu'il a fait une erreur en achetant quelque-chose ?
  - Et les « utilisateurs experts » font des concours pour voir qui peut résoudre un problème difficile le plus rapidement (« Top Gun »).
  - Et la maîtrise d'un système vraiment compliqué est très valorisée sur le marché du travail.
- Mais beaucoup d'utilisateurs potentiels n'ont pas acheté ces systèmes.
  - Peut-être qu'il y a un problème.

# La valeur ajoutée du PLM -1

- Le terme PLM signifie la gestion de cycle de vie du produit.
  - Quelqu'un l'a, par le passé, décrit comme la gestion de cycle de vie privée.
  - Il semble n'avoir sa place qu'une fois la vraie conception finie, et les modèles et les plans de production commencés.
- Par essence, elle combine la CAO et le PDM, en y ajoutant éventuellement quelques aspects de fabrication.
  - Mais, en général, CAO et PDM sont produits par le même éditeur.
  - Chacun des éditeurs de PDM ne comprend vraiment bien que les données produites par son propre système de CAO.
    - Même si un éditeur voulait gérer les données d'un système de CAO d'un autre fournisseur (« concurrent »), les restrictions des autorisations rendraient cela très difficile ( les bâtons dans les roues).

# La valeur ajoutée du PLM -2

- Il n'y a guère de doute sur le fait que le PLM et les divers éditeurs actuels réduisent les choix pour la communauté des utilisateurs.
  - Leur attitude n'encourage pas le fonctionnement des meilleurs outils en commun.
  - Et ils essayent de verrouiller leurs clients en rendant le changement d'éditeur très cher et difficile.
- La valeur ajoutée est la valeur ajoutée pour l'éditeur, et pas la valeur que le client reçoit.
  - Il y a peu, ou pas, de cas publiés prouvant que le client a obtenu quelque amélioration quand il a acheté PLM.
  - Il n'y a pas de nomenclature unique pour l'assemblage (« BOM ») pour un produit donné (complexe). Il y en a plusieurs, selon la perspective de l'utilisateur.

# Le futur des outils 3D -1

- Le futur des outils 3D ne peut pas être la CAO telle que nous la connaissons - modélisation paramétrique basée sur des « features ».
  - La modélisation FBP atteint maintenant son 25ème anniversaire.
  - Et elle est devenue bien trop compliquée.
  - C'était un bon début, et elle s'est bien vendue.
  - « Maintenant ce n'est pas la fin. Ce n'est pas même le commencement de la fin. Mais c'est, peut-être, la fin du commencement. » Winston Churchill
- Les outils du futur seront ceux qui sauront satisfaire des utilisateurs potentiels, plutôt que les besoins, l'égo et la religion des éditeurs de CAO.
  - Est-ce que cela pourrait être de la modélisation directe avec des données ouvertes ? - Qui vivra verra.
  - Est-ce que cela pourrait être « Open Source » ? - Non. Les mathématiques sont trop compliquées pour ne pas tomber dans les problèmes évoqués plus tôt.
  - Les outils pourraient-ils être fournis en modèle SaaS ? - Absolument. Payez uniquement pour votre utilisation, juste comme la facture d'électricité.

# Le futur des outils 3D -2

- Le « Saint Graal » serait que toutes les personnes impliquées dans la conception, l'ingénierie, la production etc. des objets physiques puisse effectuer leur travail en 3D.
  - Et elles le veulent !
- Les outils devraient être beaucoup plus faciles à apprendre à utiliser et à utiliser que les outils actuels de CAO FBP.
  - Juste comme WORD (et AutoCAD®), un utilisateur occasionnel doit pouvoir utiliser beaucoup des fonctionnalités, pas forcément toutes, SANS formation.
- Une fois qu'un modèle a été créé et diffusé, il ne peut pas être changer ou connaître un échec en raison d'un changement du logiciel.
  - L'utilisateur devrait sentir qu'il maîtrise, plutôt que sentir que c'est le logiciel qui le maîtrise.
- En bref, l'intelligence devrait être mise dans le logiciel.
  - Le logiciel devrait comprendre ce que l'utilisateur essaie de faire, et l'aider à accomplir sa tâche.

# Le futur des outils 3D -3

- Les outils du futur devraient faciliter la réutilisation des données.
  - Utiliser dans autres projets avec ou sans modification.
- Le coût d'achat, comme tout le coût total de possession (TCO) devrait être considérablement moindre que celui des produits actuels de CAO FBP (et PLM).
  - En général, le prix diminue quand le nombre d'utilisateurs augmente (excepté dans le domaine de FBP).
  - L'unité fondamentale d'enregistrement devrait être la géométrie.
    - Et elle doit être aisément interchangeable entre produits.
  - L'utilisateur doit pouvoir choisir l'outil « best-in-class » pour chaque objectif.
    - Usinage, analyse, tôlerie, tuyauterie, plans, composites, simulation, etc.

# Conclusions

- Les éditeurs actuels qui vendent et fournissent la solution technique des produits de modélisation FBP sont peu susceptibles d'adopter les nouvelles technologies qui menacent de tuer leurs propres enfants.
  - Vous rappelez-vous de Computervision ?
- Néanmoins, les opportunités pour que de nouvelles sociétés créent les produits du futur sont limitées par les frais fixes liés aux produits existants, que ce soit côté éditeur ou côté clients.
- Cependant, les clients semblent toujours trouver des moyens de satisfaire leurs besoins même si les fournisseurs inflexibles ne font rien.
  - Des compagnies aérienne ont surfacturé la Classe Affaires transatlantique pendant de longues années – maintenant les gens ne payent plus, en ne volant pas ou en allant en Classe Economie, et beaucoup de compagnies aériennes perdent de l'argent.
  - Les opérateurs de téléphonie ont surfacturé les appels - jusqu'à Skype et à VoIP.
  - Les sociétés de téléphone portable aux Etats-Unis ont surfacturé le mode itinérant (roaming), les gens ont mis du temps à adopter des téléphones portables
    - maintenant la charge pour le mode itinérant aux Etats-Unis n'existe plus, et une société européenne de téléphone portable a cessé de la facturer en Europe **juste pour** l'été 2009.
- Ainsi, est-ce que le marché demandera de nouvelles technologies qui apportent de la valeur au client en CAO mécanique ?
  - **Peut-être que cette crise changera certaines priorités.**