

d'autres instruments, numériser et retoucher des esquisses papier. A partir de ces premières esquisses, différentes variantes peuvent être générées grâce aux outils du logiciel Autodesk Alias. La qualité des images présentées permet de communiquer plus efficacement lors de la présentation du projet pour approbation, et les modifications ou corrections à y apporter seront d'autant plus aisées et rapides à effectuer. Dès lors que ce premier modèle est accepté, il pourra être affiné et modélisé en 3D.

## De l'esquisse d'une montre à la production en CAO selon une méthodologie de travail inédite

Etablie depuis 1984 à La Chaux-de-Fonds, métropole horlogère des Montagnes neuchâteloises classée au Patrimoine mondial de l'Unesco, la société Hurni Engineering Sàrl est spécialisée dans la vente de logiciels pour la conception assistée par ordinateur (CAO / DAO), dans les domaines de l'horlogerie, la mécanique, le design industriel (CAID – Computer Assisted Industrial Design) et l'imagerie. Elle commercialise des solutions pour la gestion de documents, de composants et cycles de vie (PDM / PLM) et propose, avec son équipe d'ingénieurs et de techniciens, le consulting, l'installation, la formation et le support, notamment pour la mise en route d'un nouveau système CAO

### Introduction

Le prototypage numérique (Digital Prototyping), présenté par Hurni Engineering, offre la solution la plus aboutie pour développer, optimiser et valider au sein d'un même environnement logiciel une simulation numérique parfaite d'un produit terminé. Cette méthodologie nouvelle pour aborder la création, le développement et l'industrialisation d'un produit, consiste à rassembler dans un modèle numérique unique les données de conception de chaque phase du processus de développement, en partant des premières esquisses 2D et en passant par la modélisation 3D jusqu'à la mise en fabrication.

A partir de ce modèle numérique, il est donc possible d'explorer virtuellement le produit (en l'occurrence un modèle de montre chronographe) au fur et à mesure de ses phases de développement, en examinant tous ses composants, pour le valider et l'optimiser. Cette méthodologie offre l'avantage de maîtriser l'ensemble du flux en évitant les risques d'erreurs et la réalisation de coûteux prototypes. Elle procure donc un gain de temps, une simplification du processus et une réduction des frais de développement.

### Création et développement d'un chronographe en CAO avec la solution Digital Prototyping

#### 1. Premières esquisses

Un cahier des charges définissant la conception d'un nouveau chronographe est transmis au bureau de création. Le designer élabore à l'aide du logiciel de design CAID Autodesk Alias (Computer Assisted Industrial Design) une première esquisse en 2D. Ce logiciel intègre un jeu complet d'outils de peinture et d'esquisses numériques permettant à l'utilisateur de reproduire avec une qualité de finition élevée et une grande précision d'exécution une première vision du produit. Cette image n'aurait jamais pu être obtenue aussi rapidement s'il avait fallu, comme cela se fait généralement avec

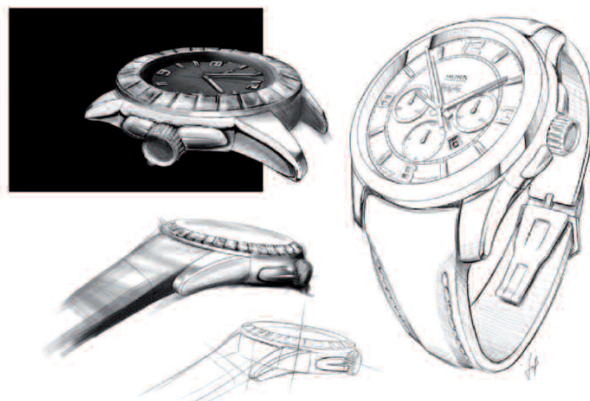


Fig. 1: Premières esquisses du designer.

#### 2. Avant-projet en 3D

Le passage de l'esquisse à l'avant-projet en 3D est d'abord réalisé à partir de formes simplifiées, combinées avec le croquis de base. Les outils permettent également de modifier automatiquement la modélisation 3D si une correction devait être apportée à l'esquisse et réciproquement. Cette capacité unique simplifie considérablement le travail du designer et lui fait gagner un temps précieux.



Fig. 2: Passage de l'esquisse à l'avant-projet 3D.

#### 3. Modélisation des surfaces et passage à la technique

Une fois l'avant-projet 3D approuvé, le designer passe à la modélisation finale où chaque surface, chaque détail, chaque dimension sont précisés, affinés et recalculés avec toute la précision requise.

Les capacités de modélisation dynamique 3D du logiciel Autodesk Alias permettent de passer de l'avant-projet 3D aux surfaces de haute qualité (classe A) prêtes pour la production. L'avantage de travailler au sein d'un même environnement logiciel donne au concepteur la possibilité de rester maître de ses conceptions et d'intégrer plus tard, dans le processus de développement, des modifications en évitant que le concept initial ne soit altéré au cours de la phase d'ingénierie.

#### 4. Phase d'ingénierie

##### Assemblage du prototype

Avec les outils du logiciel de CAO, le constructeur récupère

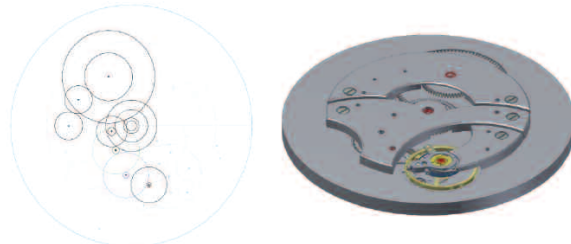


Fig. 3: Du concept 2D au modèle 3D.

Le modèle 3D créé par le designer, y intègre le mouvement et finalise le cadran, le fond de boîte, la glace, la couronne et les poussoirs, pour former un prototype numérique. Le constructeur utilise ensuite les accélérateurs de conception et les outils d'assemblage du logiciel pour réaliser l'ajustement précis de chaque composant du mouvement et de chaque pièce de l'habillage au sein de l'assemblage du modèle numérique.

### Corrections effectuées en cours de processus

Si un problème technique ou une modification du design devait survenir à cette phase du processus, le designer exécuterait la modification sur son modèle 3D et celle-ci serait automatiquement répercutée sur les fichiers du constructeur. Selon le même principe, des modifications peuvent être apportées au cadran, grâce aux outils spécifiques qu'offre Inven-Tools Watch, notamment pour la pose des chiffres, de la minuterie, des compteurs, du tachymètre, etc.

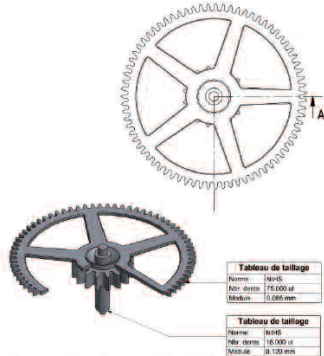


Fig. 4: Dessin de détail d'un mobile avec indication de taillage.

### Etablissement des plans de fabrication

Une fois toutes les données établies et la finalisation du prototype 3D complet réalisée, le constructeur procède à la validation du prototype numérique puis à l'établissement des plans de fabrication, des plans de montage, des plans de contrôle et de la gamme opératoire pour chaque élément concerné: boîtier, mouvement, cadran, etc. Le constructeur visualise ensuite le modèle assemblé et contrôle que l'ensemble fonctionne parfaitement.

### Finalisation du processus

Le chronographe, toujours sous forme de prototype digital, est terminé et a été simulé. Il s'agit alors de définir ou de choisir les détails esthétiques de son habillage: quelle matière pour le boîtier (or jaune, rouge ou blanc, acier, bicolore, titane...), lunette (polie, satinée ou sertie...), fond plein ou transparent, matière, décor et couleurs du cadran (laqué, émaillé, nacre, guilloché, serti, chiffres arabes, romains ou index, blanc, noir, or, argent...), quelles matières pour le bracelet (cuir avec bouclette ou fermoir, métal avec maillons de forme...), bref, autant de possibilités et de variantes dont la multiplicité est impensable à réaliser en prototypes.

Et pourtant toutes ces variantes peuvent être visualisées en temps réel avec un logiciel d'aide à la prise de décisions Autodesk Showcase. Cet outil peut être utilisé également en amont, lors des phases de design ou d'ingénierie.

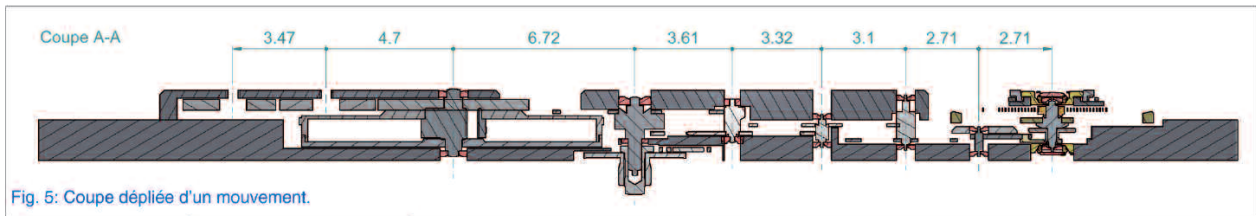


Fig. 5: Coupe dépliée d'un mouvement.

Au niveau du mouvement – sans doute l'élément le plus délicat et le plus complexe du modèle à réaliser – la solution Digital Prototyping offre encore tous les outils nécessaires, par exemple pour la cinématique des pièces mobiles, pour le calcul de la résistance des composants, des forces et des tensions mises en jeu, de la résistance aux chocs, etc. Le logiciel de gestion de données Autodesk Vault permet le suivi de modifications mineures (révision de composants existants) ou, lors de changements plus profonds, la copie de composants et de la documentation qui s'y réfère. Il permet également une navigation (ascendante ou descendante) dans la structure des assemblages, offre un système de recherche rapide, des possibilités de visualisation des composants ainsi que des outils de contrôle du cycle de vie.

Le même logiciel offre encore la possibilité de remplacer le mouvement par un autre répondant mieux au cahier des charges établi au départ, en réalisant une copie dérivée du mouvement initial à l'aide des outils de gestion des données.



Fig. 7: Image brute importée du logiciel CAO vers l'outil d'aide à la décision pour effectuer diverses variantes de terminaisons.

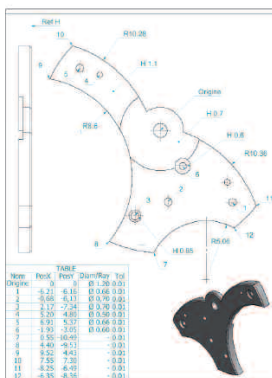


Fig. 6: Tableau de coordonnées horloger et cotations de hauteur et profondeur.

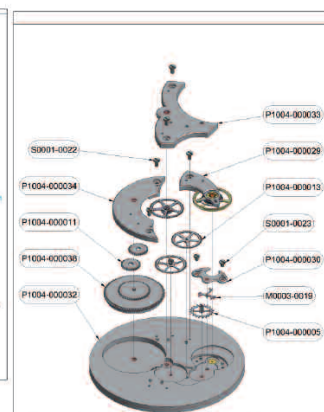


Fig. 6a: Eclaté d'un mouvement.

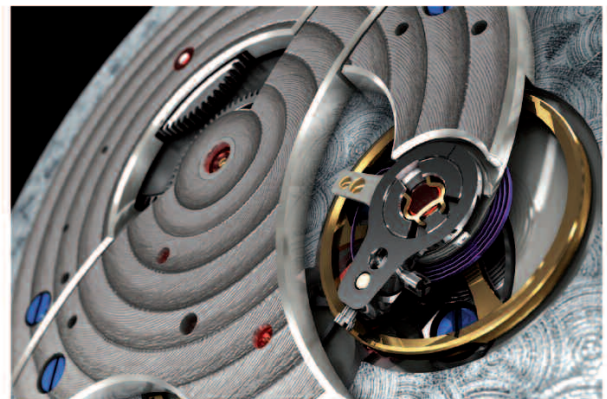


Fig. 7a: Variante de terminaisons créée à l'aide du logiciel d'aide à la prise de décisions.



Fig. 8: Différentes variantes du chronographe créées à l'aide du logiciel d'aide à la prise de décisions.

#### Méthodologie de travail

Les méthodologies de travail permettent au client d'optimiser au maximum l'utilisation des logiciels et génèrent des économies substantielles de temps et de coût ainsi qu'une meilleure gestion des données.

Dans le cadre de l'horlogerie où le développement du produit nécessite l'assemblage extrêmement précis de plusieurs dizaines, voire de centaines de composants (grandes complications), une méthodologie de travail parfaitement adaptée apporte une plus grande souplesse d'utilisation et de mises à jour au cours du flux, même dans le cas de modifications conséquentes. Bénéficiant d'une longue expérience du monde horloger, Hurni Engineering met à disposition des méthodologies de travail adaptées aux besoins de ses clients dans un climat de partenariat et de confiance réciproque.

Cette visualisation rapide en 3D par des images très réalistes, d'une remarquable définition, permet de prendre des décisions rapides et sûres sans passer par une construction longue et fastidieuse, pour ne pas dire onéreuse, de prototypes physiques. Ces images de très belle qualité sont également utilisables par les départements commercial et marketing pour présenter le nouveau produit avant sa sortie physique des ateliers de production. Ces mêmes présentations peuvent encore être améliorées à l'aide d'autres logiciels du même environnement (Autodesk 3ds Max design), spécialisés dans l'animation audio-visuelle sous forme de vidéo ou images.



Fig. 9: Différentes variantes de cadrans créées à l'aide du logiciel d'aide à la prise de décisions.