



Swatch SKIN – La montre plastique ultra-plate

Olivier Koch
ETA SA Fabrique d'Ebauches, CH-2540 Granges.

Résumé

Après la Délirium en janvier 1979, la Swatch en novembre 1982, ETA SA révolutionne l'horlogerie avec la Swatch SKIN – la montre quartz analogique en matière synthétique la plus mince au monde. Mise sur le marché le 1^{er} octobre 1997, la SKIN exprime la synthèse du principe de «construction intégrée» et de la technologie du surmoulage par micro-injection. Pour réduire son épaisseur à 3,9 mm seulement tout en garantissant sa fiabilité, le développement dut œuvrer dans trois grands axes : garantir la rigidité de l'ensemble, surmouler deux matériaux aux coefficients de dilatation différents et garantir l'étanchéité du produit. Élégante, légère, évolutive, basique et confortable, un grand nombre de SKIN habillent déjà leurs porteurs. Fruit d'une succession d'innovations, la Swatch SKIN complète l'histoire de la montre bracelet, histoire faite de perfectionnement et de miniaturisation.

Abstract

After the Delirium in January 1979, the Swatch in November 1982, ETA SA revolutionizing watchmaking with the Swatch SKIN – the world's thinnest analogical quartz plastic watch. Set up in market on the first of October 1997, SKIN expresses synthesis of «integrated development» and over-moulding technology using plastics micro-injection. To attain a watch thickness of only 3.9 mm ensuring its reliability, the development had to follow 3 principles : ensure the whole product rigidity, over-mould 2 materials with different coefficients of expansion and guarantee product's water-proofness. Elegant, light, evolutive, basic & comfortable a great number of SKIN are already worn. Fruit of a serie of innovations the Swatch SKIN achieves wristle watch history, an history built on impro-vement and miniaturization.

1. Le passé...

Dix jours après le lancement de la Délirium I – la montre quartz analogique la plus mince du monde – avec une épaisseur de 1,95 mm, l'idée de réaliser une version économique de cette merveille ultra-plate était couchée sur le papier.

Après trois ans de travaux intensifs consacrés au développement, à la production et à l'assemblage, la Swatch fait son apparition au grand public. Désormais, la montre n'est plus simplement ce qu'on est mais aussi ce qu'on devient au fil des jours, au gré des désirs, des émotions ou, tout simplement des circonstances. Précise, résistante, fiable, étanche, avantageuse, émotionnelle et novatrice. Dix ans plus tard, soit en octobre 1992 et fort des expériences précédentes, ETA SA est déterminée à battre un nouveau record du monde. Réaliser une montre à quartz analogique ultra-plate, mais cette fois-ci en version économique, basée sur les matériaux synthétiques. L'objectif visé est d'arriver à une épaisseur au centre inférieure à 4,0 mm. Sachant que la Swatch Gent mesure 9,15mm d'épaisseur, l'ampleur de l'ambition est aussi vite mesurée.

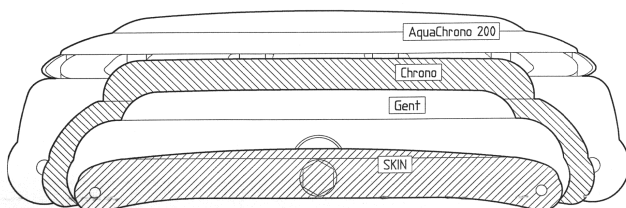


Figure 1 Comparaison des hauteurs des produits Swatch plastiques

2. Et le présent...

Une nouvelle dimension met le marché horloger en ébullition : un produit high-tech ultra-plat, emballé dans du plastique. SKIN, la montre moderne, incon-testablement Swatch. Elle séduit par son élégance et sa discrétion. Son bracelet fin est comme une seconde peau. Rien n'a été laissé au hasard. Chaque élément a été minutieusement affiné et raffiné. Son emballage souligne son aspect futuriste tout en jetant un pont vers le prochain millénaire.

3,9 mm pour un billet bleu. Dix-huit modèles ont déjà été créés et plus de 2 millions de SKIN ont conquis les cœurs d'amateurs de design et de high-tech. Robuste et précise, étanche et résistante aux chocs, la SKIN est devenue un des «Top modèle» de la montre plastique.



Modèle: Pure Line

3. La recherche commence...

Elle démarre en octobre 1992. Le projet est désigné par le No de Réf. 599, numéro qui possède un étrange air de famille avec le 999 du projet Délirium et 500 de la Swatch. L'avenir nous montra qu'il n'y avait pas que les numéros qui allaient se ressembler. Menées par le constructeur, les études et les analyses de procédés se succèdent. Douze mois plus tard, basé sur les principes statiques utilisés dans la construction des ponts et des bâtiments, le concept de construction définitif de la Swatch SKIN est prêt. Tout comme ses ancêtres, le fond de la montre fait office de boîte et en même temps de platine de base. C'est ce que l'on appelle le principe de «construction intégrée». Les éléments principaux tels que la source d'énergie, le module électronique, le module moteur et le mécanisme de mise heure sont quant à eux placés à l'extérieur des aiguilles, sous un cadran embouti (voir Fig. 8). Le développement de détail commence.

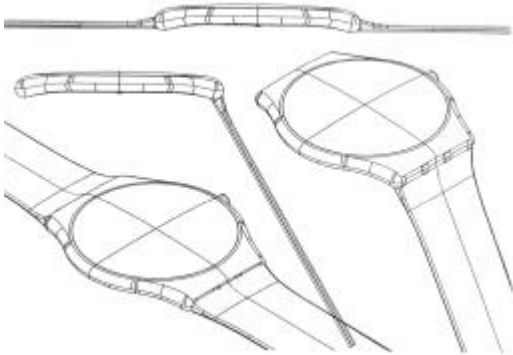


Figure 2 Le design global du produit est accepté

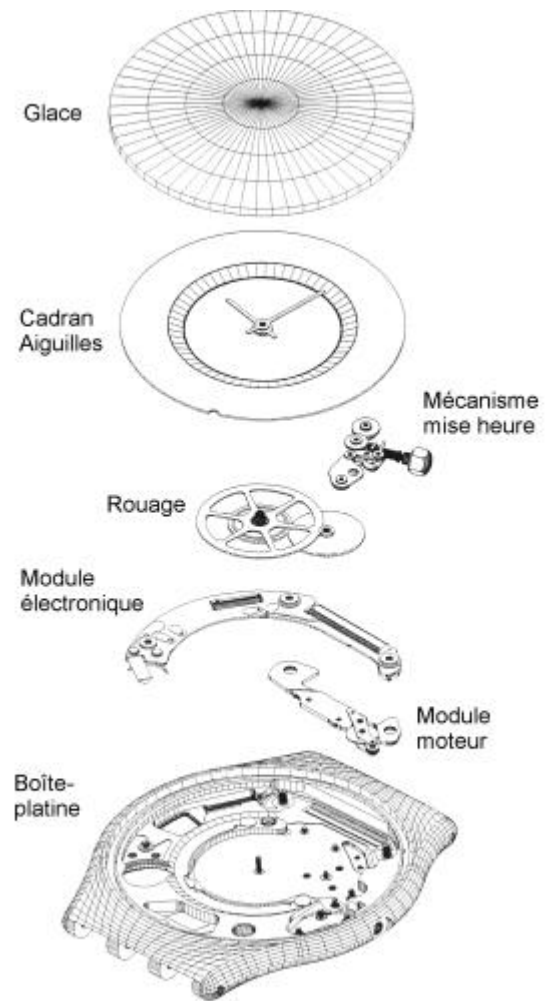


Figure 4 Vue éclatée



Figure 3 L'implantation des organes SKIN, un casse-tête... Suisse !

4. La construction se dévoile...

La boîte-platine, est constituée d'une platine métallique surmoulée par une matière synthétique. Les douze tenons de la platine positionnent et fixent tous les organes du produits.

Le rouage se compose uniquement d'une chaussée sans friction, d'une minuterie et d'une roue des heures.

Le module moteur est composé d'un stator sur lequel sont disposés un rotor bi-polaire et une roue intermédiaire guidés entre 2 ponts. La roue intermédiaire entraîne directement la planche de la roue de minuterie. Une impulsion à lieu toutes les vingt secondes et exerce ainsi un déplacement de l'aiguille des minutes de 2 degrés, soit \downarrow de minute.

Le circuit imprimé du module électronique comporte les brides de piles, le quartz, le circuit intégré ainsi que la bobine.

Le mécanisme de mise heure est composé d'une tige mise heure, d'un pignon coulant activé au travers d'une bascule, d'une tirette ainsi qu'un couvre bascule faisant office de sautoir. Le pignon coulant en position correction, engrène avec un renvoi intermédiaire qui lui-même entraîne un second renvoi intermédiaire. Ce dernier est en prise avec la planche de la roue de minuterie comme l'était la roue intermédiaire du module moteur. Tout est clair?

Particularité : Le renvoi et le renvoi intermédiaire du mécanisme mise heure sont entraînés en permanence lors de la marche normale de la montre. Lors de la correction de l'heure, étant donné l'absence de friction de chaussée, le rotor est mis en rotation par la tige mise heure.

4. Les difficultés surviennent, les efforts se multiplient, les solutions aboutissent...

C'est lors du développement de détails que les problèmes les plus divers et les plus complexes firent surface.

4.1 La rigidité du produit. Une des difficulté majeure était de garantir la rigidité du produit terminé malgré ses faibles épaisseurs de matière à disposition. Les exigences fixées en matière de traction, flexion et torsion de la boîte nous conduisirent à combiner une structure métallique multi-fonctionnelle et de la matière synthétique. Cette structure métallique - appelée platine - tient lieu non seulement d'ossature à la boîte mais sert également d'ancrage approprié à la matière synthétique surmoulée, à rigidifier les cornes des attaches bracelets ainsi que de référence pour les opérations d'assemblage automatisées (voir Fig. 8)

Cette platine de 1.712g a nécessité la plus grande des étampes progressives jamais réalisée chez ETA SA. Elle effectue simultanément 28 opérations de découpage, emboutissage, pliage et écrouissage. Cet outil pèse la bagatelle de 420kg et mesure 103 cm de longueur.

Afin de dimensionner les profils de la boîte, de la platine et de la glace, une centaine de simulations furent nécessaires.

Quatre cas de charge ont été simulés : l'immersion sous 30 m d'eau, le choc frontal, le choc latéral et le test au porter. Le premier cas fit l'office d'une analyse statique sous pression hydrostatique de 3 bar au moyen des éléments finis (Fig. 5). Les trois derniers cas ont été modélisés par éléments finis au moyen d'éléments rectangulaires linéaires axisymétriques. Il s'agit dans ce cas d'une simulation dynamique transitoire (Fig. 6).

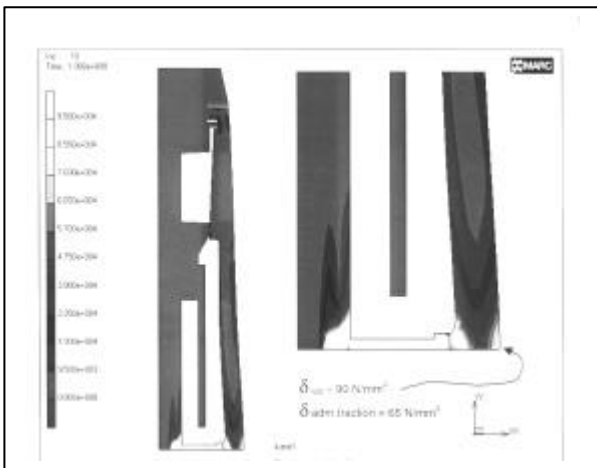


Figure 5 Mise en évidence des zones critiques lors d'une analyse statique AEF sous pression hydrostatique de 3 bar

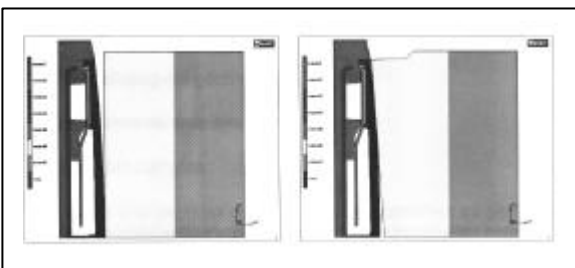


Figure 6 Modélisation de chocs frontaux sur la glace au moyen d'un mouton pendule

4.2 Surmouler la platine. Une des difficulté majeure fut de trouver un matériau synthétique réunissant tous les critères d'exigence des produits Swatch. Bien que des simulations de flux de matière furent faites par les moyens les plus modernes, des dizaines de matières différentes furent surmoulées par micro-injection. Ces boîtes nous permirent de vérifier l'injectabilité, les retassures, l'aspect, les effets de la différence de coefficient de dilatation entre les deux matériaux, de tester le comportement aux chocs thermiques extrêmes, de quantifier les résistances mécaniques et les résistances aux attaques chimiques externes.

Finalement, il fallut plus de deux ans de recherche, de test et d'optimisation des outils d'injection, pour enfin satisfaire nos exigences. Le surmoulage de la platine métallique par micro-injection est devenu possible.

4.3 L'étanchéité. Pour que le produit reste étanche tout au long de sa vie de deuxième peau (SKIN), trois zones étaient critiques. La tige de mise à l'heure, le couvercle de pile et la liaison platine - matière synthétique de la boîte.

La composition de la matière synthétique de la boîte nous obligea à changer de principe de fixation de la glace sur la boîte. Les ultrasons usuellement utilisés pour lier par fusion la boîte et la glace ne pouvant être appliqués. Dès lors, un groupe d'ingénieurs internes et externes se mit en quête de développer une technique de collage industriel de cette glace dans la boîte. Là également, les critères furent élevés : tenue, élasticité, étanchéité et esthétique. Après toute une batterie de tests, la colle fut choisie. Une machine de collage fut spécialement développée pour cette application.

Côté puits de pile, le joint O-Ring utilisé et les états de surfaces de la boîte et du couvercle de pile jouent un rôle capital. La maîtrise de cette étanchéité fut rendue possible grâce aux précieuses informations livrées par les photos des microscopes à balayage électronique. (Fig. 7)

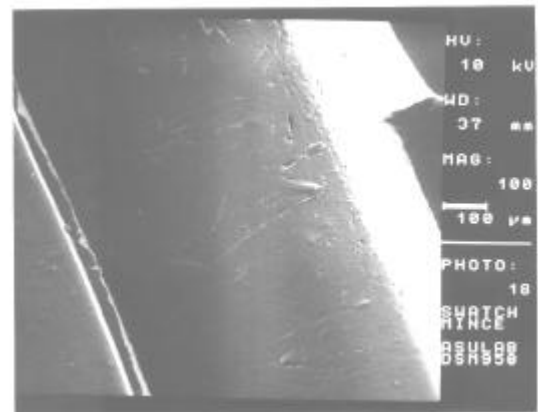


Figure 7 Agrandissement 100x de la zone d'appui du joint O-Ring dans le puits de pile

L'étanchéité de la tige de mise à l'heure ne posa pas de difficulté. En revanche, de nombreuses corrections de la platine furent nécessaires pour garantir une parfaite planéité de la platine après surmoulage. Autrement dit, si la platine n'est pas totalement et correctement recouverte par une couche suffisante de matière synthétique, l'eau pénètre par les faibles interstices entre ces deux éléments.

Bref, bien d'autres problèmes furent également à résoudre. Voici quelques exemples:

- La dégrènerie du rouage due à de minces plaques de grands diamètres et des faibles hauteurs de guidage
- La tenue des rondelles de fixation des différents organes par leurs faibles épaisseurs
- La planéité du cadran embouti et la planéité de l'assise glace dans la boîte pour garantir le collage cadran et glace
- La pose aiguille avec jeux réduits

5. L'apothéose...

Histoire de ne pas s'arrêter en si bon chemin, ETA SA affronta de nouvelles difficultés en réalisant une version transparente de la SKIN dévoilant ainsi toute sa technologie.

Deux modèles naissent : La «Jelly » (boîte transparente avec composants standards) et la «Golden Jelly » avec sa boîte transparente et tous ses composants métalliques dorés.

Dans ces deux produits, les pierres d'achoppement furent : le choix de la matière synthétique transparente de la boîte et la construction du centre de la montre. Construction rendue difficile par le fait que le cadran métallique embouti (voir Fig. 8) faisant office de structure porteuse est supprimé et remplacé par un cadran transparent de format réduit.

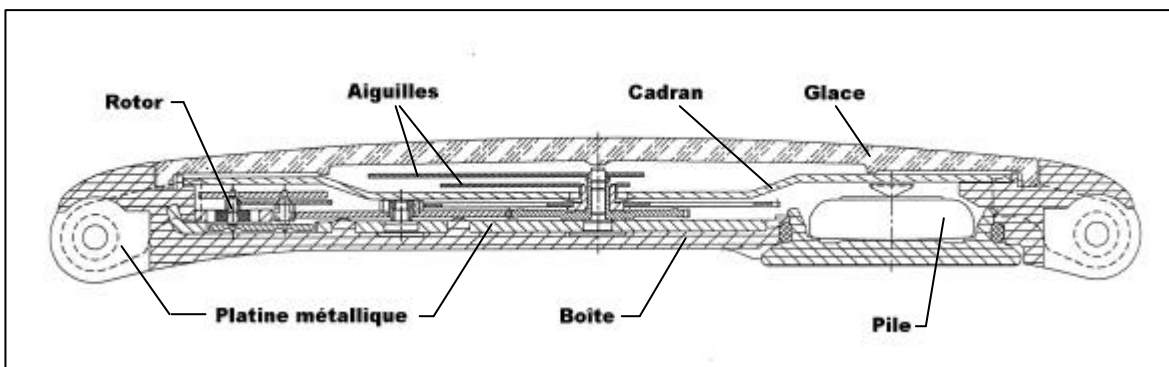


Figure 8 La coupe de la SKIN, après 5 années de régime aminçissant

swatch⁺
SKIN

Fruit de l'imagination et de la volonté, de la perspicacité et de la ténacité, les 12,3 grammes de la SKIN laisseront sans doute une empreinte durable dans l'histoire de ce monde merveilleux de l'horlogerie.