

Vingt ans d'inventivité horlogère en dix leçons



1



2

David Chokron

Depuis 1995, le secteur horloger connaît une effervescence qui ne semble pas vouloir retomber. La popularité croissante des montres mécaniques a permis à la belle horlogerie de vivre un nouvel âge d'or. Il est non seulement commercial, mais également technique. Après des décennies de stagnation, la manière de fabriquer les montres et leurs complications est tonifiée par des vagues régulières d'innovations. Matières, affichages, machines, régulation, tribologie, tous les domaines sont concernés du moment qu'ils restent circonscrits au paradigme de l'engrenage et de l'échappement mécanique. Le but reste le même qu'aux XVII^e et XVIII^e siècle : rendre la montre plus performante, plus fiable, plus attirante. Parmi des douzaines de nouveaux procédés, tendances et inventions, nous avons retenu les dix plus marquants.

1. Généraliser le fond transparent. C'est un changement de portée limitée, en apparence. Mais il a modifié la manière dont nous regardons nos montres. Désormais, nous les contemplons à l'envers comme à l'endroit. Les fonds de boîte en métal plein, opaques, sont devenus des exceptions

marginales. Seul Rolex résiste encore et toujours au fond transparent. En vingt ans, on en est venu à vouloir montrer ce qui se passe à l'intérieur des montres mécaniques à tout prix, même si le paysage n'a rien d'enchanté ou de singulier. Ce processus renvoie en fait au temps où les boîtes de montres à double fond mettaient le mouvement à l'air libre. Plus simple pour les horlogers, le geste pouvait aussi servir aux propriétaires désireux de faire voir les finitions de leurs garde-temps. La version moderne utilise le même saphir transparent, inrayable et antireflets qui sert au dessus du cadran, mais pour exhiber le côté ponts des calibres. La beauté intérieure des montres n'a jamais tant compté.

2. Remplacer l'aiguille. L'aiguille a failli devenir ringarde. Son monopole sur l'indication de l'heure et autres complications a bel et bien pris fin. Devant le retour en force des disques, remontés des années 60 où ils avaient poussé comme des champignons, elle se sentait quelque peu obsolète. Et pour ne pas arranger son cas, des solutions véritablement novatrices sont apparues. Le



digital mécanique a été à la pointe de l'horlogerie compliquée des années 2000. Harry Winston ou de Grisogono s'en sont régalés. Des segments de chiffres sont activés par des mécanismes tout ce qu'il y a de classique pour donner l'heure en toutes lettres. Mais l'inventivité ne s'arrête pas là. Les disques ont cédé la place aux tubes remplis de fluides d'HYT. Autrefois repoussé à l'extérieur, l'élément liquide a fait irruption dans le mouvement pour y apporter de la fraîcheur et des complications nouvelles. Ajoutons-y des billes chez Christophe Claret, des doigts chez Gérald Genta, des rouleaux pour Maîtres du Temps, des dômes avec MB&F, des rubans imprimés avec Devon... la représentation de l'heure a stimulé les approches mécaniques qui les animent et forcé à penser de nouveaux mouvements.

3. De nouvelles complications. Au-delà de la manière de faire les montres, le public s'intéresse surtout à ce qu'elles savent faire. Et elles ont appris bien des tours en vingt ans. Le quantième annuel a apporté sa simplicité et son coût modéré aux calendriers longs. Les très grandes réserves

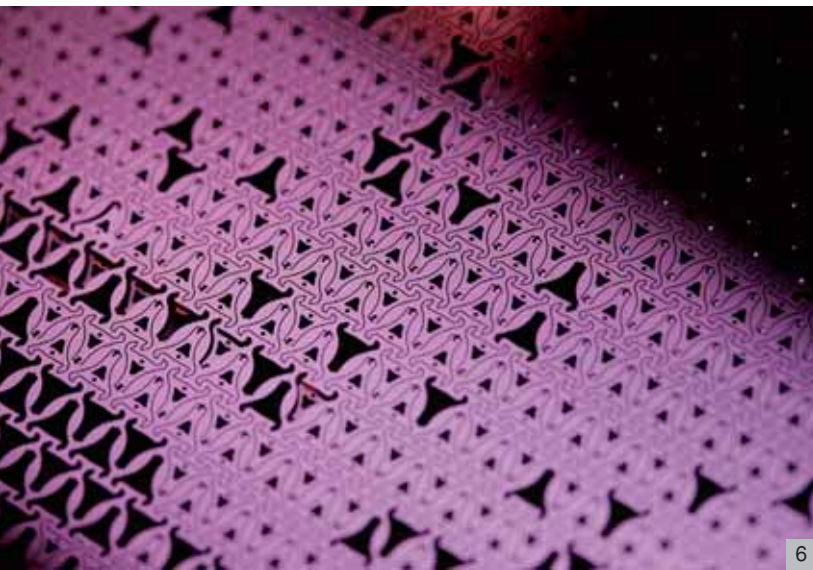
1 Avec un mouvement comme les construit et les finit DeBethune, un fond saphir est indispensable.

2 Donner l'heure sur des dômes, l'une des multiples solutions d'affichage alternatif qu'exploite MB&F, ici avec la HM6.

3 Le Gyrotourbillon 3 est le dernier né d'une série de tourbillons tri-axiaux signés Jaeger-LeCoultre, comme on n'aurait pas osé les rêver il y a trente ans.

4 Minutes, secondes et deux compteurs de chronographe, Gérald Genta a fait avancer la cause de l'affichage multi-rétrograde.

5 En mettant sa cage de tourbillon très loin du centre du mouvement, Piaget l'a transformée en aiguille des secondes, qui effectue donc une double révolution.



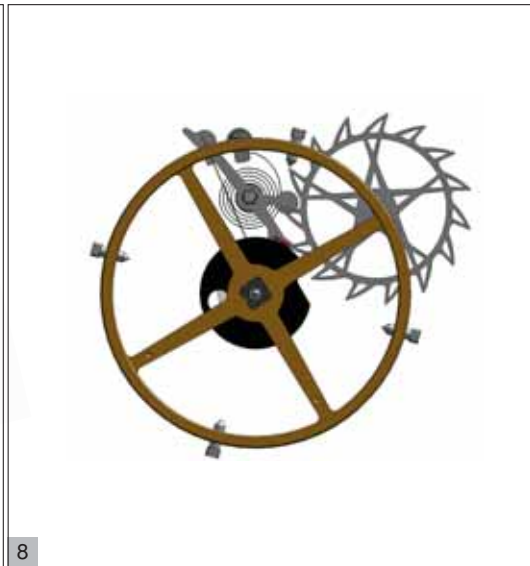
6 Une plaque d'ancre Ulysse Nardin en silicium : aux confluent de l'horlogerie et du microprocesseur, la fabrication prend des chemins de traverse.

7 L'Echappement Constant de Girard Perregaux : grâce au silicium et à une géométrie complexe, cet échappement régule naturellement la force transmise au balancier.

de marche de A. Lange & Söhne, Hublot ou Jacob & Co, tous au-delà des trente jours, ont enfin migré des horloges de parquet montres de poignet. Les affichages bi- et quadri-rétrogrades de Bulgari (et encore plus nombreux chez Pierre DeRoche) ont fait du saut en arrière un spectacle presque populaire. Les comptes à rebours programmables de Rolex ou Panerai, principalement destinés à la régates, ont fait progresser la science du chronographe. Mais le tourbillon de poignet est certainement le domaine où la créativité a été la plus forte. Il faut dire qu'il ronronnait tranquillement depuis 150 ans. Puis les cages multi-axiales de Franck Muller et Jaeger-LeCoultre ont mis les échappements sens dessus dessous. L'écartement progressif de l'axe de la cage de celui du balancier a déporté celle-ci à la périphérie du cadran. Les tourbillons de Breguet ou Piaget sont ainsi devenus des aiguilles ! La multiplication des cages chez Antoine Preziuso et plus emblématiquement chez Greubel Forsey a poursuivi la surenchère. Enfin, sa vocation même a fait des émules. Pour contrer les effets de la gravité sur l'organe réglant, la Christophe Colomb de Zenith l'a monté sur cardans, et Cartier

l'a carrément logé dans le micro-rotor de son Astrorégulateur. Il fallait oser.

4. La martingale du silicium. On l'a beaucoup dit, écrit, expliqué mais il le mérite largement. Le silicium est une matière pleine de qualités et d'avenir. Il faut remonter aux années 1895 et l'arrivée de l'Invar (premier alliage paramagnétique et peu sensible aux variations de température, utilisé pour la fabrication de spiraux) pour retrouver une innovation des matériaux aussi profonde et impactante. Il a ses détracteurs, mais leurs arguments sont fallacieux : on ne pourrait pas réparer une pièce en silicium dans cent ans contrairement à une pièce en laiton. Qu'en savent-ils ? En attendant, le silicium répond très largement aux problématiques de friction à l'échappement, aux questions de magnétisation des organes réglants, aux résiduelles influences de la variation de température sur la marche de la montre. Qu'il compose spiral, ancre ou roue d'ancre, le silicium apporte des remèdes simples à des questions toujours pendantes. Economique, démocratique, pratique, il a tout pour lui. Car même si sa fabrication reste soumise à des

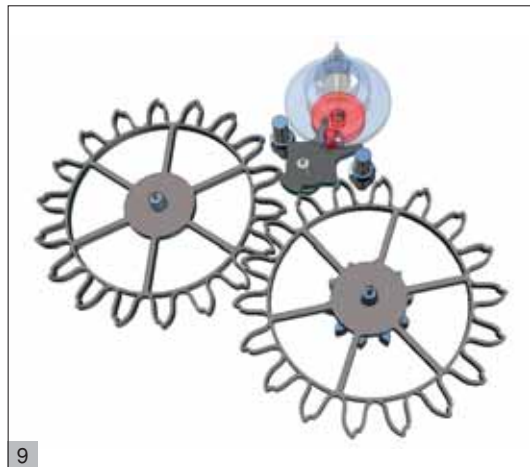


brevets que peu d'entreprises peuvent exploiter, l'une d'entre elles, Sigatec (filiale de Mimotec et Ulysse Nardin), a lancé sa commercialisation à grande échelle.

5. Des échappements (presque) nouveaux. Au XVIII^e siècle, il n'était pas d'invention plus noble qu'un échappement. Des dizaines se sont succédés, pas toujours efficaces, pas toujours réalisables. Puis l'échappement à ancre dit suisse s'est rendu indispensable à la montre de poignet et a réglé la question une bonne fois pour toutes... semblait-il. Mais l'ambition de créer de nouvelles manières de découper le temps en tranches égales n'a jamais quitté l'esprit de certains chercheurs. Surtout depuis que le succès de l'horlogerie très haut de gamme leur a permis d'espérer la rentabilité. George Daniels a ainsi touché le jackpot avec l'acquisition de son échappement co-axial par Omega en 1999. Des années plus tard, des variantes d'échappement naturel ont fait surface chez F.P.Journe ou Laurent Ferrier, concrétisant à des siècles de distance le rêve de M. Breguet d'un échappement minimisant frictions et pertes d'énergie

8 A grand peine, l'échappement à détente a été adapté à un porter de poignet par Urban Jurgensen, grâce à un procédé qui évite à la détente de sauter en cas de choc.

9 Théorisé dans le passé, l'échappement naturel à double impulsion a connu diverses implémentations, comme celle d'Ulysse Nardin.





à l'impulsion. L'échappement à détente revient aussi sur le devant de la scène, soit avec des modifications substantielles comme chez Audemars Piguet, soit adapté au poignet comme chez Urban Jürgensen, qui l'a presque immunisé contre les chocs. Mais il s'agit là de mettre à jour des principes décrits il y a fort longtemps. L'innovation contemporaine consiste en une véritable force constante à l'échappement, c'est-à-dire à l'intérieur de celui-ci. Elle a enfin vu le jour grâce aux composants en silicium qu'utilisent Girard-Perregaux dans son échappement Constant et Ulysse Nardin dans son Ulysse Anchor Escapement.

6. Dompter le magnétisme. Avant les années 1950, l'aimantation des mouvements était un problème réel mais marginal, réservé aux rares pilotes et explorateurs polaires. Puis la recherche scientifique, la démocratisation du haut-parleur et de l'ordinateur, les portiques de détection de métaux ont tout changé. Le magnétisme est devenu un sujet omniprésent, invisible et sous-estimé. La parade inélégante et ancienne de la cage en fer doux, qui enrobe le mouvement pour le protéger, a vu son

monopole s'éteindre. Fabriqué dans un alliage propriétaire, le mouvement Master Co-Axial d'Omega vient de supprimer le problème. Il se propage au sein de la marque et ne devrait pas longtemps rester seul. En parallèle, les propriétés paramagnétiques du silicium ont permis d'inviter l'aimantation au cœur de l'organe réglant de la montre. Breguet se sert d'elle pour tenir en place les pivots de balancier dans sa montre Classique Chronométrie 7727. Son échappement fonctionne sans friction, sans perturbation. Christophe Claret utilise même le magnétisme pour indiquer l'heure de la X-Trem-1 en faisant se déplacer des billes d'acier dans des tubes. Quel retournement de situation !

7. Le LIGA, au-delà de l'usage. C'est un lieu commun de dire que l'industrie électronique est un ennemi héréditaire de l'horlogerie mécanique. Défait, cet ennemi avait failli mettre à terre l'héritage horloger helvétique dans les années 1980. Mais cet univers a ses contributions que l'on ignore parfois. Les composants en silicium en sont un, le LIGA en est un autre, bien plus discret. Au lieu de découper un composant dans du métal ou du plastique, le

10 Les modèles Master Coaxial d'Omega ne subissent pas le magnétisme. Ils ne s'en protègent pas, ils ne le repoussent pas, ils ne le ressentent pas.

11 Grâce à la fabrication LIGA, Rolex peut proposer son nouvel échappement Chronoflex, avec à la clé un gain d'énergie et de précision notables.

12 En acier durci recouvert de nitrure de titane, cette Urwerk UR-103 AlTiN aux reflets chocolat exploite une solution issue des outils de coupe pour s'immuniser contre la rayure.



LIGA consiste à en dessiner la forme. La technique débute avec une phase de lithographie, un procédé d'impression qui trace un dessin grâce à la finesse microscopique d'un canon à électrons. Puis la forme est recouverte d'une couche de métal qui donnera corps à la pièce. Enfin, les parties inutiles sont dissoutes, faisant apparaître le composant et son volume. Les pièces ainsi formées possèdent des tolérances inatteignables avec les procédés mécaniques, mais aussi des tailles microscopiques. Leurs surfaces sont parfaitement lisses et polies de naissance. L'horlogerie de poignet étant de plus en plus friande de miniaturisation des complications et des complexités, le LIGA s'est taillé une place de choix dans les mécatroniques de pointe.

8. Lutter contre le frottement. Il est l'ennemi numéro un de la mécanique, tous domaines confondus. Et en horlogerie encore pire. Le frottement gaspille l'énergie emmagasinée dans les barillets. Gêne la bonne marche des organes réglants. Crée des micro-poussières de métal qui, mêlées aux lubrifiants qui la combattent tant bien

que mal, encrassent les contre-pivots où tournent les axes du mouvement. A l'extérieur des montres, la lutte est la même. La rayure défigure les beaux flancs satinés ou polis des boîtiers d'acier ou d'or. A l'intérieur du mouvement, les solutions abondent désormais. Les roulements à bille en céramique permettent aux rotors de tourner librement. Les matières imitant la structure cristalline du diamant font que tout glisse dans la Master Compressor Extreme LAB de Jaeger ou les échappements haut de gamme de MHVJ. Cartier utilise sa version, le Cristal de Carbone, dans son Astrotourbillon. Les nouveaux traitements de surface ont également beaucoup aidé. Le PVD, dont le DLC est une sous-espèce, rend les surfaces plus lisses et facilite les contacts. Il a modifié la manière dont nous envisageons la couleur des boîtes. Noir, il a porté une révolution de style qui dure, mais qui protège aussi le métal. Plus poussé encore, et également issu du monde de l'outillage de coupe, les revêtements de type nitrure de titane d'Urwerk ont eu leur heure de gloire. Quant aux boîtiers en céramique, ils ne cessent de gagner en dureté et en succès auprès des marques séduites par leur résistance à la rayure.



13 L'allègement dans l'horlogerie concerne l'habillage, mais aussi le mouvement. La Richard Mille RM 27-01 allie les deux : boîtier en composite et mouvement à tourbillon suspendu ultra-light.

14 Industrie du numérique mise au service de la mécanique analogique, la fabrication en salle blanche est l'un des nombreux transferts de technologie qui enrichit l'horlogerie.

9. En quête de légèreté. La réduction des masses est un phénomène omniprésent en horlogerie. On l'a beaucoup constaté sur les boîtiers avec l'irruption de matériaux exotiques, d'alliages intégrant de l'aluminium, du magnésium, du titane ou le très prometteur carbone. Mais la vague est plus profonde car elle touche également au mouvement. En plein cœur, même, puisque les balanciers en titane n'ont jamais été aussi nombreux. Les cages de tourbillon, fières d'afficher un poids inférieur à un demi-gramme, sont également au régime minceur : 0,18 grammes pour De Bethune. D'autres composants d'échappement sont concernés, comme ancre et roue d'ancre. Ils ont pris des formes ajourées chez Leroy ou plus récemment Rolex. Réduire leur inertie, c'est favoriser la chronométrie en améliorant le facteur qualité du mouvement, sa capacité à retrouver une marche isochrone. L'effet surprise des boîtes en composite Richard Mille qui pèsent autant qu'une pierre ponce ne sont que la face émergée de cet iceberg.

10. Les électrochocs du numérique. Internet a changé la manière dont nous regardons, apprenons et désirons l'horlogerie. Mais le numérique a également révolutionné la fabrication des montres bien avant les habitudes de ses consommateurs. Les logiciels de conception assistée par ordinateur sont devenus la norme après avoir équipé à vitesse grand V des bureaux techniques qui, en 1995, dessinaient encore à la main. Plus poussée, la modélisation des forces et interactions mécaniques a bouleversé l'art du prototypage et des tests de fiabilité. La virtualisation du mouvement a simplifié le travail des constructeurs qui savent désormais quelle épaisseur de laiton mettre à quel endroit pour fiabiliser leur calibre. La commande numérique des robots d'usinage a achevé ces bouleversements en apportant des tolérances et une facilité d'usage qui ont transformé la fabrication des composants. Certes, les décolleteuses à came ont encore de beaux jours devant elles, mais la CNC, l'électroérosion et la découpe laser permettent de façonner des pièces qui décident, par leur conformité au plan, si un mouvement fonctionne ou pas. ●