



LA MAÎTRISE DE LA PRÉCISION

UNE HISTOIRE D'INNOVATION ET D'EXCELLENCE QUI SE RACONTE AU PASSÉ, AU PRÉSENT ET AU FUTUR

Éléments clés :

- Du métal brut à la montre finie : la précision à chaque étape
- Chocs, magnétisme et gravité : relever les défis de la chronométrie
- Une réponse innovante au dilemme entre isochronisme et complications

Chez Jaeger-LeCoultre, nous sommes convaincus que la maîtrise de tout art, quel qu'il soit, requiert du temps, de la patience et du labeur. Pour notre Maison, celle de la précision, l'une de nos valeurs fondamentales, fait l'objet d'une quête entamée il y a déjà deux siècles – et qui forgera pendant encore longtemps notre avenir.

C'est l'obsession de la précision qui a poussé notre fondateur Antoine LeCoultre à se lancer dans l'horlogerie. Avant même d'ouvrir son premier atelier et alors qu'il travaillait toujours dans la forge de son père, il inventa des machines permettant de découper des pignons en acier avec un degré de minutie jamais atteint auparavant. Inspirées par ce précurseur, des générations d'horlogers, d'ingénieurs, de designers et d'artisans se sont depuis succédé pour parvenir à dompter la précision dans tous les domaines et à tous les niveaux de la création horlogère – de la conception à la transformation des matières premières en pièces détachées, jusqu'aux gestes rigoureux nécessaires à l'assemblage, à la finition et à la décoration des montres. En 2024, Jaeger-LeCoultre raconte cette histoire en quatre chapitres.

La précision de la production

En horlogerie, la précision du processus de production est la clé de tout le reste. Cela, Antoine LeCoultre, dont les premières inventions allaient révolutionner le secteur, l'avait bien compris.

En 1830, trois ans avant d'ouvrir son atelier, il développa et fit breveter un outil mécanique permettant de détailler des dents des pignons dans l'acier. Au lieu de les façonner à la main un à un, il était désormais possible de fabriquer aisément plusieurs pignons identiques à partir des mêmes spécifications et avec une plus grande méticulosité que jamais auparavant.



Quatorze ans plus tard, en 1844, Antoine LeCoultre inventa le Millionometre. Premier appareil capable de mesurer le micron, il permit à l'entreprise LeCoultre & Cie non seulement de proportionner les composants avec un niveau d'exactitude inédit, mais aussi de réduire davantage leur taille. On peut considérer le Millionometre comme la réponse ingénieuse d'Antoine LeCoultre à la miniaturisation, rendue possible par les machines qu'il avait lui-même inventées, et qui fut poussée encore plus loin grâce à cette nouvelle innovation. Produit en très peu d'exemplaires, le Millionometre était une technologie jalousement gardée par la Manufacture, où il servit de standard de précision pendant plus de 50 ans.

Poursuivant sa quête d'exactitude, Antoine LeCoultre ajouta de nouveaux outils à ses processus de production, comme la machine à arrondir en 1850 ou la machine à fraiser en 1860, renforçant encore sa capacité à produire des composants horlogers rigoureusement dimensionnés.

Parmi les pièces exceptionnelles que l'on lui doit se trouve le mouvement le plus plat au monde : avec seulement 1,38 mm d'épaisseur, le Calibre 145 fut dévoilé en 1907 dans une montre de poche surnommée « Couteau » en raison de sa minceur.

Préservant l'héritage légué par Antoine LeCoultre à la précision horlogère, les matrices de chaque pièce sont soigneusement conservées entre les murs de la Manufacture depuis 1926. Aujourd'hui, Jaeger-LeCoultre possède plus de 1 900 poinçons qui lui permettent de produire et d'entretenir chacun de ses calibres.

Tout au long de sa vie, Antoine LeCoultre poursuivit le développement de machines à découper et à estamper minutieusement calibrées, mais aussi de tours mécaniques servant à décorer les composants. En rendant possible la production en série, sa quête de précision a posé les premiers jalons de l'industrie horlogère moderne – un succès récompensé d'une médaille d'or lors de la Grande exposition universelle de Londres en 1851.

Au fur et à mesure que la technologie progressait au cours du XX^e siècle et jusqu'à aujourd'hui, Jaeger-LeCoultre a intégré des aides à la précision dans ses ateliers. La Manufacture fut une pionnière dans l'utilisation de machines-outils à commande numérique (MOCN), adoptées dès 1982, et de la conception assistée par ordinateur (CAO). Plus récemment, des techniques comme l'électro-érosion, la découpe laser ou le prototypage 3D ont transformé des étapes clés du processus de production en sciences exactes. Toutefois, ces technologies ne viennent qu'en complément de l'homme et ne sauraient remplacer les gestes précis indispensables au design de nos montres, à l'élaboration des maquettes, ou encore à l'assemblage, la finition et la décoration de nos calibres – car c'est l'expertise de la main qui distingue la Haute Horlogerie, insufflant à chaque création une âme indéfinissable.



La précision de la chronométrie

La chronométrie désigne, tout simplement, la précision de l’affichage horaire. Un chronomètre est un calibre mécanique qui présente un très haut degré d’exactitude, certifié au terme d’un ensemble de tests très exigeants. Cette certification est née des progrès de la technologie optique au milieu du XIX^e siècle, qui a conduit à la création d’observatoires permettant l’étude des mouvements des astres qui définissent le temps tel que nous le concevons.

Fidèle à l’obsession de notre fondateur pour la précision, la Manufacture Jaeger-LeCoultre a développé de nombreux chronomètres en 190 ans d’existence. Pour répondre à ces critères, des recherches approfondies sont menées pour aider les montres à surmonter les défis auxquels elles sont soumises au quotidien. La réalisation d’un mécanisme de chronomètre requiert un grand savoir-faire technique : les pignons doivent être façonnés avec précision et les engrenages parfaitement embrayés ; les surfaces de travail ont besoin d’être parfaitement polies pour réduire les frottements ; les métaux doivent résister aux variations de température et au magnétisme.

Dans sa quête de précision et de durabilité, l’horlogerie mécanique doit relever bien des défis : chocs et impacts, champs magnétiques, distribution de l’énergie ou encore gravité.

Défi n° 1 : les impacts et les chocs

Plus la fréquence d’un mouvement est élevée, moins il est sensible aux chocs. Répondant à la nécessité de mouvements plus résilients, la Maison a lancé en 1970 le Calibre 916, affichant une haute fréquence de 28 800 alternances par heure (4 Hz). Elle redéfinit ainsi la norme de l’époque, rompant avec les mouvements traditionnels à 2,5 ou 3 Hz. Poussant toujours plus loin sa recherche d’exactitude, Jaeger-LeCoultre a également développé le Calibre 781 pour la Master Compressor Extreme Lab, à la précision et la fiabilité remarquables. Entre autres innovations, le spiral est doté d’un dispositif de protection spécial qui limite ses mouvements pendant les situations extrêmes, comme en cas de choc.

Défi n° 2 : les champs magnétiques

Les champs magnétiques peuvent affecter la précision des montres mécaniques en provoquant une accélération ou un ralentissement des mouvements de certains composants. La Manufacture a commencé très tôt à explorer différents matériaux dans le but d’améliorer la performance du spiral. Elle fit ainsi partie des premiers à utiliser un spiral en palladium, inauguré sur le Calibre LeCoultre 18RV de son chronographe de poche lancé à la fin du XIX^e siècle – une innovation qui lui a valu une certification chronomètre. Poursuivant sa lutte contre la magnétisation, Jaeger-LeCoultre a imaginé en 1958 la Geophysic, conçue pour plus de durabilité, d’étanchéité et de précision grâce à sa boîte intérieure en fer doux antimagnétique. Certifiée chronomètre, ce fut l’une des premières montres-bracelets à offrir de telles caractéristiques.

Défi n° 3 : l’énergie



Les montres mécaniques fonctionnent à l'aide d'un ressort qui se remonte et transmet de l'énergie au mouvement. Lorsque la réserve de marche est presque épuisée, le relâchement du ressort réduit l'amplitude des oscillations du balancier, ce qui provoque l'instabilité du mouvement et de la chronométrie. Une plus longue réserve de marche peut retarder l'apparition de ces symptômes, assurant un « battement » plus régulier qui permet de conserver la précision horaire plus longtemps. Au XIX^e siècle, les horlogers de la Manufacture ont relevé un défi supplémentaire : l'ajout de complications. Dévoilé en 1881, le Calibre 19/20RMSMI à répétition minutes présentait deux barillets entraînant un unique engrenage connecté à la fois à l'affichage horaire et aux complications. Cette innovation a posé les bases du concept Duometre, un dispositif révolutionnaire inventé au XXI^e siècle. Pour encore plus d'efficacité énergétique, en 2004, la Master Eight Days Perpetual associe un quantième perpétuel à 8 jours de réserve de marche, alliant excellence de la performance et élégance du design.

Défi n° 4 : la gravité

La gravité influence la précision des montres mécaniques en affectant le balancier et l'échappement à chaque changement de position de la montre, provoquant des variations dans l'affichage horaire. Pour y remédier, certaines pièces sont équipées d'un tourbillon dans lequel ces composants tournent continuellement pour éliminer les erreurs induites par les effets de la gravité. En 1946, Jaeger-LeCoultre a créé le remarquable Calibre 170, présenté dans plusieurs concours de chronométrie et lauréat de nombreux prix. Toujours animée par l'esprit inventif d'Antoine LeCoultre, en 2004, la Maison a repoussé les limites de l'horlogerie en lançant un tourbillon multi-axes.

La Manufacture LeCoultre produisait déjà des montres de poche certifiées chronomètres au XIX^e siècle, 100 ans avant l'invention d'outils modernes comme les MOCN ou la découpe laser. Si certaines étaient dotées de mécanismes simples évitant la multiplication de variables pouvant affecter la chronométrie, la Manufacture en proposait également d'autres plus complexes. En 1890, elle a relevé l'incroyable défi de construire une montre de poche à Grande Complication certifiée chronomètre.

En 1992, Jaeger-LeCoultre lance le Contrôle 1 000 Heures. Ce protocole parmi les plus stricts de l'industrie concerne non seulement le calibre seul mais aussi la montre emboîtée. Il est aussi plus pointilleux que la certification Chronomètre suisse. Le premier mouvement validé par le Contrôle 1 000 Heures fut le Calibre 899, pilier de la collection Master Control.

Toujours à la recherche de moyens d'améliorer la chronométrie, les innovations de ces dernières années se sont concentrées sur les matériaux des composants clés - y compris le silicone et de nouveaux lubrifiants pour réduire les frottements et ainsi améliorer la transmission de l'énergie -, sur de nouvelles constructions pour les engrenages et les balanciers, et sur de nouvelles formes pour les roues d'échappement et les palettes, qui ont toutes amélioré l'isochronisme et donc la précision de la chronométrie.



La précision de l'organe réglant

L'organe réglant est l'une des pièces les plus importantes du mouvement. Composé de la roue de balancier et du spiral, c'est l'élément que l'on trouve si hypnotisant à observer sur les calibres mécaniques, qui semble vivant et qui respire – son cœur battant. Contrôlée par l'expansion et la contraction du spiral, la régularité de ce battement de cœur - connu sous le nom d'isochronisme - est cruciale pour la précision de la mesure du temps.

Jaeger-LeCoultre est l'une des rares Maisons dotées des savoir-faire spécialisés en interne pour façonner et fabriquer des spiraux de différentes formes. Ce composant clé fait d'ailleurs l'objet de recherches approfondies menées par les ingénieurs de la Manufacture depuis des décennies. Leur objectif initial était de trouver le matériau adéquat : ainsi, en 1890, le premier spiral en palladium vit le jour. Plus récemment, leurs efforts se sont principalement concentrés sur sa forme ainsi que sur le tourbillon.

La forme et la méthode de fixation (courbe terminale) d'un spiral déterminent la façon dont il se déploie et se contracte. Les ingénieurs de Jaeger-LeCoultre ont étudié différentes configurations pour identifier celles qui offrent un maximum d'oscillations concentriques (et donc régulières). Ils ont découvert, par exemple, que le spiral plat (dit Breguet, le plus utilisé en horlogerie) libère tout son potentiel avec le Gyrotourbillon 5, sans pour autant que celui-ci occupe une place disproportionnée. Dans le Tourbillon Cylindrique, en revanche, un spiral cylindrique à deux courbes terminales bat avec une oscillation concentrique impossible à obtenir avec un spiral traditionnel. Les spécialistes de la Manufacture ont également développé des spiraux sphériques et semi-sphériques pour différents calibres – et leurs recherches se poursuivent encore.

Sachant que la gravité a également un impact sur l'équilibre délicat des mécanismes horlogers, ils ont en parallèle étudié l'organe réglant dans son ensemble et trouvé une solution à ce problème : le tourbillon Dispositif largement négligé depuis son invention à la fin du XVIII^e siècle, le tourbillon contrecarre les effets de la gravité en faisant tourner le balancier à l'intérieur d'une cage. En 1946, le premier mouvement à tourbillon signé Jaeger-LeCoultre, le Calibre 170, a remporté le Concours de chronométrie de l'observatoire de Neuchâtel et, en 1993, la Maison a lancé sa première montre-bracelet à tourbillon.

Parce qu'il était à l'origine conçu pour les montres de poche et qu'il n'est donc pas efficace dans toutes les positions, les horlogers de Jaeger-LeCoultre ont ajouté à ce système un deuxième axe qui tourne perpendiculairement au premier afin d'obtenir une rotation en trois dimensions. La Maison a franchi une nouvelle étape en dévoilant son premier tourbillon multi-axes en 2004, l'emblématique Gyrotourbillon, suivi en 2012 du Spherotourbillon. Né en 2014, le Calibre 362 ultra-plat présentait, quant à lui, un tourbillon volant sur roulement à billes périphérique ainsi qu'un spiral breveté en forme



de S. En 2016, suite à un développement approfondi, le Gyrotourbillon 4^e génération voit le jour et, en 2019, le Gyrotourbillon 5 équipe le Calibre Master Hybris Mechanica 184.

La précision des complications

Fondamentalement, la chronométrie implique que la transmission d'énergie du barillet vers l'organe réglant soit absolument constante, et ce afin de préserver l'isochronisme, c'est-à-dire la régularité du « battement de cœur » du mouvement.

Exiger d'un calibre qu'il entraîne en plus une complication peut mettre en péril sa précision horaire, pour la simple et bonne raison que celle-ci nécessite elle aussi de l'énergie pour fonctionner. En outre, en plus d'indiquer le temps qui passe, il doit aussi faire en sorte que ses autres affichages (la phase de lune, par exemple, ou bien la carte du ciel ou encore les secondes écoulées) soient le plus rigoureux possible.

Certaines complications puisent lentement et de façon relativement constante dans la réserve de marche. C'est le cas, par exemple, des calendriers plus ou moins sophistiqués. D'autres, comme le chronographe ou la répétition minutes, exigent énormément d'énergie sur une très courte période. Le chronographe pose un défi supplémentaire car son objectif est de mesurer et d'indiquer précisément des intervalles très courts de temps écoulé.

Depuis les débuts de la Manufacture, nos ingénieurs ont appris à dompter le chronographe mais aussi à l'associer à d'autres complications, trouvant des moyens de répartir adroitement l'énergie entre la fonction horaire et les autres tout en minimisant les effets sur l'isochronisme.

À la recherche d'une solution résolvant le conflit entre les exigences de l'affichage de l'heure et des complications, les horlogers de Jaeger-LeCoultre ont développé le mécanisme du Duometre. Breveté par la Manufacture et lancé en 2007, il se compose de deux barillets, chacun doté d'un rouage distinct et indépendant, logés dans un seul calibre et reliés à un seul organe réglant. Un rouage est chargé d'actionner les indications temporelles, l'autre d'entraîner les fonctions additionnelles. Parce qu'il assure que le fonctionnement de la complication ne compromet pas la fonction de chronométrage, garantissant ainsi la précision de fonctionnement, ce concept a ouvert la voie à une complexité horlogère croissante.

Pour la première application du concept Duometre en 2007, les ingénieurs de Jaeger-LeCoultre se sont lancé le plus épineux des défis : développer un chronographe aussi précis qu'un chronomètre. Ainsi est né le Duometre à Chronographe, équipé du Calibre 380 à roue à colonnes entièrement intégrée. Ce système a depuis été associé à d'autres fonctions, comme la phase de lune, le deuxième fuseau horaire, le tourbillon ou encore, en 2012, le tourbillon sphérique.

En 2024, la Grande Maison présente deux mouvements Duometre : le Calibre 388, qui entraîne le Duometre Héliotourbillon Perpetual, est doté d'un tourbillon entièrement inédit à trois axes et crée un



effet « toupie » ; le Calibre 391, quant à lui, réunit un chronographe et une phase de lune dans le Duometre Chronograph Moon.

Apogée de près de huit décennies d'expertise, les nouveaux Duometre représentent une étape de plus dans l'aventure perpétuelle de la Maison à la poursuite de la précision. L'histoire, impulsée par notre fondateur, ne fait encore que commencer...

À propos de Jaeger-LeCoultre, l'Horloger des Horlogers™

Guidée par sa soif insatiable d'innovation et de créativité, et inspirée par les paysages naturels et paisibles de sa Vallée de Joux natale, Jaeger-LeCoultre se distingue par sa maîtrise des complications et la précision de ses mécanismes depuis 1833. Baptisée l'Horloger des Horlogers™, la Manufacture témoigne d'un esprit d'innovation constant, qui lui a permis de créer plus de 1 400 calibres différents et de déposer plus de 430 brevets. Forte de 190 ans d'expertise, la Grande Maison réunit des horlogers qui conçoivent, produisent, finissent et ornent des mécanismes au niveau de sophistication et de précision incomparable, mêlant leur passion à un savoir-faire centenaire, reliant le passé à l'avenir, à la fois intemporelle et dans l'air du temps. Avec 180 métiers regroupés sous un seul et même toit, la Manufacture crée des montres haut de gamme qui associent une ingéniosité technique à une beauté esthétique et une subtilité unique.

La philosophie de la précision

Chez Jaeger-LeCoultre, la quête de la précision revêt une importance particulière depuis sa fondation en 1833. Elle a notamment inspiré deux inventions cruciales d'Antoine LeCoultre, sur lesquelles reposent les fondements même de la Maison : un outil permettant de découper les dents des pignons avec une précision jamais vue (1830) et le Millionometre (1844), le premier instrument au monde à mesurer le micron. Ces deux dispositifs vont profondément influencer l'industrie horlogère. Au sein de la Manufacture, la recherche de la précision a donné lieu à une série d'innovations, comme le développement du premier tourbillon multi-axes, le Gyrotourbillon, et celui de spiraux de différentes formes. Du côté des calibres à complication, l'invention du système Duometre garantit que l'isochronisme du mouvement (la régularité de son battement) n'est pas compromis par le fonctionnement des complications. Pour Jaeger-LeCoultre, la quête de la précision incarne la philosophie fondamentale de la Maison, depuis sa création et le restera encore longtemps.

jaeger-lecoultre.com