

# Industrialisation, l'orchestration des savoir-faire

**Florian Serex**  
 Florex Engineering  
 Prise Bridel, CH – 2022 Bevaix  
[contact@florex.ch](mailto:contact@florex.ch) – [florex-engineering.ch](http://florex-engineering.ch)

Juin 2023

49

Bulletin SSC n° 95

Si vous cherchez le département « Industrialisation » dans l'organigramme d'une entreprise, vous serez peut-être étonné de ne pas le trouver ou alors, en pièces détachées, réparties dans plusieurs autres départements. Cet état de fait est emblématique de l'intérêt qui est porté à ce domaine d'activité ainsi que de sa complexité. Faites l'essai en demandant autour de vous : vous ne trouverez pas de réponse claire. Et pourtant c'est toujours là que se situent les principaux défis de la branche horlogère.



## Introduction

Si l'oscillateur mécanique inventé par Huygens en 1675 est encore le plus utilisé aujourd'hui, c'est que sa solution à la portabilité d'un garde-temps mécanique est facilement et économiquement fabricable. Harrison a démontré qu'une construction humaine pouvait avoir la précision nécessaire pour localiser un bateau après des semaines de navigation en pleine mer (malgré une déclaration contraire de Newton dix ans auparavant), mais c'est la solution de John Arnold qui a été retenue pour équiper les bateaux, car elle était fabricable en série et donc financièrement abordable. Même le Roi d'Angleterre ne pouvait pas se payer les gardes-temps de Harrison. Et pourtant qui connaît John Arnold ? Savez-vous qu'Abraham Louis Breguet, dont tout le monde connaît le nom dans la branche, posa son premier tourbillon dans un mouvement Arnold pour présenter son invention ?



A droite, Harrison H1 avec en médaillon le chronomètre de marine N°36 de John Arnold approximativement à l'échelle<sup>1</sup> - A gauche, Chronomètre de marine John Arnold N°36<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://i.pinimg.com/originals/15/ce/a2/15cea23178d2b7d2705b7c2b83c4ff0b.jpg>

<sup>2</sup> [https://3.bp.blogspot.com/-pkGcHlvQwk/WMQgET0NeCI/AAAAAAAAAXZk/oKR71VkfrcGyir8UkQ1BhzyCAUv7eCMFw-CLcB/s1600/John-Arnold-Chronometer-No.1\\_36-National-Maritime-Museum.jpg](https://3.bp.blogspot.com/-pkGcHlvQwk/WMQgET0NeCI/AAAAAAAAAXZk/oKR71VkfrcGyir8UkQ1BhzyCAUv7eCMFw-CLcB/s1600/John-Arnold-Chronometer-No.1_36-National-Maritime-Museum.jpg)

Il offrit cette montre au fils de John Arnold, son apprenti, avec cette inscription: «Hommage de Breguet à la mémoire révéérée d'Arnold, offert à son fils. An 1808.»



Mouvement John Arnold équipé du premier Tourbillon par A-L Breguet. Pièce offerte au fils de John en hommage aux travaux de son père<sup>3</sup>

Dans les années 1870, c'est l'industrie horlogère américaine qui a fait flancher notre horlogerie, et 100 ans plus tard, c'est l'industrie japonaise. En relisant cette histoire, on remarque que ce qui manquait à l'horlogerie suisse, chaque fois, ce n'est pas son inventivité, son imagination, son sens du marketing et de la communication ou ses moyens financiers; c'est l'organisation et la nature de son outil de production qui faisait défaut. La branche s'était vue incapable d'offrir un produit esthétique, précis et fiable, aux coûts d'un marché mondialisé.

Qu'est-ce que c'est que cette «industrialisation»? Qui en sont les artisans, qui permettent aux designers, constructeurs, producteurs, horlogers, de présenter des produits fiables et abordables? Qui sont ces personnages de l'ombre qui permettent aux autres acteurs de la branche de raconter les histoires du temps et de sa mesure pour en appuyer la vente?

### Rôles et évolution de l'industrialisation

Dans les années 1980 on parlait d'Arbeits Vorbereitung, littéralement «Préparation du travail», pas d'industrialisation. Le cahier des charges de ceux qui travaillaient alors dans les ateliers consistait en la reprise des composants issus des constructions du Bureau technique pour les adapter à chaque procédé de fabrication. Il y avait bien des tolérances sur les plans du Bureau technique, mais elles n'étaient pas adaptées au «vrai monde». On appliquait alors les tolérances que l'on pensait savoir tenir, on changeait les référentiels et les repères pour les adapter à l'outil de fabrication. «Celui qui sait, c'est celui qui fait!». Notre reconnaissance doit aller aux horlogers qui «faisaient marcher» ces mouvements!

La troisième révolution industrielle arrive. Automatisation, CNC, informatique industrielle apportent une bouffée d'espoir. On va pouvoir diminuer les coûts et retrouver notre compétitivité. Mais la surprise est immense pour l'horlogerie! On se rend compte que les composants fabriqués ont

tellement de variabilités que l'automatisation ne fonctionne pas. Les préhenseurs lâchent les pièces, les assemblages sont impossibles ou alors ne tiennent pas ensemble, les gains escomptés par l'automatisation sont négligeables, car il faut beaucoup de personnel de supervision pour dépanner régulièrement l'automate et «adapter» les pièces à coup de brucelles.

Les directeurs de fabrication s'intéressent aux machines issues de la mécanique ou de la connectique. En adaptant au mieux l'interface entre la machine standard et la particularité de la pièce horlogère à travailler, il devient possible de réduire les variabilités de fabrication. De grands progrès ont été faits par ces collaborateurs de l'ombre que sont les ingénieurs en gestion industrielle. Mais tout ce travail était imposé par la nécessité d'augmenter la productivité avec le moins de main-d'œuvre possible. Nous sommes encore loin d'une branche horlogère qui pense son outil de fabrication en fonction de ses besoins. Or, en 1900, Longines coulait elle-même ses bâtis de machine, par exemple. A cette époque, jamais on ne laissait le soin à d'autres de réaliser nos outils, car on le savait: «Les bons outils font les bons horlogers». Force est de constater que ce bel adage s'est perdu.

Dans le pré-assemblage et l'assemblage de mouvements, l'informatique industrielle ouvre de nouveaux horizons. Nous pouvons assembler des roues de friction en asservissant le couple et non une position de chassage: les roulements à billes sont assemblés en contrôlant leur ébat et non par un chassage en butée. En 1990, ces machines n'existaient pas; l'informaticien travaillait sur des systèmes centraux et ne comprenait pas le problème à résoudre tandis que le micromécanicien n'avait pas de connaissance en informatique. Il a fallu attendre que l'on comprenne que le monde émergent du PC pouvait apporter des solutions, à condition de se mettre à travailler avec un pied dans chaque monde. Il a fallu être visionnaire et persévérant.

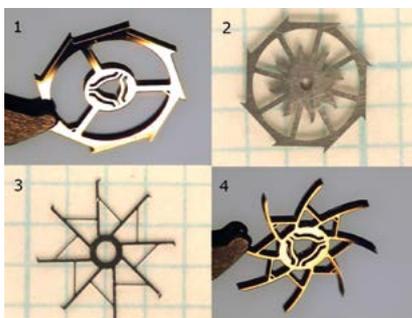
En 1995, la montre mécanique reprend de la vigueur. Dans l'assemblage de mouvements, la mise en marche et la chronométrie demandaient énormément d'efforts et un personnel qualifié, qui n'existait presque plus. Ce fut une belle période pour l'industrialisation. Il fallait remonter un outil de production alors que la technologie n'avait pas évolué depuis vingt ans dans ce domaine. En discutant avec les chronométriers, nous avons réussi à classer les retouches à faire en six catégories, chacune d'elle ayant sa méthode de correction. Il fut alors possible, en reprenant les mesures 0h et 24h, d'informer un personnel non spécialisé sur les actions à effectuer pour corriger les erreurs de chronométrie. A nouveau, la solution venait du monde des PC, mais seul un horloger connaissant l'informatique et croyant en son potentiel était capable de s'en rendre compte. L'assemblage d'un PC, la création d'une interface utilisateur Windows, d'une base de données ODBC, un bricolage pour la remontée des données depuis des appareils de mesure habituellement

<sup>3</sup> <https://hodinkee.imgix.net/uploads/images/1481235460337-v9371kxfd279b0ft-821ac78fb383ac87c71d98fca0f28740/wpid-Photo-Jul-25-2012-1022-PM.jpg?ixlib=rails-1.1.0&fm=jpg&q=55&auto=format&usm=12&ch=Width%2CDPR%2CSave-Data&fit=crop&w=2000>

muets, et le SimuCOSC était né. Depuis lors, une opératrice et un chronométrier ont pu, seuls, donner les informations de chronométrie nécessaires à un personnel non qualifié afin de produire 150'000 pièces par an, 100% COSC. Pionnier du SimuCOSC, nous avons reçu, il y a quatre ans, un mail d'un collaborateur ETA qui nous informait qu'il avait mis hors service la dernière machine SimuCOSC encore en production, car les outils actuels assureraient maintenant les mêmes fonctions. Le SimuCOSC a donné vingt ans de bons et loyaux services : nous avons vingt ans d'avance dans la remontée des données et la digitalisation des savoir-faire pour piloter une production. Nous ne pouvons pas nous permettre d'attendre encore vingt ans que d'autres réalisent nos outils de fabrication. Si nous ne voulons pas être toujours en retard, il est nécessaire d'investir massivement dans l'industrialisation et dans la formation de spécialistes en gestion industrielle.

Tout ceci demande une vision : c'est l'ingénieur/e en gestion industrielle qui se forme continuellement, observe les technologies, les machines, les processus ou les méthodes d'organisation. Il/elle doit s'entourer de femmes et d'hommes de métier compétents et ouverts d'esprit afin de démontrer que les possibles sont là, à portée de main, en réalisant au minimum des prototypes de validation.

En 1998, à l'occasion d'un symposium sur les technologies MEMS (qui n'avaient rien à voir avec l'horlogerie à l'époque), j'assiste à la présentation d'une entreprise fabriquant des filtres à café métalliques à l'aide d'une technologie nommée UV-LIGA. Immédiatement, j'y vois l'opportunité de réaliser des composants horlogers. Je m'approche de l'orateur qui me dit ne pas être intéressé par l'idée. Mais il m'informe qu'un doctorant vient de finir une thèse à l'EPFL sur le sujet. Fin 1999, nous avons réalisé plusieurs pièces à l'aide de cette technologie avec l'entreprise Mimotec et le Dr Lorentz. Un système équipe rapidement une montre Omega. Cette réussite est à nouveau le fruit d'une collaboration étroite entre ingénieurs dépourvus de dogmes, mais riches d'une grande expérience dans leur domaine.



Fabrication LIGA de la roue d'échappement coaxial.

1. Copie de la version acier avec centre flexible
2. Roue d'échappement coaxial deux niveaux, le pignon et la roue sont en une seule pièce
3. Version ultra-faible de l'inertie qui a démontré la faisabilité du fonctionnement à 4 Hz
4. Version faible inertie avec centre flexible adaptée à la production et fonctionnelle à 4 Hz

Ce n'était pas gagné pour autant ! Il fallait convaincre la direction des potentiels de cette technologie, ainsi que le Bureau technique qui, par la manière dont il conçoit ses systèmes impose, permet ou rend impossible l'utilisation de la LIGA. Dans ces conditions, rien de tel que de choisir un problème brûlant dans l'entreprise et de vérifier qu'il puisse être résolu par une mise en œuvre, adéquate et à bon escient, de la nouvelle technologie. L'échappement coaxial nous avait paru très intéressant pour cette première mise en œuvre. Son impulsion directe était inefficace à des amplitudes supérieures à 240°C, ce qui péjorait grandement les résultats chronométriques. La technologie LIGA a permis, par des formes nouvelles, impossibles à fabriquer classiquement, de diminuer fortement l'inertie de la roue d'échappement, à un tel point qu'on ne pouvait plus observer le recul dynamique de la roue au dégageant. En 1999, le problème était résolu, mesures à l'appui, mais on ne croyait pas encore en la stabilité et la répétabilité du processus. Pour que cette variante soit implémentée, il a fallu attendre 2014... C'est également à l'ingénieur en industrialisation de savoir faire preuve d'imagination pour motiver et mettre en route les équipes de développement et de fabrication de l'entreprise. Un travail de persuasion, de recherche de solutions pour régler les problèmes inhérents à un nouveau procédé, de motivation des équipes à sortir des sentiers battus, de communication au sein de l'entreprise.

Nous sommes bien loin de l'Arbeits Vorbereitung des années 80. L'ingénieur en industrialisation est un passeur, un fédérateur, un imaginaire persévérant. Il se trouve à cheval entre le Bureau technique et les départements de fabrication. Il défend les intérêts de l'un auprès de l'autre et inversement. Ne faire que ce que peut maîtriser la production ne permet pas d'innover et d'avancer ; ne pas tenir compte de ce que peut faire la production coûte affreusement cher et peut ruiner l'entreprise, en SAV sous garantie, par exemple. C'est pour toutes ces raisons qu'on n'a pas su, jusqu'ici, placer le département Industrialisation dans l'organigramme. Il est indépendant, mais liant du tout, du Bureau technique et des départements de fabrication, il connaît les langages de ces mondes et en assure les traductions et la communication.

## Avenir

Nous n'avons pas encore terminé la troisième révolution industrielle, que la quatrième pointe le bout de son nez. Je constate, lors de discussions avec des collègues industriels, qu'on attend encore que le contrôle final fasse la qualité, qu'on développe toujours de nouveaux mécanismes sans connaître la quantité des pièces à fabriquer, donc sans savoir quelles technologies seront mises en œuvre pour les fabriquer. On n'a toujours pas d'outils de maîtrise des procédés (ni pour les grandes ni pour les petites séries), on

reprend des mécanismes sans comprendre pourquoi ils ont été faits comme ça, on utilise des normes et des abaques comme en 1950, on ne pense pas fonction, on ne se pré-occupe que peu des pièces en cours de fabrication et des stocks, à part pour des raisons d'immobilisation financière: l'entreprise horlogère actuelle n'est toujours pas agile.

Et pourtant des outils et des solutions existent pour traiter tous ces points; les ingénieurs en gestion industrielle sont formés à ces outils. Certes, quand ils commencent, ils n'ont pas notre expérience à nous les anciens, les gardiens du « Temple horloger », mais ils ont une vision des possibles que nous n'avons plus et qu'il faut savoir reconnaître et encourager chez eux.

La puissance de nos ordinateurs n'a plus rien en commun avec celle des années 1980. On doit en tirer mieux que des simulations standard. A nouveau, on attend des développeurs qu'ils nous livrent des solutions de gestion de production et d'ordonnancement, de simulation et de construction. Mais de quoi avons-nous besoin pour optimiser nos fonctions, pour en développer d'autres? On a dit que les bons outils faisaient les bons horlogers: les bons outils informatiques feront les bons horlogers de demain. Est-il possible de réaliser des engrenages spécifiques aux besoins de leur fonction et adaptés au cas particulier, plutôt que d'utiliser des normes bientôt centenaires? Pourquoi la ligne de l'échappement doit-elle rester « droite », alors que les processus de fabrication actuels permettent n'importe quelle géométrie? Avec cette nouvelle liberté, ne pourrait-on pas calculer la mieux adaptée?

L'industrie 4.0 va permettre la fabrication en masse de petites séries personnalisées. Il n'y aura plus besoin d'une manufacture, des FabLab mettront à disposition les outils de fabrication autonomes, à même de fabriquer votre montre. Comment relever ces défis dans nos maisons horlogères? Où se trouvera notre valeur ajoutée?

La gestion de tous ces bouleversements fait partie des soucis quotidiens de l'industrialisation. On se doute bien que ce n'est pas une personne qui peut régler ce vaste champ d'activités. Mais à l'initiative, on retrouve le visionnaire persévérant, qui voit où aller mais aussi comment s'y rendre, qui sait s'entourer des compétences qui lui manquent et qui ne lâche pas avant que cela fonctionne. Ces rares personnes doivent être repérées, formées, préservées et soutenues, pour le bien à long terme de la branche horlogère.

## Conclusion

Les crises horlogères des décennies 1880 et 1970 ont été vaincues par des efforts d'industrialisation colossaux (« espionnage industriel » pour comprendre puis résoudre nos problèmes, automatisation et son cortège de diminution des variabilités en production, notamment). Aujourd'hui, nous pourrions être confrontés aux mêmes défis, induits

cette fois-ci par la quatrième révolution industrielle. Pour traverser le mieux possible cette révolution, nous allons devoir placer l'industrialisation au centre des stratégies d'entreprises. Les équipes doivent être renforcées par des ingénieurs visionnaires et persévérants, polyvalents et sachant mettre en mouvement la panoplie de spécialistes nécessaires à l'aboutissement de leurs projets.

Les métiers vont changer. Il faudra d'autres talents pour piloter les outils de fabrication de demain: data analyst, spécialiste AI, sécurité informatique, réalité augmentée, architecture réseau, etc., tous sachant collaborer avec des micro-mécaniciens, horlogers et autres métiers augmentés. Les savoir-faire des métiers en disparition doivent rapidement être digitalisés, des micro-usines verront le jour et devront être pilotées par des personnes très polyvalentes... Je ne connais pas les noms de ces nouveaux métiers, mais je suis certain que ce seront les « metteurs en train » de demain. Ils seront confrontés aux machines les plus complexes qu'on ait jamais conçues pour fabriquer nos montres.

Nous sommes tous conscients que l'horlogerie suisse doit tirer son épingle du jeu face aux concurrents internationaux. Le meilleur moyen d'y parvenir est de travailler ensemble: grandes maisons horlogères, petits indépendants, fabricants de machines ou d'appareils de mesures, tous les types de spécialistes informaticiens et tous les acteurs de la formation professionnelle. Nous pouvons et devons le faire ensemble, car la différenciation et le pouvoir des marques ne dépendent pas de leur niveau d'industrialisation, leur survie oui. ■

Bulletin **SSC**

La publication des professionnels  
du monde horloger

Nos colonnes sont ouvertes à tous  
les contributeurs

Vous souhaitez nous proposer un  
article?

Contactez-nous!

SSC  
Rue Jaquet-Droz 1  
CH – 2002 Neuchâtel 2  
032 720 50 79  
info@ssc.ch