



Histoires d'innovation

Olivier Ridoux

► **To cite this version:**

| Olivier Ridoux. Histoires d'innovation. École d'ingénieur. France. 2021. hal-03176638

HAL Id: hal-03176638

<https://hal-univ-rennes1.archives-ouvertes.fr/hal-03176638>

Submitted on 22 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Compléments de lecture : développement de l'ordinateur, développement des chemins de fer et innovation.

Pliage : traits gris rentrants, traits rouges saillants. Découper selon le trait rouge entre les deux ●, puis achever le pliage.

Histoire des inventions et histoire des usages

L’**innovation** est souvent racontée comme une histoire des **inventions** et des **inventeurs**. Cela conduit à une quête effrénée de l’**antériorité**, ex. pour la machine à vapeur, la faire remonter à **Watt** (1769), voire **Newcomen** (1712), ou même **Papin** (1690), et pourquoi pas **Héron** (ca. 62), en omettant les plus de 200 ans d’innovations après Watt pour développer cette technologie. Le résultat est une histoire presque exclusivement ouest-européenne ou nord-américaine, masculine et blanche. Dans son livre ***The Shock of the Old***, **David Edgerton** parle d'une histoire racontée pour des **garçons de tous âges**.

Une autre façon de raconter l’innovation est de la raconter par les **usages** qu'elle introduit et par leur développement. **Edgerton** parle alors d'une histoire racontée aux **adultes de tous sexes**. Ex. son livre est une histoire mondiale, **globale**, du développement des usages ; il met en particulier l'accent sur le nécessaire entretien, la **maintenance**, de l'innovation initiale par un flot continu d'innovations d'amélioration qui ont lieu là où sont les usages, et pas forcément là où l'invention a eu lieu.

① Avant les transports ferroviaires

Le transport sur rail est très ancien. Dès le XVI^e siècle, on en trouve des exemples dans les mines où les rails sont en bois et la puissance motrice est naturelle et externe au système (cheval ou homme). Au XVII^e siècle arrive le rail métallique, puis au XVIII^e siècle arrive le transport de personnes. Mais ce n'est toujours pas l'idée qu'on se fait du transport ferroviaire !

Ce qui manque est une puissance motrice embarquée dans le système. Son origine est aussi ancienne, mais vient d'ailleurs. À la charnière des XVII^e siècle et XVIII^e siècle, **Denis Papin** (1647-1713) est crédité de l'invention d'un bateau à vapeur dont on ne sait pas grand chose. Dans la course à l'antériorité on trouve **Héron** en Grèce antique (I^{er} siècle), et l'utilisation de la vapeur pour réaliser des d'effets spéciaux dans les temples. À la même époque que Papin, **Thomas Newcomen** (1664-1729) et **Thomas Savery** (1650-1715) développent la première machine à vapeur qui sera vraiment commercialisée. Elle est conçue pour actionner les pompes d'exhaure des mines, et ne peut guère servir qu'à ça tellement elle est encombrante et gourmande en charbon. Un peu plus tard, **James Watt** (1736-1819) réalise la première étude scientifique de l'efficacité de ces machines. Il réussit à en améliorer le rendement de façon considérable, et à industrialiser son nouveau modèle. À une époque où naît la notion moderne de propriété intellectuelle, Watt se révèle un utilisateur agressif des brevets et habile à les contourner.

La sérendipité

Le mot *serendipity* a été inventé en 1754 par l'écrivain **Horace Walpole** (1717-97) d'après le conte des **Trois Princes de Serendip** (ancien nom persan de Ceylan) où trois princes se sortent d'aventures variées en tirant les conclusions les plus opportunes d'indices infimes. Suivirent des traductions et des dérivés (ex. *serendipitous* , *serendipitās* et *серендіпность*, **sérendipité**, mais pas **sérendipiteux**).

C'est au XX^e siècle qu'on commença à lui donner le sens de **découverte fortuite**, même si ce concept faisait l’objet de commentaires depuis longtemps : ex. Pasteur (1822-95) « La chance ne sourit qu'aux esprits bien préparés ».

L’aura de la sérendipité est souvent le prétexte à simplifier à outrance des histoires qui sont pourtant plus intéressantes dans leur complexité. Ex. **Spencer Silver**, chercheur de la société **3M** est crédité de l’invention du **Post-It**. Travaillant dans un département d’adhésifs industriels puissants, il découvre en 1968 une nouvelle formulation qui produit un adhésif **faible mais repositionnable**. Ce n’était pas l’objectif recherché mais c’est bien la caractéristique clé du Post-It. Raconté comme ça cela ressemble à un magnifique cas de **sérendipité**, mais la réalité est plus complexe car Silver ne voyait pas quoi faire de cet adhésif hors norme. Or 3M est une de ces sociétés qui octroient à leurs salariés du temps pour le développement de projets personnels. Silver fit donc un projet personnel de la valorisation de son adhésif.

Pendant **5 ans** il consulta ses collègues, sa hiérarchie, ses clients pour trouver quoi faire de cet adhésif, en vain jusqu’à ce qu’il rencontre un collègue musicien amateur, **Arthur Fry**. Celui-ci cherchait un moyen de marquer ses partitions sans les abimer, et il entrevit tout de suite le potentiel de l’adhésif de Silver. Ils firent un prototype, mais un musicien amateur ne fait pas un marché, et il fallu **encore 5 ans** pour que Silver, Fry et 3M imaginent l’objet de papèterie que nous connaissons, et ce n’est qu’en **1980** que le produit Post-It entre sur le marché. Ici, la réalité est bien plus intéressante que la **fable sérendipitesque** car elle expose les difficultés de l’innovation et de son analyse.

N'oubliez jamais !

Un modèle est toujours imparfait, parfois utile, et c'est tout ce qu'on peut lui demander (d’après **George Box** 1978, voir aussi a contrario les cartes à l'échelle 1/1, parfaites mais parfaitement inutiles, de **Jorge Luis Borges** 1946 et **Lewis Carroll** 1893).

C’est spécialement le cas des modèles en sciences humaines et sociales qui décrivent des systèmes dont un des composants, nous les humains, est particulièrement imprévisible. Mais c’est un mal nécessaire pour faire des découvertes intéressantes. Les modèles d’innovation qui sont présentés ici ne doivent donc pas être jugés par rapport à la complexité du réel, mais par rapport aux explications qu’ils en donnent. Certains même permettent des prédictions, comme celui de **Christensen**.

Inversement, l’usage naïf qui en est trop souvent fait doit être condamné car il dénote une incompréhension de leur rôle de modèle. La carte n’est pas le territoire, et ne doit pas chercher à le devenir.

② La genèse des transports ferroviaires

Au tout début du XIX^e siècle, **Richard Trevithick** (1771-1833) conçoit le premier train, mais il est freiné par de nombreuses difficultés : ex. la fragilité des rails ou de la machine à vapeur. Il invente beaucoup, mais sans grand succès ; ses inventions sont inutilisables, sauf une, le mot **locomotive**.

Les premiers succès viendront avec **George Stevenson** (1781-1848) qui le premier intégrera le transport ferroviaire comme un **système complexe** : les rails, le ballast, une jauge devenue quasiment universelle, le matériel roulant, les ouvrages d'art, la signalisation, le mobilier de gare, etc.

Les premières lignes commerciales sont réservées au transport des marchandises pour remplacer les canaux utilisés jusque là. La toute première, entre Stockton et Darlington, ouvre en 1825. On doit aussi à Stephenson la première ligne de passagers, entre Liverpool et Manchester en 1830.

① Histoire de l’ordinateur : la voie de la miniaturisation

L’histoire des innovations qui ont fait l’ordinateur d’aujourd’hui est souvent présentée comme une suite de miniaturisations (ex. **Une histoire de l’informatique**, de Philippe Breton, Seuil 1990, qui est plus une histoire de l’ordinateur que de l’informatique).

Selon cette histoire, l’ordinateur, apparu sous la forme de machines qui remplissaient un hall, a bénéficié de l’arrivée du transistor pour tenir dans quelques armoires (le ***mainframe***, pour l’entreprise), puis de l’arrivée du circuit intégré, pour tenir dans une petite armoire (le ***mini-ordinateur***, pour le service au sein d’une entreprise), puis de la loi de Moore pour tenir dans une boîte (le ***Personal Computer***, pour le particulier à domicile), un gros livre (le ***laptop***, pour la mobilité), un téléphone (le ***smartphone***, pour tous partout), une montre ou une tête d’épingle (***smartdust***).

Du point de vue de l’innovation, il est intéressant de noter que, hormis IBM, les fabricants d’ordinateurs ne survivent pas aux changements de génération. Il faut noter que la plupart de ces changement sont des ruptures selon Christensen car ils bouleversent la structure des marchés, et c’est cela qui empêche les fabricants d’y survivre.

Les Grandes Espérances [Charles Dickens, 1812-70]

Les grandes innovations qui changent la face du monde, ex. dans les domaines des transports, des communications, de la santé ou de l’énergie, suscitent toujours de grandes espérances qui donnent lieu à une autre forme de récits d’innovation qui combinent prospective, rêverie et utopie.

Par exemple, la citation suivante date du tout début du télégraphe électrique : « ***For the highest and the lowest this simple power is alike beneficial. It purchases; it sells; it equalizes prices, it destroys monopoly; it places the poorest tradesman on a level with the wealthiest speculator; it renders commerce healthier; and it possesses that which has been said distinguishes most modern discoveries, it is as free to the peasant as to the prince; as open to the mean as to the mighty; it is controlled and controllable by all [John Francis, 1851]*** ». Elle a été écrite à propos du télégraphe mais aurait pu aussi bien être écrite à propos du Web. Toutes les grandes innovations ont suscité des rêves similaires : abolition des distances, fin de toutes les guerres, énergie illimitée, fin des maladies, etc. Mais cela se passe rarement comme espéré.

③ Le développement des transports ferroviaires

À partir de **1825**, le transport ferroviaire britannique connaît une **bulle** de croissance (*a bubble*, cela s’appelait déjà comme ça) qu’on appelait la ***railwaymania*** et qui éclatera en **1845**. Ce sera 20 ans de spéculation euphorique, mais aussi de bilans truqués et de confusion des intérêts privés et publics. Le développement se fait essentiellement par des investisseurs se réunissant pour réaliser des liaisons prometteuses, des stratégies financiers cherchant à former des monopoles, mais sans pilotage politique. La ***railwaymania*** se propage très vite au monde entier, ex. avec des premières lignes en **1837** à Cuba et en Russie, **1848** en Guyane, **1853** en Inde et **1857** à Panama.

Les États-Unis seront touchés à partir de **1830**, mais dans des conditions différentes. Les distances y sont plus grandes qu’en Grande-Bretagne, mais l'acquisition des terrains y est plus facile car la population est moins dense. De plus, à cette époque les États-Unis sont en pleine expansion territoriale (ils n’occupent alors qu’1/3 de leur surface actuelle), et ils en profitent pour financer la construction du chemin de fer en octroyant aux entrepreneurs des terres dans les territoires nouvellement acquis (par la force ou autre). Le transport ferroviaire connaîtra ici-aussi une bulle, qui éclatera en **1870**.

L’éclatement de ces bulles ne stoppera pas l’essor des transports ferroviaires. Leur développement se poursuivra de façon plus planifié comme celui d'un élément de structuration des nations. En fait, la **bulle Internet** et son éclatement n’avait rien de nouveau.

② Histoire de l’ordinateur : la voie du hobbyiste

Une autre histoire des ordinateurs est une histoire d’amateurs éclairés. Elle débute avec des hobbyistes qui imaginent des ordinateurs à construire soi-même ; quelques années plus tôt la radio avait connu un engouement similaire, et aujourd’hui ces hobbyistes seraient des ***makers***. Les premiers kits, **Arkay CT-650** ou **Kenbak-1**, demandaient pas mal d’habileté, mais la commercialisation des premiers micro-processeurs (un processeur qui tient dans un unique circuit intégré), l’Intel 4004 en 1971, suivi du 8008 en 1972 et du 8080 en 1974, fut une aubaine pour les hobbyistes.

Des kits se sont très bien vendus, ex. le **Mark 8** de **Jon Titus** ou l’**Altair 8800** de **Ed Roberts** et **Forrest Mims**, des plans ont circulé, ex. dans des clubs comme le ***Homebrew Computer Club***, des programmes aussi, ex. l’interpréteur **BASIC**, et des pionniers ont vu le parti économique qu’on pouvait en tirer : **Steve Wozniak**, **Steve Jobs**, **Bill Gates**, **Paul Allen**, etc. Au début très rudimentaires, ces kits ont bénéficié d’un flot continu d’améliorations pour incorporer un clavier, un écran, de la mémoire, des périphériques, etc., et devenir des **Apple I** et **II**, des **Commodore PET** ou des **TRS-80**, …, des ordinateurs.

Et c’est à ce point, en 1981, qu’IBM décide de concevoir et commercialiser l’**IBM PC** dans un mode inhabituellement ouvert pour cette société, afin de ne pas subir une rupture, mais au contraire d’en être l’acteur.

Les effets inattendus du transport ferroviaire

Les premiers promoteurs du chemin de fer cherchaient une solution qui soit moins dépendante du relief que les canaux pour transporter des matières premières, des produits industriels, et des travailleurs. Mais le développement du chemin de fer a eu bien d'autres conséquences :

La création d'un système technique complexe. Le chemin de fer n'est pas que le résultat des progrès des machines à vapeurs. C'est un système complexe qui comprend de nombreuses facettes : techniques comme les **rails** (qui ont été un verrou bien après qu'on sache construire des machines efficaces), opérationnelles comme la **signalisation** (une des missions de la ***Railway Clearing House***, administration centrale des chemins de fer britanniques, créée en 1842), ou la **normalisation** des matériels (ex. la largeur des voies, 1,435 m, adoptée en 1846 d'après le ***Stockton and Darlington Railway*** de Stephenson), ou commerciales comme la **tarification** inter-réseaux.

La normalisation de la mesure du temps. Avant le développement des chemins de fer, le temps se mesurait **localement**, à l'heure solaire. Mais dès qu'il a fallu planifier des voyages sur des distances significatives en longitude (1° de longitude, soit environ 70 km au niveau de Londres, correspond à 4' d'écart d'heure locale), le besoin de normaliser la mesure du temps s'est fait sentir. Dès **1847**, les chemins de fer britanniques adoptent l'heure de **Greenwich (GMT)**. Celle-ci est d'abord diffusée à l'aide de chronomètres transportés dans les trains, puis à partir de 1852, à l'aide du tout nouveau **télégraphe électrique**. L'heure GMT devient l'heure légale en **1880**. L'interconnexion des réseaux ferrés sur le continent et aux États-Unis intensifiera encore ce besoin et conduira à une solution planétaire par la **Conférence de Washington** en **1884**.

Des désordres sociaux. La construction des premières lignes est d'une complexité inhabituelle, mais elle utilise des moyens rudimentaires et dangereux. Elle emploie des centaines de milliers d'ouvriers (les ***navvies***) qui vivent de chantiers en chantiers dans des conditions sanitaires très précaires. Dès les années **1840**, un scandale éclate quand on s'aperçoit que la mortalité sur ces chantiers est supérieure à celle de la bataille de Waterloo. Autre désordre, en **1864** un **premier meurtre** est commis dans un train. Le public reçoit ce fait divers comme un scandale tant le chemin de fer était perçu comme un lieu à part, soumis à des lois nouvelles et idéales (chose revécue de nombreuses fois, et en particulier à l'avènement d'Internet).

Le développement du tourisme sous plusieurs aspects. D'abord, le train a permis de relier de grandes villes industrielles à des villes du bord de mer, et a ainsi popularisé des pratiques de masse nouvelles, comme le **tourisme balnéaire**. Ensuite, en s'interconnectant, surtout sur le continent, le chemin de fer a permis de relier des destinations lointaines, ce qui a créé le besoin des **agences de voyages** comme **Thomas Cook**, créée en 1841 par **Thomas Cook** (1808-1892).

Il est frappant de constater que ces conséquences inattendues du développement des chemins de fers se sont produites **brutalement**, en moins de 20 ans. On peut penser que c’est là justement le moment où le **système technique** chemin de fer se constitue. Inversement, de nombreuses prédictions catastrophistes ne se réalisèrent pas : ex. l'impossibilité physiologique de supporter une vitesse supérieure à celle d’un cheval, ou le risque d’efféminer les troupes transportées en train (**François Arago, 1838**).