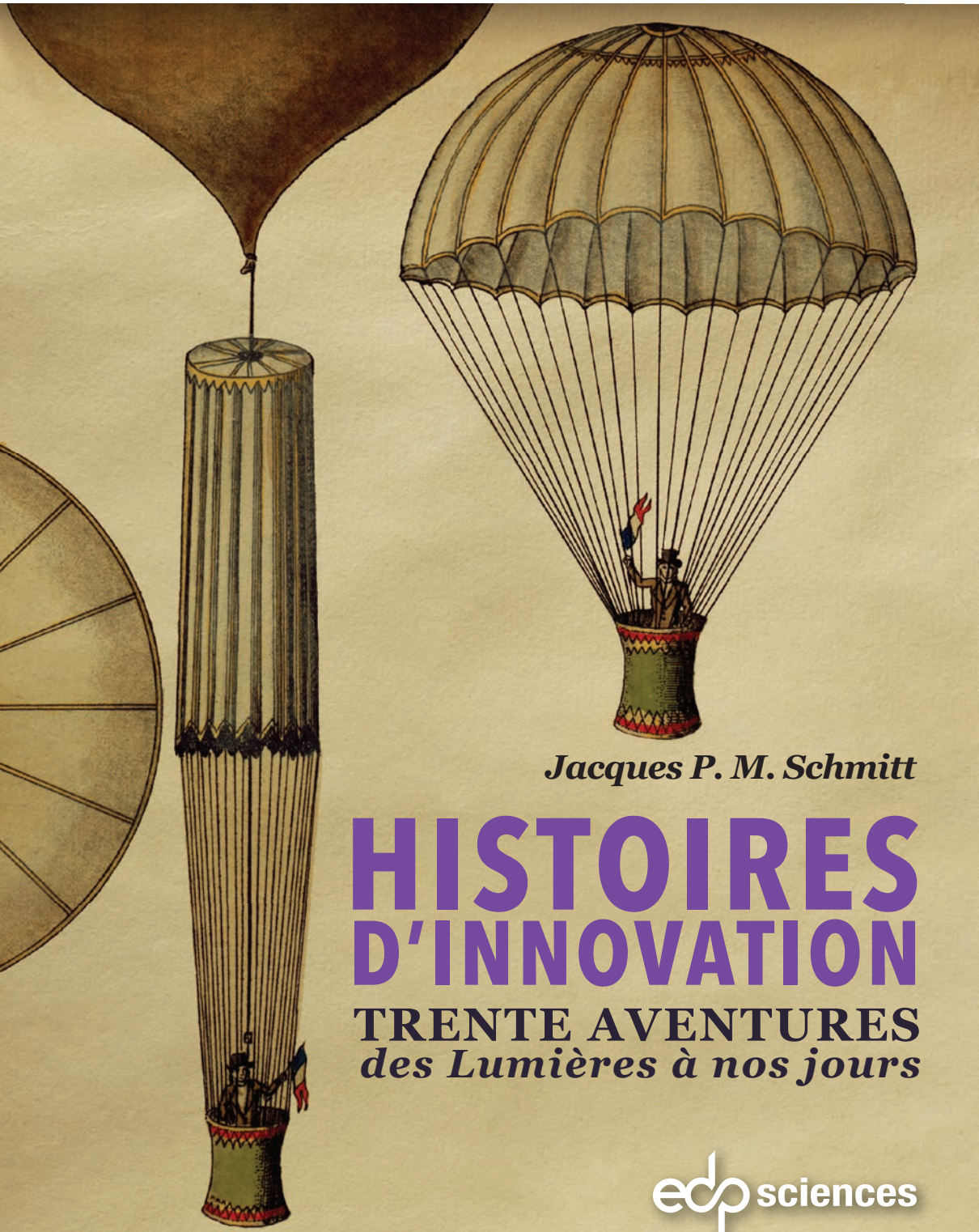


SCIENCES & HISTOIRE



Jacques P. M. Schmitt

HISTOIRES D'INNOVATION

TRENTE AVENTURES
des Lumières à nos jours

edp sciences

HISTOIRES D'INNOVATION

TRENTE AVENTURES des Lumières à nos jours

L'INNOVATION, tout le monde en parle, mais au fond comment advient-elle ? L'ambition de ce livre est de vous en révéler les coulisses au travers d'une trentaine d'histoires vécues. Vous allez découvrir les aventures de figures célèbres, telles que *Watt* ou *Montgolfier*, mais aussi d'autres personnages moins connus, à l'origine du *Walkman*, du *Post-It*, ou de la TVA...
Ces inventeurs, ces ingénieurs, ces financiers seront en perruque et redingote ou en *jean* et *T-shirt*. Peu importe, l'innovation est intemporelle. Sa mécanique est inchangée, seul le tempo a accéléré sensiblement.

Normalien, thésard à Polytechnique, l'auteur a navigué des maths pures à la physique théorique puis expérimentale.
Après plusieurs années au CNRS, il a attrapé le virus de l'innovation lors de son séjour dans la Silicon Valley. De retour en France, il s'est investi dans une start-up, pour finalement devenir directeur scientifique d'un gros groupe industriel suisse dans le secteur de la High Tech.
Il est l'auteur d'une cinquantaine d'articles scientifiques et d'une trentaine de brevets.

9 782759 833412

ISBN : 978-2-7598-3341-2

www.edpsciences.org

edp sciences

Histoires d'innovation

Trente aventures des Lumières à nos jours

Jacques P. M. Schmitt

17, avenue du Hoggar
Parc d'Activité de Courtabœuf, BP 112
91944 Les Ulis Cedex A, France

« Sciences & Histoire »

La collection « Sciences & Histoire » s'adresse à un public curieux de sciences. Sous la forme d'un récit ou d'une biographie, chaque volume propose un bilan des progrès d'un champ scientifique, durant une période donnée. Les sciences sont mises en perspective, à travers l'histoire des avancées théoriques et techniques et l'histoire des personnages qui en sont les initiateurs.

Imprimé en France

ISBN (papier) : 978-2-7598-3341-2 – ISBN (ebook) : 978-2-7598-3342-9

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© EDP Sciences 2024

À Aline

Table des matières

Préambule 1

Chapitre 1. Inventeurs et industries 9
1.1. Une nouvelle force motrice 10
1.2. Diesel : un innovateur pressé 26
1.3. Walkman : succès grand public 33
1.4. Des afficheurs aux écrans plats 37
1.5. La start-up et son encre magique 47

Chapitre 2. La force du rêve 53
2.1. Du ballon au parachute 54
2.2. Fièvre des supraconducteurs 64
2.3. Rolamite : une idée trop belle 71
2.4. Débuts de l'avion à réaction 75
2.5. Rêve d'un véhicule électrique 82

Chapitre 3. Le long tunnel 89
3.1. L'ingénieur et les soudeurs 90
3.2. Innover dans l'adversité 97
3.3. De Mestral, accrocheur 103
3.4. Creuser le bon problème 108
3.5. Harrison et le prix des longitudes 113

Chapitre 4. Les confins de l'innovation 123
4.1. L'asepsie avant les microbes 124
4.2. Emballage du fromage 132
4.3. *Roundabouts* et ronds-points 136
4.4. Bonne pompe à phynance 140
4.5. Rencontre avec les œuvriers 144

Chapitre 5. Concurrents et concurrence 153
5.1. Le vol du métronome 154
5.2. Bessemer fait de l'or 160
5.3. Détectives et boulon-stylo 167
5.4. Le col dur des frères Wright 178
5.5. Le cartel du carton ondulé 188

Chapitre 6. Des divers soutiens 197
6.1. La planche à voile 198
6.2. Les solitaires et le peloton 207

6.3. La diligence des grands espaces 215
6.4. La potion magique du Dr Cade 222
6.5. Dialogue avec le marché 230

Références 237

Préambule

Bonjour cher lecteur, vous n'entrez pas dans un livre d'histoire. Ce serait un projet bien ambitieux que d'écrire l'histoire de l'innovation, en particulier en l'étendant à l'ensemble du règne du vivant. J'en rêve un peu, mais mon projet sera ici bien plus modeste. Mon ambition est de vous rendre familier *via* une suite de récits vécus avec le monde de l'innovation, et ceci dans un contexte sociétal proche du nôtre.

Mes histoires ne commenceront qu'au siècle des Lumières. Voltaire n'était pas un innovateur mais, en son temps, les esprits se libéraient de la tutelle des princes et des prélats. La poste, la presse et les voyages avaient stimulé la propagation des idées. S'il a fallu une bonne douzaine de siècles pour que la technologie du papier migre de la Chine vers l'Europe, le long de la route de la soie, l'adoption voire la conception des nouvelles idées va franchement s'accélérer au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècles. L'idée de Basile Bouchon, le ruban de papier perforé pour commander les métiers à tisser fut vite reprise et améliorée, en particulier par Jean-Baptiste Jacquard. Un siècle plus tard, elle allait automatiser les pianos, les orgues et les émetteurs du télégraphe.

Genèse de ce livre

Ce recueil est le résultat d'une sorte d'auto-apprentissage étalé sur des décades. J'ai d'abord été un scientifique de la Montagne Sainte-Geneviève, entre Louis-le-Grand, l'École Normale, Polytechnique et le CNRS. J'ai dérivé des mathématiques pures aux mathématiques appliquées, à la physique théorique, puis expérimentale. Parcours émaillé de belles infidélités dans l'art, surtout dans le théâtre.

D'abord chercheur académique, j'ai à mi-parcours attrapé le virus de l'entreprise dans la Silicon Valley. Ma dérive s'est poursuivie de la physique appliquée à la technologie et l'ingénierie. J'ai pris goût à l'innovation qui ajoutait du sel et des épices à la chose scientifique. Pour mieux comprendre cette aventure humaine,

j'ai commencé à fouiner à la recherche d'histoires vécues d'innovation. J'ai trouvé cela intéressant, je suis devenu collectionneur de telles histoires.

Après ma retraite officielle, j'ai continué à enseigner dans le domaine. Je me suis mis à rédiger mes histoires, les mettre dans un semblant d'ordre et distiller quelques bribes d'abstraction théoriques au milieu du tohu-bohu des aventures de mes héros. Je tiens au mot AVENTURES, les projets d'innovation sont des aventures. Vous allez trouver ici une trentaine de ces histoires, toutes des avatars de l'effort créatif qu'est l'innovation.

Le processus d'innovation n'a pas changé avec le temps, vous allez trouver dans ce livre des inventeurs ou des innovateurs en perruque, en t-shirt ou en redingote, ils ne sont pas différents, leurs problèmes sont semblables. C'est un peu toujours le même fonds d'histoires, la musique n'a pas changé, juste une accélération sensible dans le tempo.

Les chapitres

Mes trente histoires sont rangées par groupes de cinq dans six chapitres regroupant des histoires qui illustrent des éléments spécifiques de la dramaturgie de l'innovation. Le **chapitre 1** est consacré aux variantes stratégiques qui permettent d'aller vers l'industrialisation de l'invention. Le **chapitre 2** illustre le rêve ou feu sacré qui anime les porteurs d'un projet d'innovation. Le **chapitre 3** est consacré au difficile moment où les héros peinent en solitaires dans un projet qui tarde à déboucher. Le **chapitre 4** démontre par l'exemple que l'innovation n'est pas qu'une affaire de produits et de marchés, elle s'exerce aussi dans les secteurs non marchands. C'est la concurrence, pas toujours très loyale mais omniprésente qui fait l'objet du **chapitre 5**. Enfin, le dernier groupe de cinq histoires est consacré aux divers points d'appui sur lesquels les porteurs de projet peuvent compter, premiers clients, réponse du marché, voire concurrents.

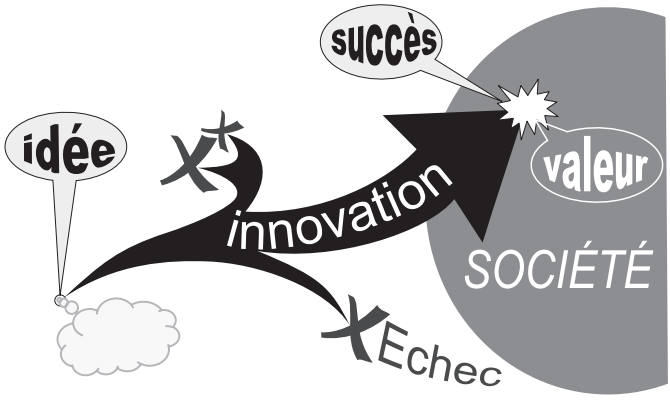
L'innovation en bref

Une définition

Voici une définition, elle vient du monde universitaire. L'innovation, c'est un *processus*, il part d'une idée nouvelle encore conceptuelle, l'*invention*, pour arriver à sa *réalisation matérielle*. L'objectif est de créer un bénéfice sociétal que nous appellerons *valeur*. L'innovation est comme un parcours semé d'embûches partant d'une idée nouvelle qui viendra soit à échouer, soit à réaliser matériellement l'idée initiale.

Caractéristiques essentielles de l'innovation

- Le moteur de l'innovation c'est la volonté de *satisfaire un besoin* d'usagers ou de clients.
- L'innovation implique une somme importante d'efforts vouée à un *bénéfice très hypothétique*.
- L'innovation est un *investissement risqué*, on mise sur une aventure qui n'a jamais été tentée.

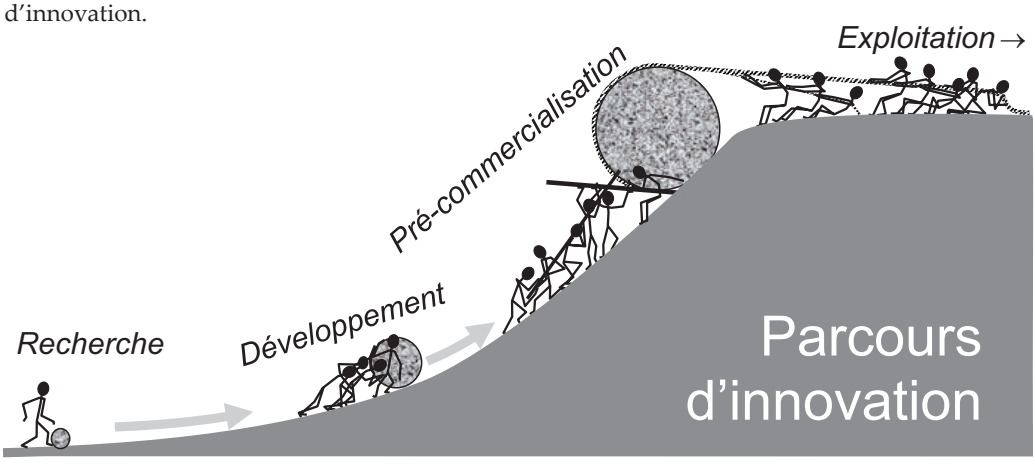


L'innovation, un parcours vers un objectif.

Dynamique de l'effort d'innovation

Un parcours d'innovation, cela commence petit, l'inventeur est seul au début puis, petit à petit, le projet réclame d'autres contributeurs : des scientifiques, des ingénieurs, des experts en finance et en marketing puis en productique. Les priorités aux débuts sont d'explorer et d'évaluer tout le potentiel de l'idée. Tous s'emploient alors à *lever le voile d'incertitude* initial et à se rassurer sur la solidité de l'idée. Puis le projet grandit et consomme de plus en plus d'efforts humains et de ressources financières. La frêle petite idée du départ devient un gros projet industriel. Tout change alors. Les débuts laissent le temps aux recherches exploratoires autour d'une idée protéiforme, puis le projet se précise, la stratégie de l'équipe prend tournure, l'idée est cadrée. À ce stade, la *recherche de financement* devient une nécessité. Plus on avance, plus tout est urgent, plus chaque étape doit être prédictible et planifiable. À la fin, la gestion des ressources financières et la préparation de la mise sur le marché dominent les préoccupations du management. Le style de gestion d'un projet d'innovation se doit de changer radicalement au fur et à mesure de sa croissance, il faut s'adapter coûte que coûte à cette évolution.

La boule de neige à contre-pente, une image du parcours d'innovation.



Un contexte concurrentiel

Beaucoup de personnes cherchent à exploiter des idées nouvelles. Les inventions simultanées sont plus la règle que l'exception, les idées s'empruntent, se volent. Un projet d'innovation ne progresse que très rarement seul, il y a des concurrents avec des idées alternatives, des imitateurs ou des suiveurs. Eux aussi mettent la pression sur l'équipe. La société met à la disposition des inventeurs et des innovateurs l'arsenal de la *propriété industrielle*, en particulier les *brevets*, pour garder un certain temps une forme d'exclusivité dans l'exploitation de l'idée. Exceller dans l'art d'innover implique aussi de maîtriser le maniement de ces armes légales.

L'échec

Innover c'est se lancer sur un parcours qui n'a jamais été exploré. C'est partir pour l'inconnu. Les obstacles et les embûches ne sont pas répertoriés. Innover, par essence, c'est prendre un risque. L'art d'innover n'est certainement pas l'art d'éliminer ce risque mais de gérer la progression avec un mélange harmonieux de prudence et de témérité. Bien sûr innover veut souvent dire échouer. C'est la règle du jeu, pour avoir une chance de gagner, il faut *accepter le risque* et avancer, en *restant vigilant*. Il y aura des obstacles et l'enjeu sera de les surmonter. Le grand art c'est de savoir déterminer, le plus tôt possible, si le projet est *via*ble ou pas et de décider, sans hésiter, si on s'arrête ou si on continue.

Le partage de la valeur

En cas de succès il faut qu'en fin de compte tous les contributeurs aient une part du bénéfice. C'est un aspect de l'aventure qui peut devenir conflictuel, surtout avec des acteurs qui manquent d'expérience. Les scientifiques, les inventeurs ont souvent du mal à apprécier l'apport des autres partenaires comme les soutiens commerciaux ou financiers.

Innovation : un genre ?

Toutes les histoires d'innovation ont un air de famille. En fait, elles constituent un genre. Je fais référence à ces catégories de créations artistiques qui formatent leurs trames dans un contexte codifié et animent une panoplie de personnages prédéfinis. Vous en connaissez des genres, vous en aimez certains. Dans le théâtre, il y en a eu beaucoup : Commedia dell'arte, Grand Guignol, tragédies, mystères, etc. On en trouve aussi dans le cinéma avec les westerns, les polars et une nouveauté, les super-héros. La littérature a ses genres comme les romans dits « romances » de la collection Harlequin, les polars ou bien l'heroic fantasy.

Pour moi, vieux collectionneur d'histoires d'innovation, celles que j'ai vécues comme celles que j'ai été chercher dans les fonds historiques, l'affaire est claire, ces histoires constituent aussi un genre.

L'innovation anime aussi des personnages types dans des scenarios qui ont un tronc commun. Pourtant, comme dans les autres pièces de genre, on peut en suivre mille, jamais elles ne se répètent. Les personnages types deviennent connus de tous. Ainsi, les westerns ont le cowboy solitaire, la chanteuse de saloon au grand cœur, le vieux prospecteur édenté, le *pistolero* ombrageux, etc. Je me suis amusé à faire un parallèle entre les personnages récurrents de l'innovation avec certains de la riche collection des masques de la Commedia dell'arte. Ils sont encore présents dans notre culture, vous allez les reconnaître :



Pierrot, exalté, amoureux, trop honnête.

L'INVENTEUR

Son idée est à la source du projet d'innovation. C'est, comme Pierrot, un rêveur optimiste amoureux de son idée. Opiniâtre et travailleur, il va sans cesse remettre son idée à l'ouvrage pour qu'elle soit la plus belle. Il est loyal mais peu contrôlable.



Arlequin, vif, rusé, débrouillard.

L'INNOVATEUR

Un entrepreneur accroc à l'adrénaline. Il devra mener le projet de réalisation de l'idée à son terme. Il lui faudra déployer de l'énergie et de la ruse pour passer les obstacles sur la route. Il subit la pression des financiers et doit livrer ce qu'ils souhaitent aux clients.

PREMIER FINANCIER

C'est le soutien du projet à ses grands débuts. Si l'idée est née dans une entreprise ou une institution, il peut être le patron de la division. Méfiant mais assez patient. En fait, lui aussi a besoin du succès du projet.



« Il dottore » notable replet et un peu pompeux.

DEUXIÈME FINANCIER

Il arrive au secours du projet plus tard quand le risque est amoindri. Il est pressé, très pressé. Le projet ne l'intéresse pas, seulement son compte de résultat. Plus que méfiant, il est soupçonneux.



Pantalone, marchand très près de ses sous.

L'INGÉNIEUR BREVET

Très armé et agressif, il tente de transformer le projet en une forteresse imprenable. Il parle un langage peu compréhensible. Il est indispensable mais coûteux.



Capitan, matamore irritable.

LE CONCURRENT

Personnage peu recommandable. Il est dopé aux subventions. Il multiplie les alliances pour mieux étouffer le projet. Il ne recule devant aucun coup tordu.



Polichinelle bavard, fourbe et retors.

LE PREMIER CLIENT

Personnage-clef, elle voit dans le projet un potentiel qui pourra la servir. C'est une alliée de poids qu'il va falloir choyer. Attention ! Elle peut devenir volage.



Colombine, fine mouche au franc parler.



Scaramouche, séducteur et vantard.

L'HOMME MARKETING

Personnage qui court le monde pour vanter les mérites du projet. Il ne sait pas toujours de quoi il parle et a très souvent tendance à vendre la peau de l'ours un peu trop tôt.

Les scénarios peuvent décliner ces personnages types autour de multiples variantes. Certains essayent d'accumuler les rôles, être à la fois inventeur et innovateur, d'autres comme les financiers ou les concurrents peuvent se multiplier en meute (en chœur). La trame du scénario sera toujours fondée sur l'idée émise par l'inventeur que tous essayent soit de réaliser soit de torpiller.

Chapitre 1

Inventeurs et industries



Une des huit toiles représentant la tour de Babel peintes par Marten van Valckenborch (1535-1612).

Cette tour de Babel peut être vue comme l'illustration de la montagne du savoir. Elle a des entrées multiples et offre un écheveau de trajets possibles. Pour contribuer à sa construction, il faut choisir sa route et y pénétrer. Nous allons voir cinq histoires qui sont des variantes du trajet partant de l'invention pour finalement entrer dans l'industrie. Les histoires des moteurs de Watt et de Diesel, diffèrent beaucoup dans leurs entrées. Watt s'allie avec un innovateur, Diesel va multiplier les licenciés et réclamer des royalties. Les histoires suivantes se passent dans la high-tech. Le Walkman, un produit grand public, est porté par deux capitaines d'industrie. Sharp et ses écrans plats, s'appuie sur une nuée d'inventeurs anonymes et des milliards d'investissement. Enfin e-Ink est une start-up, une autre manière de porter une innovation vers sa commercialisation.

1.1. Une nouvelle force motrice

Voici l'histoire de James Watt et sa version de la machine à vapeur. On y trouve le grand besoin financier d'un projet d'innovation, le facteur humain avec la formation d'une paire inventeur/innovateur et, enfin, le bénéfice certain de l'exclusivité liée à un brevet. Nous allons aussi voir qu'une invention, même majeure, n'est qu'un maillon dans une chaîne d'innovations. James Watt n'est pas un magicien qui a tout inventé mais, par un pas décisif, il va changer le monde et mettre au chômage les meuniers, les cochers et les chevaux de trait. C'est là le côté sombre de l'innovation (Schumpeter, 1942), le nouvel objet va remplacer ceux qui préexistaient.

Précurseurs des applications de la vapeur

La force de la vapeur issue d'une bouilloire a toujours intrigué. Héron d'Alexandrie décrit, vers l'an 50, l'éolipyle, petite turbine à vapeur, une curiosité. Au milieu du x^{e} siècle, la vapeur entre dans une innovation grâce au moine Gerbert d'Aurillac, futur pape Sylvestre II. C'est un polymathe, mot savant pour les détenteurs d'un savoir quasi universel. Il a étudié les écrits arabes en Catalogne. Il installa un orgue à vapeur dans la cathédrale de Reims. Un autre exemplaire aurait été placé dans l'abbaye Saint-Géraud à Aurillac. L'orgue à vapeur restera une innovation confidentielle ; sa sonorité était, dit-on, très harmonieuse.



Jerónimo de Ayanz y Beaumont (1553-1613). Dessin de Eulogia Merle ; © Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

En 1560, une autre innovation confidentielle vint d'un autre polymathe, le Stambouliote Taki al-Din. Il a décrit une bouilloire et une petite turbine à vapeur associées au feu d'un grill, elles faisaient tourner une broche. Hélas, il n'existe pas de version contemporaine de machine à döner-kebab tournant à la vapeur.

Jerónimo de Ayanz y Beaumont, Navarrais contemporain de Cervantes, administrateur général des mines d'Espagne, était un inventeur compulsif. Il déposa en 1606 un brevet pour pomper des mines inondées grâce à la force de la vapeur. Son système était fruste : un ensemble de vannes et de réservoirs. Un prototype en vraie grandeur a été installé dans une mine d'argent près de Séville. Le rendement énergétique était faible, on sait

que de Ayanz avait fait réserver tout le bois des forêts alentours. L'inventeur mourut deux ans plus tard et sa mine fut noyée. Le projet de Jerónimo a donc tourné court, même si on peut le créditer d'avoir eu une vision prophétique de la première application des machines à vapeur.

Les premières machines très imparfaites

En effet, le pompage des mines a motivé toutes les inventions autour de la vapeur. Dans l'Angleterre du XVIII^e^ siècle il y avait beaucoup de mines de métaux précieux ou de charbon. Les conditions de travail des mineurs, hommes, femmes et enfants étaient effroyables. La demande étant forte, les exploitants s'approchaient des nappes phréatiques. L'inondation était un problème chronique, on essayait de le limiter en remontant l'eau avec la force des chevaux.

Malgré le secret qui entoure généralement l'activité inventive autour d'un grand enjeu, on trouve traces de la vapeur durant le siècle qui suit de Ayanz. Salomon de Caux, architecte et jardinier français originaire de Dieppe publia en 1625 *Les raisons des forces mouvantes* où on retrouve le pompage de l'eau à l'aide de la vapeur, cette fois pour alimenter les fontaines. Edward Somerset, Marquis de Worcester, publia en 1663 un recueil de 100 inventions dont un « *water commanding engine* », une machine à vapeur fabriquée à partir d'un canon. Le progrès va s'accélérer avec trois acteurs qui entrent en scène à la fin du XVII^e^, Denis Papin, Thomas Savery et Thomas Newcomen.



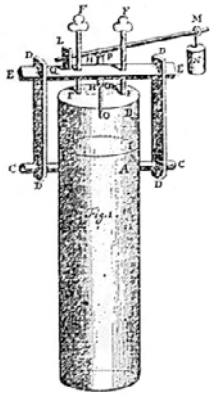
Salomon de Caux (1576-1626). Gravure de 1619.



Edward Somerset (1602-1667). Toile de A. Craig.

Denis Papin

Papin, travailleur, inventif et mécanicien inspiré, tourna autour du concept de la machine à vapeur, en inventa quasiment tous les éléments, mais il ne sut jamais les combiner dans une machine viable. Papin, né français, calviniste et médecin, fut d'abord l'assistant de Christian Huygens à l'Académie des Sciences ; ils construisirent ensemble une machine à piston animée par de la poudre à canon. Papin décida de fuir la France avant la révocation de l'édit de Nantes (1685). En Angleterre, il travailla avec Robert Boyle qui l'introduisit auprès de la Royal



Digesteur de Papin inventé vers 1680. Notez la soupape de sécurité avec son contrepoids. Brevet de Papin en 1680.



Denis Papin (1647-Circa 1713). Par Johann Peter Engelhard.

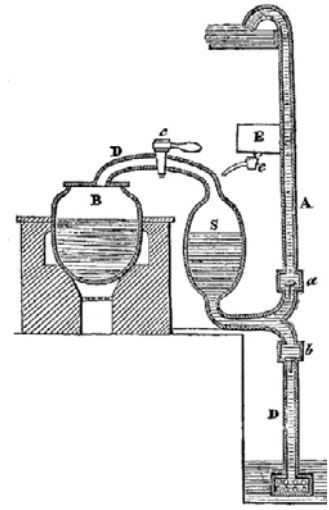
Society. Papin étudia de nombreuses variations autour des bouilloires et du vide et inventa un récipient pressurisé qu'il appela le « digesteur ». C'est la 1re cocotte-minute. Elle comporte un détail d'importance, la soupape de sécurité. Papin a étudié la cuisson des aliments dans son digesteur mais les cuisinières de ce temps n'étaient pas assez pressées pour adopter cette nouveauté.
Boyle étant vieux et malade, sa protection n'était plus très solide, Papin quitta l'Angleterre. Il rejoignit sa famille en Allemagne. Il y resta vingt ans sous la protection du Landgrave de Hesse. Il voyageait de duchés en royaumes, en créant des nouveautés : pompes à eau, soufflets, sous-marins, etc.

En 1690, il publia à Leipzig le dessin d'une machine à vapeur proche de celle que Newcomen proposera plus de 20 ans plus tard. Il semble qu'il ait réussi quelques essais. Il se lia d'amitié avec le polymathe Liebnitz. Ils analysèrent ensemble les propositions de Savery qui avaient filtrées jusqu'en Allemagne, ils détectèrent les faiblesses du concept. Papin rêvait de vendre son projet de bateau à vapeur à la reine Anne d'Angleterre. Il construisit un bateau, descendit la Weser jusqu'à Brème, pour gagner Londres. Mais la Weser était tenue par une guilde de bateliers qui avait l'exclusivité de la navigation. Papin passa outre : il fut pris et son bateau fut détruit. Papin partit seul à Londres par la diligence.

En 1708, on retrouve Papin plaidant pour son projet de bateau à vapeur devant la Royal Society présidée par Newton. Les recommandations de Leibnitz furent très néfastes. C'était en effet le début de la violente controverse qui opposa Newton et Leibnitz, l'un comme l'autre revendiquant la paternité du calcul infinitésimal. C'était une guerre d'ego, aggravée par le nationalisme. Papin fut sèchement repoussé, « trop cher » pour Newton, « le piston va coincer » pour Savery. La Royal Navy, elle aussi, rejeta l'idée. On offrit à Papin une seule porte de sortie, celle de travailler gratis dans les ateliers de Savery. Il y resta 7 ans en muselant son génie inventif. Papin était ruiné, il va disparaître et réapparaître quelquefois pour quémander un support qui lui sera refusé. Il sera avalé par les ruelles obscures des ghettos de Londres. On perd sa trace. On ne connaît ni la date de sa mort ni l'endroit de sa sépulture.

Thomas Savery (1650-1715)

Bien éduqué dans les sciences, l'Anglais Thomas Savery avait atteint le grade de capitaine en tant qu'ingénieur militaire. En 1798, il déposa un brevet pour une « machine pour pomper l'eau à l'aide d'un feu ». En fait, c'est l'invention de Ayanz et de Salomon de Caux. Elle comporte un réservoir **S** dans lequel on injecte la vapeur issue d'une chaudière **B**. La vapeur à haute pression pousse l'eau qui sera dirigée vers une évacuation en hauteur. Une fois le réservoir vide d'eau, on ferme la vanne **c** d'entrée de la vapeur et on permute les vannes **a** et **b**. On arrose d'eau froide le réservoir **S** avec le robinet **E** pour gagner du temps. La vapeur d'eau se condense, la pression chute et le vide résultant aspire l'eau en contrebas. On recommence ensuite la même séquence qui prenait des minutes. Pour gagner en débit Savery installa deux réservoirs qui étaient alimentés en alternance. Les vannes étaient manœuvrées à la main.



Machine de Savery.
Schéma de principe d'après *Les Merveilles de la Science*, Louis Figuier (1867).

Le concept est très mauvais du point de vue énergétique. La vapeur qui entre dans un réservoir froid se condense et une grande part de l'énergie de la chaudière sert à chauffer inutilement un réservoir qu'on va devoir refroidir. Pire, pour pousser l'eau avec de la vapeur il faudrait une chaudière surchauffée délivrant une haute pression. Mais la chaudière de Savery ne pouvait pas monter en pression car elle risquait d'exploser. Pourtant, les premiers essais furent concluants, ils avaient été réalisés avec un prototype de petite taille et, coup de chance, la machine de Savery est plus efficace si elle reste petite et si elle ne pompe pas très profond.

Le brevet de 1698 écrit par Savery est très vague dans sa description des moyens, il est très général. Il couvre en fait toute machine à vapeur qui relève de l'eau. Il bloque le marché principal, celui des mines inondables. Fort de ses premiers succès, Savery va prendre à contre-pied le traditionnel culte du secret dans ce domaine. Il se démena pour faire connaître son invention. Il multiplia les démonstrations avec un petit prototype, il ira devant le roi Guillaume d'Orange puis devant la Royal Society. Il fit publier à grand tirage un petit texte, titré *The Miner's Friend* (L'Ami du Mineur) où il décrivait sa machine et vantait ses merveilleuses possibilités. Savery avait de l'entregent, il était obséquieux et habile avec les membres de la Royal Society. Après un an d'effort, en 1699, il obtint du parlement ce qu'on pourrait considérer aujourd'hui comme un déni de justice. Le « Fire Engine Act » fut voté, une loi qui étendait



Thomas Savery
(1650-1715)

l'exclusivité du brevet de Savery sur 35 ans au lieu des 14 ans attribués aux brevets de l'époque. Savery put, sur cette longue période, interdire à quiconque d'exploiter la vapeur pour le pompage de l'eau.

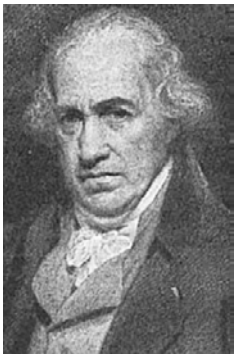
Savery tenta sans grand succès de commercialiser son invention. L'effet de poussée par la vapeur était très faible à cause de la condensation dans le réservoir. Une de ses premières machines explosa sur un pas de mine. Les exploitants avaient poussé les feux pour essayer de pomper plus. Savery n'avait pas monté de soupape de sécurité, c'était une invention de Papin, il n'en voulait pas. Tout porte à penser que Savery était atteint du syndrome NIH. Dans la machine de Savery, la seule force qui agissait était celle de succion du vide dans le réservoir après condensation. Mais cette force est modeste, la machine de Savery ne pouvait pomper de l'eau qu'à 6 m environ. C'était tout à fait insuffisant pour les mines qui descendaient à 100 m, voire plus.

Syndrome NIH
Issu de l'anglais « *Not Invented Here* » décrit une tendance assez fréquente dans les équipes de recherche à ne pas tenir compte de l'apport d'équipes concurrentes. C'est un mal qui est hélas assez répandu.

Savery vendit des machines pour animer les jeux d'eau des jardins aristocrates. Comme elles ne pompaient ni assez vite ni assez profond, les mineurs ont gardé leurs chevaux. Si le projet d'innovation de Savery débuta par un succès politique, le Fire-Engine Act, du fait de ses faiblesses conceptuelles son projet se termina dans un marché de niche. Son projet d'innovation fut un échec.

Thomas Newcomen (1663-1729)

Newcomen tenait un atelier de façonnage du métal à Dartmouth. Avec son collègue Calley, spécialiste du verre et des tuyauteries, ils travaillaient pour les mines. Ils connaissaient donc très bien la problématique du pompage et les essais des pompes à vapeur. Il est certain que Newcomen et Savery se sont rencontrés à diverses occasions. Newcomen, conscient des difficultés du « Miner's Friend » conçut une alternative. Avec Calley, ils reprirent des éléments connus, le piston de Papin et Huygens, le robinet de Savery et les combinèrent dans une nouvelle machine à vapeur capable de vraiment pomper.



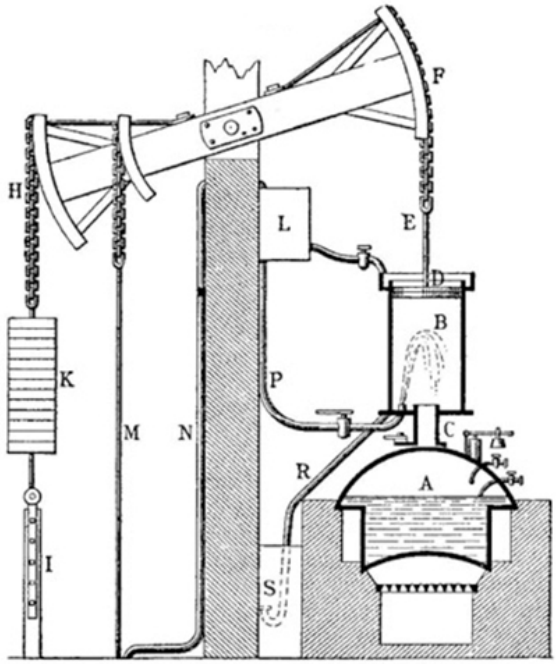
Thomas Newcomen (1663-1729).

Newcomen et Calley n'avaient pas l'accent d'Oxford, mais ils avaient du bon sens et de la ténacité. Ils commencèrent leur projet dans leur atelier de mécanique. Ils passèrent par les affres habituelles des essais et erreurs et, en 1705, forts de quelques résultats probants, ils déposèrent un brevet qui fut refusé car dépendant du brevet de Savery. « Dépendant » veut dire que la machine de Newcomen

contenait des éléments qui étaient protégés par le brevet de Savery. Ils durent négocier avec Savery et, celui-ci, grand seigneur, passa au-dessus de son NIH et accepta de rédiger un nouveau brevet dont il fut cosignataire. Le brevet fut accepté et les artisans de Dartmouth durent payer une redevance à Savery pour chaque machine. Il fallut encore 5 ans d'effort pour que la machine soit « presqu'au point », mais Newcomen et Calley avaient puisé sérieusement dans leurs ressources financières pour construire leur prototype.

Leur machine reprend le concept de Papin avec le piston D dans le cylindre B. La force mécanique, *via* le balancier HF, est transmise sous terre par la tige métallique I, la pompe est au fond de la mine. La tige M actionne une pompe annexe alimentant, *via* L, l'eau pour l'étanchéité du joint de piston D et le refroidissement de la vapeur dans B.

Newcomen a fait un choix technique, il renonce à l'apport de la force de pression de la vapeur surchauffée pour miser sur la seule force de succion du vide de condensation. Ce n'est que fortuitement qu'ils trouvèrent plus tard le complément créatif de leur système : un gicleur d'eau froide P. Il s'ouvre quand le cylindre est plein de vapeur pour la faire vite condenser et passer à la phase de succion par le vide, laquelle tire le piston vers le bas. Newcomen et Calley eurent financièrement du mal à passer à la phase des essais en vraie grandeur. Ils durent s'endetter.



Machine de Newcomen. Encyclopédie de Joseph Meyers, Konversations-Lexikon (1840-1850).

Vers 1711, ils réussirent à convaincre un exploitant de mine près de Birmingham de mettre leur machine à l'essai. Ils rencontrèrent des difficultés et trouvèrent les solutions, pas à pas. La machine, après plusieurs cycles, tendait à s'arrêter. L'eau contient toujours de l'air dissous, celui-ci entrait avec la vapeur mais ne se condensait pas. Il finissait par s'accumuler dans le cylindre à la place de la vapeur. Il fallut soigneusement tarer la hauteur de la canule **S** pour que l'air s'élimine par la poussée de la vapeur.

L'étanchéité et le glissement du piston étaient problématiques. Les compères mirent au point une solution pragmatique, il y avait du jeu et les fuites étaient contenues par un joint de feutre mouillé.

Au début, sans gicleur, la machine tournait lentement, de l'ordre de 5-6 cycles par minute, quand un jour miraculeux elle se mit à accélérer. On trouva la cause : le piston, qui était recouvert d'eau pour étanchéifier, était percé. C'est ainsi que l'idée du gicleur d'eau froide est venue. Le chemin cahoteux de l'innovation est bourré d'aléas, certains néfastes mais certains fertiles. Autre anecdote savoureuse. La machine filait maintenant à plus de 12 cycles par minute. Les vannes étaient manipulées par un opérateur. On utilisait des enfants pour cette tâche fastidieuse. Un jour, le préposé, un gamin de 10 ans du nom de Humphry Potter, décida d'attacher les manettes des vannes avec des ficelles reliées aux bons endroits du puissant balancier. La machine marchait toute seule ! Bien sûr, l'idée fut adoptée et la ficelle remplacée par de la tringlerie. La paresse est un moteur puissant !

Le parcours d'innovation de Newcomen et Calley fut un succès, les exploitants de mine se sont équipés et le paysage préindustriel du Royaume-Uni fut bercé par la respiration des machines à feu pendant plus de 60 ans. On leur apporta quelques améliorations, mais aucune ne remettait en cause le principe de base. Vers 1770, quand James Watt entra en scène, il y avait plus de 150 machines de Newcomen en opération dans les mines anglaises. Certes, cette machine était imparfaite et d'un rendement misérable. Mais elle a eu le mérite d'exister au moment où les mines d'Angleterre devaient alimenter les prémices de la révolution industrielle. C'est une innovation réussie, Newcomen et Calley ont pu rembourser leurs dettes et ils ont pu même s'enrichir, mais en laissant une belle part à Savery. La machine de Newcomen a finalement