

LES MÉTAMORPHOSES DE L'INNOVATION : systématique, intensive et responsable

Armand Hatchuel
Professeur émérite à MINES Paris-PSL



Armand Hatchuel est Professeur émérite à MINES Paris-PSL Université (CGS-13), chaires de théorie de la conception et de théorie de l'entreprise. Il a développé avec Benoît Weil et Pascal Le Masson une théorie de la conception innovante (théorie C-K) qui a eu un impact scientifique et industriel important. Ses travaux avec Blanche Segrestin, Kevin Levillain et le Collège des Bernardins, ont inspiré la création des « sociétés à mission » (loi Pacte). Il est Fellow de la Design Society et de l'European Academy of Management, membre de l'Académie des Technologies.

Cet article rappelle les grandes étapes des métamorphoses de l'innovation qui éclairent les défis contemporains des entreprises. On y distingue trois étapes : le tournant moderne avec la systématisation de la conception (1860-1947) ; l'innovation intensive fondée sur la conception en rupture et la formation de nouveaux écosystèmes (1947- 2010) et enfin, l'innovation responsable actuelle (depuis 2010) qui repose sur de nouveaux modèles d'entreprise et la conception d'engagements civilisationnels. Chaque cas insiste sur les sources des connaissances nouvelles, sur les principes mobilisés et les acteurs impliqués. Par ailleurs, ces étapes ne se substituent pas les unes aux autres. Chacune crée des dispositifs qui ne disparaissent pas avec les étapes suivantes. La dernière étape s'appuie sur les deux précédentes tout en développant une voie nouvelle. Ainsi, les entreprises contemporaines doivent-elles combiner ces différentes approches pour répondre aux attentes de toutes les parties qui participent de leur développement.

INTRODUCTION

En 1918, Henri Fayol écrivait : « *Et ce n'est pas la tâche la moins difficile du chef d'entreprise que de conjuguer les efforts des savants et des praticiens. Il y a de nombreux obstacles à surmonter : je l'ai montré dans mon ouvrage sur l'Administration industrielle et générale ; mais en même temps j'ai proclamé l'indispensable nécessité pour l'industriel d'organiser et de réussir la collaboration de la science avec le monde des affaires. Cette idée pleine de promesses et qui vient maintenant à l'honneur m'est chère depuis bien longtemps et je puis dire que, sur ce point, ma Société a donné l'exemple* »¹.

L'auteur de ces mots – fondateur de la science administrative – pouvait en effet se prévaloir d'une politique d'innovation remarquable. Sa collaboration avec Charles Edouard Guillaume (Prix Nobel de physique 1920) avait abouti en 1896 à la découverte des aciers Invar qui ne se dilatent pas. Et le laboratoire qu'il confia en 1911 à Pierre Chevenard allait devenir une référence pour la métallurgie de précision².

¹ Henri Fayol, *Notice sur les travaux scientifiques de M. Henri Fayol*, Dunod 1918.

² Pierre Chevenard, *L'installation et l'organisation d'un laboratoire sidérurgique*, Mémoires de la société des ingénieurs civils de France, 1933.

Pourtant Henri Fayol n'emploie pas le mot « d'innovation ». Dans son célèbre traité il insiste sur le « perfectionnement dans tous les domaines » comme un devoir premier du dirigeant d'industrie. Le choix de ce terme n'avait rien d'anodin, tant son siècle voyait dans « les progrès des sciences et des arts » la condition du progrès et du « perfectionnement humain ». Ces variations de vocabulaire sont instructives car elles conduisent à un double constat :

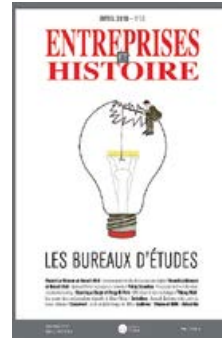
- il y a une évolution de l'innovation et des processus d'innovation qui se poursuit aujourd'hui,
- les savoirs, les valeurs et les organisations mobilisés dans la conception et la mise en œuvre des innovations ne cessent de se métamorphoser.

Dans cet article, nous rappelons trois grandes étapes de ces métamorphoses de l'innovation car cette évolution éclaire notamment les défis de l'innovation contemporaine et les méthodes qu'ils exigent. Nous distinguerons ainsi : le tournant moderne (1860-1930) ; l'innovation intensive (1947-2008) et l'innovation responsable (notre époque) qui exige de nouveaux engagements civilisationnels. Dans chaque cas, nous insisterons sur les sources des connaissances nouvelles, sur les principes mobilisés et les acteurs impliqués. Par ailleurs, ces étapes ne se substituent pas les unes aux autres. Chacune crée des dispositifs qui ne disparaissent pas avec les étapes suivantes. On observe au contraire des processus de complémentarité et de diversification : la dernière étape s'appuie sur les deux précédentes tout en développant une voie nouvelle.

LE TOURNANT MODERNE : LA CONCEPTION SYSTÉMATIQUE DE L'INNOVATION

Ironie de l'histoire, la réflexion actuelle sur le début de l'anthropocène – l'ère où l'activité humaine perturbe l'écologie de la planète – retrouve la période (le tournant du XIX^e siècle) où l'innovation devient une activité systématique et organisée. Cette systématisation a eu un effet majeur : elle provoque le renforcement croisé entre puissance des machines et sources d'énergie. L'augmentation exponentielle de l'usage des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz...) de 1800 à 1930 en est la conséquence directe. Car les nouvelles industries organisent la conception récurrente de nouvelles machines qui améliorent tout à la fois, la production d'énergie (vapeur, moteur à explosion, électricité...) et celles de nouveaux biens et de services (métallurgie, travail des métaux, construction, génie chimique) qui utilisent ces énergies... Ce que l'on a appelé « révolutions industrielles » correspond surtout aux effets amplificateurs de ces activités de conception et d'ingénierie.

La grande innovation organisationnelle de la période est donc la formation de « bureaux d'études », c'est-à-dire de groupements de techniciens et d'ingénieurs capables de dessiner, de faire réaliser, et de tester des machines, ou des ensembles de machines nouvelles (les nouvelles usines). Partenaire indispensable du bureau d'études, le « laboratoire d'essais ou de recherche » prend aussi son essor avec la



nécessité de développer des instruments permettant de valider les matières, les calculs, et les dessins du bureau d'études. Bureaux d'études et laboratoires, indépendants ou salariés, se multiplieront tout au long des XIX^e et XX^e siècles, et seront indispensables aux innovations que seront l'automobile, l'avion et les réseaux de gaz, d'eau ou d'électricité (Cf. figure : numéro spécial de la revue *Entreprises et Histoire* n°58, 2010).

Le couple « bureau d'études-laboratoire » forme un organe qui bouscule et stimule les deux grandes fonctions traditionnelles de l'industrie : en aval, l'atelier ou l'usine qui doivent adapter et réaliser ses prescriptions et en amont, l'activité commerciale qui est sommée de nourrir les bureaux d'études de commandes et de les éclairer sur les exigences futures des clients. « L'entreprise moderne », qui est conceptualisée dans l'entre-deux-guerres et dont Henri Fayol théorise la gouvernance, naît avec la dynamique d'innovation systématique qui s'installe entre ces trois fonctions : commerce, conception, production.

La même période voit le développement des institutions publiques destinées à la recherche scientifique qui bénéficie pour ses équipements, de la puissance conceptrice acquise dans les entreprises. Ces institutions accumulent les découvertes et impulsent une logique internationale de la recherche académique. Dans quelques cas (activités militaires, grands équipements, projets médicaux), la puissance conceptrice du privé et la force investigatrice du public doivent être combinées pour atteindre des réalisations jusque-là inconnues. Mais l'articulation fructueuse entre ces deux régimes d'innovation restera problématique et dès 1918, on l'a vu, Henri Fayol fait de cette question le défi majeur de l'industrie moderne.

Après la seconde guerre mondiale, on assimile trop souvent l'innovation aux seules applications de la recherche publique alors qu'émergent déjà des révolutions conceptuelles et techniques venues des entreprises. Ces dernières pèseront en retour sur toute la société et sur la recherche académique elle-même.

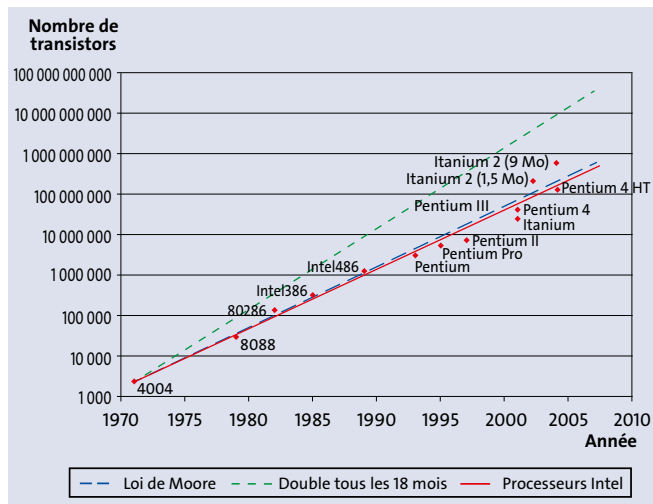
*La systématisation
de l'innovation provoque
le renforcement croisé entre
puissance des machines
et sources d'énergie*

L'INNOVATION INTENSIVE : CONCEPTION EN RUPTURE ET NOUVEAUX ÉCOSYSTÈMES

Dès l'entre-deux-guerres, le télégraphe, la radio (dite Télégraphie sans fil), le téléphone, le phonogramme, la photo et le cinématographe bouleversent les régimes de l'information, de la publicité et de la culture. Ensuite, les nouvelles machines de traitement de l'information issues de la découverte du transistor en 1947, ouvrent une vague de ruptures récurrentes de l'ensemble des systèmes techniques classiques. Mais c'est l'ensemble des pratiques sociales et sociétales, publiques comme privées qui sont aussi bouleversées. L'ancien dispositif de conception (bureaux d'études et laboratoire) peut s'ouvrir à de nouvelles sciences et de nouvelles techniques, mais il éprouve des difficultés

à justifier (avec les analyses économiques classiques) et à organiser l'exploration de la multitude indéterminée des nouveaux concepts de produits et de services rendus pensables par les nouvelles techniques informationnelles.

Cette terra incognita provoquera l'énoncé en 1965, par un dirigeant d'Intel – Gordon Moore –, de ce qui s'appellera la « loi de Moore » et qui prédisait un taux de miniaturisation constant pour les microprocesseurs (cf. fig.).



Dans les faits, ce n'était qu'un pari organisateur sur l'innovation future. Mais il stimule une variété d'entreprises et de projets qui doivent dialoguer entre eux pour survivre et pour réaliser cette prédiction (ordinateurs personnels, téléphones mobiles, internet, réseaux sociaux...)³. Cette orchestration de l'innovation donne naissance à des produits et des écosystèmes qui n'existent pas avant elle ! Désormais, l'innovation est devenue intensive. Tout acte de la vie individuelle et collective peut donner lieu à de nouveaux outils ou de nouveaux services connectés aux équipements personnels. Cette effervescence provoque aussi la ruée des « start-ups » dont certaines deviendront les géants de la Toile.

Ce nouveau régime de l'innovation intensive a bouleversé les fondements de la culture, du commerce, de la politique et de l'entreprise



La diffusion des approches en termes de « design » et de « créativité » découle de cette quête. Mais elles ne suffisent pas à structurer des logiques de conception adaptées à l'inconnu, à mobiliser des recherches scientifiques éloignées et à conduire de façon cohérente des explorations diverses. Il faudra un effort de recherche important pour élaborer une théorie de la conception (dite théorie C-K) et des méthodes de conception adaptées à la rupture continue des objets et à la collaboration avec les mondes académiques (cf. image, M. Agogué et al. *Introduction à la conception innovante*, Presses des Mines 2013).

Par l'organisation d'ateliers guidés de conception innovante, ces approches contribuent à renforcer la capacité créative des bureaux d'études, des laboratoires d'essais et des services de marketing. Notamment, en s'éloignant des modèles de produits et d'affaires habituels et en aidant à construire de nouveaux consortiums d'exploration, des partenariats d'innovation, tant avec d'autres entreprises, qu'avec des universités ou des acteurs publics.

Ce nouveau régime de l'innovation intensive a bouleversé les fondements de la culture, du commerce, de la politique et de l'entreprise. C'est un nouveau monde qui a ainsi émergé où l'innovation s'incorpore à l'ensemble des régimes d'existence et d'action. Mais il serait erroné d'y voir la disparition du modèle de conception systématique. Celui-ci est sollicité avec encore plus de force et d'exigence mais il doit s'insérer dans des mutations techniques et sociales plus vastes et plus digitalisées. Les automobiles connectées ont toujours besoin de roues d'une grande qualité. Mais la roue est elle-même redéfinie par de nouvelles fonctionnalités et saisie dans de nouveaux dispositifs de contrôle et de surveillance. Pour la plupart des objets et des machines, l'innovation intensive se traduit par la multiplication de leurs modes d'existence et de leurs interactions avec le reste du monde. Peut-être est-ce dans le domaine de la culture et du travail que ces effets ont été les plus spectaculaires : la production d'œuvres audiovisuelles a été considérablement transformée tant dans leur mode d'accès que dans les conditions d'écoute. Et chacun connaît aujourd'hui les opportunités et les risques du télétravail. Quant à l'Intelligence Artificielle, elle trouve dans ce monde digitalisé un terreau fertile pour son déploiement.

La combinaison de la conception systématique et de la conception innovante transforme les frontières organisationnelles de l'innovation. Les entreprises s'ouvrent à des logiques de start-ups internes, mais l'écosystème d'une start-up peut s'étendre au-delà de celui de sa maison initiale. Le français Dassault Systèmes, leader mondial de l'ingénierie numérisée et de l'expérience 3D a démarré comme une start-up de Dassault Aviation. Aujourd'hui, c'est aussi un des grands de l'ingénierie biologique et de la donnée médicale.

L'INNOVATION RESPONSABLE : LA CONCEPTION DES ENGAGEMENTS CIVILISATIONNELS

A première vue, la prise de conscience écologique qui s'est récemment imposée, ou les dangers d'une mondialisation numérique sans règles, marquent un coup d'arrêt à l'innovation peu soucieuse de ses impacts négatifs pour la vie et la planète⁴.

Mais c'est une erreur de penser que la limitation des ressources ou des contraintes sociales fortes sont un frein pour l'innovation. Ces dernières peuvent-être de puissants stimulants à l'innovation à condition que les méthodes de conception et les écosystèmes soient adaptés à ces sauts

³ Le Masson, P., Weil, B., Hatchuel, A., & Cogez, P. (2012). Why are they not locked in waiting games? Unlocking rules and the ecology of concepts in the semiconductor industry. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(6), 617-630.

⁴ Franck Aggeri, *L'Innovation, mais pour quoi faire?* Le Seuil, 2023.

dans l'inconnu. Au Moyen-Âge, le développement des monastères devait s'effectuer dans des lieux isolés et hostiles qui imposaient l'autosuffisance. Ces obstacles favorisèrent une série d'innovations dans la construction, dans le recours à l'énergie hydraulique et aux mécanismes de toutes sortes, dans l'activité agricole et médicale. Pour y parvenir, les moines cherchèrent, y compris dans le monde non-chrétien toutes les connaissances et les savoir-faire qui pourraient leur être utiles. Leurs inventions et leurs bibliothèques participèrent de la « révolution industrielle du Moyen-Âge » et de la Renaissance qui suivit celle-ci⁵.

L'âge de la sobriété, de la décarbonation et des dangers du dérèglement climatique appelle un effort d'innovation d'une ampleur considérable. Ce que l'on nomme transitions énergétique, environnementale et écologique ne désignent *aucun point d'arrivée connu*. Car même une sobriété drastique ne saurait justifier la diminution des soins de santé, l'abandon des animaux domestiques et l'absence de chauffage en hiver... Notre époque exige donc à la fois un surcroît de conception systématique et un surcroît de conception innovante.

- Surcroît de conception systématique parce que l'effort d'écoconception, qui touche la plupart des produits, exige une révision de l'ensemble des approvisionnements, des procédés, des emballages et des distributions utilisées jusqu'à lors. Beaucoup de ces maillons seront rendus moins dangereux pour la vie commune.
- Surcroît de conception en rupture dans plusieurs cas : l'utilisation du CO₂ comme matière première reste un champ à explorer et rien ne dit que les techniques éoliennes ou solaires de production d'énergie ont atteint leur plein développement. Quant à la recherche de nouveaux matériaux moins énergivores et recyclables, ou de nouveaux modèles agricoles soutenables, elles exigent déjà un effort de conception innovante, intensive et écosystémique. Les acquis en matière de conception systématique et de conception innovante sont donc un atout majeur pour aborder les innovations contemporaines.

Mais l'étape actuelle manifeste une différence majeure avec les deux précédentes. Hier, l'innovation n'était pas un impératif collectif. On comptait sur le talent des chercheurs, le goût du risque des entreprises ou les consommateurs avant-gardistes. Or, ces stimulations ne suffisent pas pour orienter spontanément l'effort d'innovation vers des solutions écologiquement soutenables et dont rien n'assure qu'elles seront rentables. L'Etat doit donc multiplier les prescriptions nécessaires mais la planification écologique ne peut porter que sur des produits et des services connus et l'Etat ne pourra lui-même conduire toutes les innovations nécessaires. Sans oublier les indispensables efforts novateurs en matière de justice climatique.

Il nous faut donc innover sur le plan *civilisationnel*, c'est-à-dire redéfinir les engagements individuels et collectifs et faire des impératifs écologiques des objectifs *aussi naturels* que la recherche d'un intérêt lucratif.

Les signes d'une telle mutation sont visibles dans l'émergence d'un nouveau droit des sociétés dont deux manifestations récentes sont la loi sur le devoir de vigilance de 2017 et la loi Pacte de 2019. Dans les deux cas, les entreprises sont désormais responsables de leurs impacts en matière sociale et environnementale à la fois en France et dans toute leur chaîne mondiale d'approvisionnement. Elles peuvent aussi se doter d'engagements spécifiques en publiant une « raison d'être » dans leurs statuts ou en adoptant la qualité de « société à mission »⁶.



Cette transformation de la vocation et de la gouvernance des entreprises, exige un travail d'innovation écosystémique d'un nouveau type, car il s'agit de construire les finalités multiples de l'entreprise en lien avec la reconnaissance de ses parties constituantes et prenantes (cf. image K. Lavillain, *les entreprises à mission*, Vuibert Frege 2017). Il s'agit aussi de favoriser des démarches de « gestion conceptive »⁷ où l'exploration dans l'inconnu est acceptée, favorisée et partagée.

Le passage à la voiture électrique est exemplaire de ce type de transition. Dans ce domaine, et bien avant l'engagement européen sur la fin des véhicules thermiques, Tesla et Renault ont d'abord développé des stratégies différentes de conception innovante. Mais la transition vers un écosystème complet de l'électromobilité, accessible aux classes moyennes et soutenable, est encore en chantier. Dans le monde agricole, la coopérative InVivo, l'une des plus importantes, a choisi de devenir une société à mission dans la conception de nouveaux systèmes agro-alimentaires. Des mutuelles comme MAIF (société à mission) ou des banques comme la Caisse d'épargne Normandie (société à Raison d'être) ont engagé des modifications importantes de leur logique d'investissements (décarbonation, territorialité, accompagnement des plus vulnérables...). Veolia (société à Raison d'être) très active dans la réforme de la Loi Pacte, déploie un management original par la *performance plurielle* qui vise à prendre en compte les intérêts de toutes les parties prenantes dans toutes ses activités.

Il ne s'agit là que des premiers pas d'un régime d'innovation confronté à des inconnus majeurs, mais ils confirment que l'étape de l'innovation actuelle se construit en s'appuyant sur trois régimes de conception : systématique, intensive, et civilisationnelle.

C'est une erreur de penser que la limitation des ressources ou des contraintes sociales fortes sont un frein pour l'innovation. Ces dernières peuvent-être de puissants stimulants à l'innovation

6 Cf. Site Web de la Communauté des entreprises à mission. <https://www.entreprisesamission.org/>

7 La notion de « gestion conceptive » a été proposée par Pascal Le Masson et Benoit Weil dans un projet présenté à la conférence ICED 2023 (Bordeaux juillet 2023), dans le cadre du symposium en Design theory.

5 Jean Gimpel, *La révolution industrielle au Moyen-Âge*, 2016 (réédition), Points histoire.