



HAL
open science

Enseigner le management de l'innovation au musée des Arts et Métiers. De la démonstration à la déambulation ou la pédagogie par l'objet

Gilles Garel

► **To cite this version:**

Gilles Garel. Enseigner le management de l'innovation au musée des Arts et Métiers. De la démonstration à la déambulation ou la pédagogie par l'objet. *Revue Française de Gestion*, 2021, 47 (296), pp.27-48. 10.3166/rfg.2021.00528 . hal-03328267

HAL Id: hal-03328267

<https://cnam.hal.science/hal-03328267>

Submitted on 8 Sep 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.

GILLES GAREL

Conservatoire national des arts et métiers, Lirsa

Enseigner le management de l'innovation au musée des Arts et Métiers

De la démonstration à la déambulation ou la pédagogie par l'objet

Article publié dans la Revue française de gestion – N° 296/2021, pp. 27-48.

DOI: 10.3166/rfg.2021.00528 © 2021 Lavoisier

<https://lnkd.in/eaHmKNRU>

Cet article présente une pédagogie oubliée, dite de la « démonstration », développée lors de la création du Conservatoire des arts et métiers à Paris en 1794 selon l'idée qu'il faut faire voir, montrer des objets, des machines en mouvement plutôt que d'expliquer abstraitement. En quoi un format imaginé à la fin du XVIIIe siècle peut-il contribuer aujourd'hui à la formation en management de l'innovation ? L'objectif est de présenter et de généraliser une innovation pédagogique consistant à déambuler dans les espaces du musée des Arts et Métiers pour comprendre les processus de gestion l'innovation.

Nota : Ce travail réalisé au Conservatoire national des arts et métiers a bénéficié du soutien indéfectible du projet ANR Idefi Promising porté par l'université de Grenoble Alpes.

L'innovation pédagogique a saisi depuis plusieurs années l'enseignement de la gestion. Cet article ne s'inscrit pas dans les tendances du moment, notamment numériques. Il se situe dans une tradition précise, une niche oubliée, celle de la « pédagogie de la démonstration » lors de la création du Conservatoire des arts et métiers à Paris en 1794. En quoi un format imaginé à la fin du XVIII^e siècle peut-il contribuer aujourd'hui à la formation en management de l'innovation ? En quoi une machine à vapeur Watt et Boulton des années 1780, alors à la pointe de la puissance, peut-elle nous apprendre quelque chose sur la définition d'un modèle d'affaires aujourd'hui ? En quoi l'autobus à vapeur d'Amédée Bollée de 1873, c'est-à-dire grosso modo quinze ans avant les premières automobiles, porte-t-il en lui tout le programme d'un cours contemporain de gestion de l'innovation ? Qu'est-ce que le rapport direct aux objets techniques apporte à l'enseignement de la gestion de l'innovation ? L'objectif de l'article est de présenter une expérience pédagogique inédite pour en tirer des propositions et des enseignements plus généraux que le contexte « cnamien » qui va être décrit et mobilisé.

Le Conservatoire national des arts et métiers (noté « Cnam » dans la suite de l'article¹) a une relation particulière à l'innovation. Aujourd'hui, c'est un grand établissement d'enseignement supérieur et de recherche français, leader dans la formation tout au long de la vie. Le musée des Arts et Métiers en est une composante opérationnelle en charge de la conservation, de la gestion et de la valorisation de collections patrimoniales scientifiques et techniques. Ce musée a joué un rôle pédagogique fondamental dans l'histoire du Cnam. Le Conservatoire a été créé pour enseigner à tous le meilleur état des arts et métiers sur la base d'une pédagogie dite de la « démonstration » consistant à utiliser des machines en mouvement afin de montrer, de faire voir, plutôt que d'enseigner oralement. Les premiers professeurs du Conservatoire étaient des « démonstrateurs » qui manipulaient des objets techniques. « Le Conservatoire n'est pas seulement dépositaire des machines et des modèles, il est enseignant. [Les démonstrateurs sont en charge] d'expliquer la construction et l'emploi des outils et machines utiles aux arts et aux métiers » (Alquier, 1797).

De façon générale les gestionnaires, les sciences de gestion et les formations au management consacrent peu de place à l'Histoire. Cette dernière est souvent la concession d'une introduction qui revient sur la généalogie d'une notion ou d'un outil. Du côté du manager « l'Histoire apparaît comme un exercice académique ayant peu de rapport avec l'action qu'il doit mener » (Doublet et Fridenson, 1988). Le détour par l'Histoire est pourtant une nécessité pour qui entend enseigner la gestion en général et la gestion de l'innovation en particulier. On soulignera très brièvement ici trois arguments. D'abord l'Histoire fournit les sources, la matière première de l'enseignement : archives, publications, littérature grise, études de cas, iconographie, témoignages, films, objets techniques... Ensuite, si l'Histoire ne se répète pas, elle autorise des formulations a-historiques en identifiant des phénomènes identiques qui se produisent à des moments et dans des contextes différents. Nous revenons plus loin sur la portée pédagogique de la récurrence des « situations de gestion de

¹ Aujourd'hui, le Cnam est national et international par son organisation en réseau. La création des centres régionaux associés au Cnam date de 1952. Même s'il s'agit, dans la période couverte par cet article du « Conservatoire des arts et métiers », donc pas encore « national », nous utilisons l'acronyme « Cnam ».

l'innovation ». Gilbert Simondon (1967) l'avait parfaitement résumé : « l'objet technique peut apporter une connaissance des époques révolues qui est une connaissance comme au présent ». Enfin, l'Histoire va calmer l'ardeur ignorante voire l'arrogance de certains gestionnaires, entrepreneurs ou innovateurs qui expliquent tabula rasa vouloir refaire le monde. On apprend toujours de ce qui nous a précédé et de ceux qui ont déjà fabriqué des innovations (Garel et Mock, 2016). L'Histoire donne le recul et l'épaisseur nécessaires à la compréhension fine des processus d'innovation là où le management fournit une théorie de l'action collective finalisée et des outils pour l'action. Avec une pédagogie idoine, l'Histoire est le plus court chemin vers l'innovation.

Cet article nous emmène donc au musée. L'intersection pédagogique entre « management » et « musée » est faible mais un regain d'intérêt est en cours. En témoigne en particulier l'expérience récente et stimulante du musée du Management du Cercle de l'innovation de l'université Paris Dauphine. Ici, c'est le management qui se muséifie. Dans notre perspective, il s'agit de faire émerger les problématiques de la gestion de l'innovation depuis un musée existant. Qu'il s'agisse de la pédagogie muséale, de la médiation, de la micro-histoire, des sciences de l'éducation ou de l'histoire de l'enseignement technique, une très abondante littérature s'est attachée à décrire et à théoriser la pédagogie au musée et la pédagogie des musées (Falk et Dierking, 2012).

La démonstration a durablement et profondément marqué la pédagogie du Cnam. Sous la Restauration puis sous la Monarchie de Juillet, la démonstration de salon, telle qu'on la concevait au XVIIIe siècle, a progressivement perdu son esprit ludique lié à la curiosité. Au Conservatoire, l'enseignement des sciences et des techniques appliquées, réservant toujours une large part à la démonstration, s'est développé dans un cadre plus institutionnel, notamment sous l'impulsion de son corps professoral qui se structure en chaires à partir de 1819. S'instaure un enseignement plus « installé », où les élèves ne sont plus un groupe de curieux devant un démonstrateur, dans un endroit non institutionnel, mais des « apprenants », face à un Professeur, dans des amphithéâtres qui définissent clairement et spatialement l'espace d'apprentissage.

Le principe pédagogique de la démonstration a beau être ancien, il est si puissant qu'il est utile et revigorant d'en retrouver l'esprit et de le mobiliser aujourd'hui. Nous avons conçu un premier parcours de formation au musée des Arts et Métiers à la fin de l'année 2013. Très vite, des médiateurs du musée et d'autres collègues ont rejoint le projet. Cette déambulation, qui va à la rencontre d'objets qui nous parlent d'innovation, est continuellement améliorée. Un objet fini porte des traces du processus qui lui a permis d'advenir et recèle dès lors un potentiel d'apprentissage. Tout objet technique est à la fois le résultat d'une conception et une mémoire de son processus d'innovation. Les objets du passé sont aussi plus largement des marqueurs des transformations techniques, économiques et sociales. La démonstration active la mémoire des objets qui inclut celle des innovateurs, de leurs connaissances et de leurs relations. Par ailleurs, grâce à l'espace du musée des Arts et Métiers, le changement de lieu du cours a une plus-value pédagogique importante. Loin de la salle de classe habituelle ou de l'amphithéâtre, le participant est projeté dans un espace patrimonial et majestueux. Les collections, le bâtiment lui-même du musée des Arts et Métiers (l'ancien prieuré Saint-Martin-des-Champs, bâtiment d'origine médiévale, au cœur de

Paris) et la scénographie des collections définissent les bases d'une relation pédagogique renouvelée. Les objets opèrent comme des tiers dans la relation enseignant/enseigné. Entre 2013 et 2020, plus de 1 300 personnes ont été accueillies. Les publics sont très variés : élèves du Cnam, étudiants de l'université, d'écoles de commerce et d'ingénieur, grand public, entrepreneurs, dirigeants, cadres, employés, curieux, citoyens du monde... L'article se focalise sur le cœur de public du Cnam : des adultes en activité ou en reconversion, d'âge et de secteurs très différents. Ils ont une appétence pour l'innovation voire des responsabilités managériales dans l'innovation. L'ambition est de ramener les entreprises et les entrepreneurs au musée des Arts et Métiers. L'article se structure en deux parties. La première revient aux origines de la création du Cnam pour mieux définir la pédagogie de la démonstration. La seconde, contemporaine, présente et discute l'expérience de la déambulation.

I – LA CRÉATION DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS AU DÉFI DE LA PÉDAGOGIE

Les enjeux justifiant la création d'une telle institution sont ici présentés. Ces enjeux engendrent un défi pédagogique nécessitant une vaste place (qui sera celle du prieuré) pour les besoins de la démonstration. Nous abordons ensuite les principes de cette pédagogie puis nous focalisons sur les objets techniques supports.

1. Des enjeux industriels, philosophiques et sociaux à l'enjeu pédagogique

La création du Cnam est parfaitement documentée (Fontanon, 1992 ; Fontanon et Grelon, 1994 ; Corcy et Dufaux, 2013 ; Mercier, 2018). De ces travaux il faut d'abord extraire quelques éléments de contexte.

Un besoin de formation technique pour un rattrapage industriel

Le projet de création du Cnam s'inscrit dans le débat des assemblées révolutionnaires sur l'instruction publique. En août 1793, le calme revient après la Terreur et la Convention nationale adopte la proposition de loi de l'abbé Henri Grégoire (futur fondateur du Cnam) qui supprime les Académies, coupables de leur association avec l'Ancien Régime, de leur structure corporatiste et hiérarchique qui va à l'encontre de la nouvelle société égalitaire que souhaitent bâtir les révolutionnaires. En septembre 1793, la Convention supprime les universités en France. Il y a à la fois désir et nécessité de créer de nouveaux établissements publics d'enseignement. Les tensions sont particulièrement fortes en matière de formation technique pour trois raisons principales. D'abord, en 1791, le décret d'Allarde et la loi Le Chapelier ont supprimé les corporations (maîtrises, jurandes, manufactures à privilège) qui assuraient sous l'Ancien Régime la transmission des savoirs techniques, en atelier, « sur le tas » ou auprès d'un maître. Par ailleurs, « la guerre révolutionnaire nécessite l'instruction rapide de nombreux artisans et ouvriers de métier pour l'équipement et l'armement des sans-culottes » (Fontanon et Grelon, 1994). Enfin, nous sommes à l'époque de la création du Conservatoire en pleine première révolution industrielle et l'Angleterre,

qui n'a pas eu à gérer les conséquences d'une révolution politique comme la France, jouit d'une avance considérable qui lui assure la prééminence sur l'économie continentale. En clair, il y a un enjeu national de rattrapage industriel en France ; dans les termes de l'époque on dit qu'il faut « perfectionner l'industrie nationale ». À l'époque le mot « industrie » n'est pas encore restreint comme il le sera un peu plus tard, avec Jean-Baptiste Say notamment, aux seules activités manufacturières. Il recouvre alors l'ensemble des activités de production humaine incluant notamment l'agriculture, le transport, la construction... C'est dire l'ambition du rattrapage industriel qui fait aussi écho à la modernité technique qui commence à s'affirmer dans ses vertus politiques et pacificatrices, devant permettre de refermer la Révolution française et son cycle de violences. En travaillant au rattrapage industriel, le Cnam devra contribuer à éclipser la misère et à épanouir le bonheur des hommes...

Le combat des Lumières pour la réhabilitation des arts mécaniques

La vieille distinction entre arts mécaniques et arts libéraux n'est plus guère enseignée aujourd'hui qu'en histoire de l'Art. Elle a pourtant profondément marqué l'Occident. La Grèce antique a introduit une division, et surtout une hiérarchie, entre deux types d'art². D'un côté, les arts libéraux sont les activités intellectuelles libres des contraintes de la matière, les arts dignes de l'homme libre, les ouvrages de l'esprit qui élèvent l'homme comme un être supérieur dans l'ordre de la nature : lettres, sciences, musique, peinture, sculpture, gravure, architecture... De l'autre côté, les arts mécaniques sont les arts où interviennent la main et les matériaux. Ils exigent des manœuvres physiques, une habileté dans l'exécution et relèvent souvent de métiers fatigants et salissants. « Chez les Grecs et les Romains, les travaux manuels étaient abandonnés aux esclaves ; de là le mépris qui frappa l'industrie ; de là cette distinction usitée jusqu'à nos jours entre les arts mécaniques, exercés par les hommes asservis, et les arts libéraux, qui étaient le partage exclusif des hommes libres. » (Grégoire, 1794). Cette distinction a structuré l'Université médiévale. Parmi les quatre facultés (médecine, théologie, droit et arts), les facultés des arts se distinguaient par la diversité des sept arts libéraux³ actant la relégation des arts mécaniques aux hommes esclaves de leurs mains. Cette dichotomie entre le « penser » et le « faire » empêche d'emblée l'innovation technique de relever de l'université... Cette opposition ancienne est même arrivée jusqu'à nous (au moins en France) lorsque l'on pense aux jugements de valeur que nous portons encore sur les formations professionnelles, les formations techniques ou en apprentissage par rapport aux formations dites « nobles » des futurs... « premiers de cordée ». Les Encyclopédistes, dont Grégoire est très proche, furent des pourfendeurs de cette distinction entre les deux arts. Il faut selon eux réhabiliter les arts mécaniques trop longtemps éclipsés par les arts libéraux. Leur soutien est profondément tributaire de leur projet philosophique, celui d'une contribution par tous les moyens au bonheur public. Les arts mécaniques ne sont pas un vecteur d'aliénation mais au contraire de libération pour l'être humain, restaurant le pouvoir de l'homme sur la nature. « Les arts libéraux se sont assez chantés eux-mêmes ; ils pourraient employer maintenant ce qu'ils ont de voix à relever les arts

² Le mot « art » devant être entendu de façon très large, en tant qu'activité humaine.

³ Subdivisés en trivium ou l'étude des mots (grammaire, dialectique, rhétorique) et quadrivium ou l'étude des choses (arithmétique, géométrie, musique, astronomie).

mécaniques. C'est aux arts libéraux à tirer les arts mécaniques où le préjugé les a tenus si longtemps. » (D'Alembert et Diderot, 1751, p. 463, p. 776). Lorsque Grégoire (1794) défend le projet de création du Conservatoire il reprend ces arguments insistant sur la « nécessité de traiter les arts mécaniques au même niveau que les arts libéraux » et conclut que « tous les arts sont frères, aucun ne doit échapper à la sollicitude des législateurs ». Le Cnam sera le bras armé de la dissolution de cette frontière entre les arts.

Un enjeu social : la formation pour tous

Le troisième enjeu de la création du Conservatoire est social. Dans sa défense du projet, Grégoire (1794) le revendique avec éloquence : « il faut éclairer l'ignorance qui ne connaît pas et la pauvreté qui n'a pas le moyen de connaître ». Cette formule devenue célèbre est aujourd'hui la devise du Cnam. Homme des lumières et de la Révolution, l'abbé Henri Grégoire s'érige notamment contre le despotisme et l'esclavage. C'est comme défenseur de l'éducation pour tous et fondateur du Cnam qu'il nous intéresse ici. Il est l'ardent promoteur de l'objectif révolutionnaire de diffuser les savoirs techniques autrefois réservés à une élite. Le Cnam a d'emblée vocation à irriguer les départements français.

On peut résumer d'une formule les trois enjeux qui vont être présentés : la France doit se doter d'une institution de formation pour tous aux innovations techniques de l'industrie naissante. Le « pour tous » est déterminant car il faut être en mesure de former des adultes qui ne savent pas forcément lire et écrire ou qui ne maîtrisent pas les codes des formations élitistes à concours. Le principe de la pédagogie par la démonstration va alors être posé. Il s'agit bien d'un principe dont les modalités précises ne sont pas encore définies en 1794. « Les fondateurs du Conservatoire ne sont pas en mesure d'énoncer clairement quel mode de transmission des savoirs techniques et industriels il conviendrait d'adopter pour répondre aux besoins de l'économie. Aussi les rapports de Grégoire et d'Alquier restent particulièrement flous et ambigus sur la manière dont l'héritage des collections de machines [...] doit être géré. » (Fontanon et Grelon, 1994). Cette ambiguïté initiale constitue une opportunité pédagogique. Le Cnam va inventer un modèle d'enseignement sans équivalent, ne répliquant pas les *dominant design*⁴ de la pédagogie connue.

Dans ces conditions propices à toutes les innovations, le Cnam est donc engendré grâce à l'abnégation de Grégoire. « Il a fallu un abbé janséniste, obsédé par l'idée des professions utiles et d'une culture technique dont les codes ne seraient pas réservés à une élite. » (Salomon, 1994). Par la loi du 19 vendémiaire an III (10 octobre 1794), l'établissement est créé comme « un dépôt de machines, modèles, outils, dessins, descriptions et livres dans tous les genres d'arts et métiers ». Ce dépôt est destiné à être démontré aux ouvriers, artisans et contremaîtres. Les objets sont récupérés dans les collections de Vaucanson à l'Hôtel de Mortagne à Paris et complétés avec ceux des cabinets de physiques possédés par d'anciens aristocrates ainsi qu'avec les collections de l'ancienne Académie royale des sciences au Louvre et des objets scientifiques et

⁴ Le terme de *dominant design*, directement emprunté à la littérature en économie et en gestion de l'innovation (Utterback et Abernathy, 1975), est entendu ici comme un standard ou une référence établie d'une forme de pédagogie.

techniques prélevés sur les séquestres révolutionnaires. L'Ancien Régime avait préservé et fait fructifier ces collections. Ainsi, à la mort de Vaucanson en 1792, le dépôt de l'hôtel de Mortagne était constitué d'une soixantaine de machines ; elles étaient 224 en 1787 (Huguet, 1859). Après la création du Conservatoire, il faudra quatre années supplémentaires pour installer ces collections dans le prieuré de Saint-Martin-des-Champs. Il fallait un vaste « lieu pour classer avec ordre les instruments et les machines, tout ce qu'il fallait d'espace pour admettre le public, pour faire mouvoir les machines, en démontrer l'action et les résultats, un emplacement pour une bibliothèque des arts et métiers, des ateliers pour réparer les modèles et construire ceux qu'il faudrait » (Lebrun, 1797). Les démonstrations commencent en 1799. En 1802 le musée des Arts et Métiers ouvre ses galeries d'exposition au public.

2. La démonstration : une pédagogie par l'objet

En pédagogie le mot « démonstration » a deux sens, hier comme aujourd'hui. C'est d'abord un raisonnement pour convaincre, par exemple la démonstration en mathématique où on convainc par la preuve. Cette démonstration suppose la maîtrise d'une axiomatique, c'est-à-dire d'être passé d'une définition des objets en extension à une définition des objets en compréhension. Dès lors que l'axiomatique est maîtrisée s'ouvre alors la possibilité de raisonner dans des formes logiques et d'y démontrer. Cette démonstration par le raisonnement est bien sûr un pilier de la science moderne. À la fin du XIXe Claude Bernard posait comme premier principe scientifique de ne pas croire sans démonstration et de croire que la science est toujours en voie de progrès par des démonstrations nouvelles. La démonstration est aussi une action pour convaincre ; « l'action de montrer, d'expliquer par des expériences faites sous les yeux de l'assistance [...] ; dans le domaine de l'art et du sport, [elle est l'] action de montrer concrètement au public en quoi consiste tel art ou tel sport » (CNTRL). Quant au terme « Conservatoire » il ne désigne pas ici le lieu qui préserve hors de toute altération, mais le lieu d'apprentissage par la pratique (et en partie de maintien des traditions). Les conservatoires de musique nous donnent aujourd'hui encore le juste sens du mot. Le Conservatoire des arts et métiers est un lieu d'apprentissage de l'innovation par la démonstration des objets techniques.

La démonstration au fondement du Cnam

Grégoire (1794) l'affirme sans ambages : « les arts et métiers s'apprennent dans les ateliers ». Charles Jean Marie Alquier, député de la Convention et ardent promoteur du projet de Conservatoire, insistait particulièrement sur ce point : « ceux qui viendront au Conservatoire seront tous des ouvriers, dont il ne faut pas obscurcir les conceptions par des discours abstraits ou scientifiques : il faut leur faire voir plus qu'il ne faut leur parler. Le jeu d'une machine, mise en mouvement sous leurs yeux, est souvent pour eux la meilleure démonstration. [...] Il faut enfin, pour leur instruction, la science des faits bien plus que la science parlée » (Alquier, 1797). Le futur consul Charles François Lebrun insiste sur la substance des objets et la possibilité de toujours démontrer leur fonctionnement : « il était digne de la France de transmettre aux générations futures l'histoire des arts et métiers, non dans des descriptions, où l'ignorance laisse souvent de grandes lacunes, mais dans des images mouvantes, dans

un enseignement toujours subsistant et toujours vérifiée par des expériences » (Lebrun, 1797).

Pour Claudine Fontanon (1992), René Descartes peut être considéré comme le premier promoteur de l'enseignement par les objets. Il a fondé son propre enseignement sur l'observation, l'analyse et l'expérience, et avait réservé une partie de sa maison à un laboratoire de physique ainsi qu'à un atelier de mécanique. Il est aussi « le premier qui a conçu la pensée d'ouvrir des cours publics pour les ouvriers. Son plan consiste à faire bâtir de grandes salles pour chaque corps de métier et à annexer à chacune de ces salles un cabinet où se trouverait rassemblés les instruments mécaniques nécessaires et utiles aux arts qu'on devait y enseigner et à attacher à chacun de ces cabinets un professeur habile, capable de répondre à toutes les questions des artisans, et qui pût les mettre à même de se rendre raison des procédés qu'ils étaient appelés journellement à mettre en pratique » (Huguet, 1859). On trouve une autre origine de cette pédagogie dans la tradition très en vogue au XVIIIe siècle dans toute l'Europe, celle de la science et démonstrations de salon ou des cabinets scientifiques issus des cabinets de curiosités. Des vulgarisateurs construisent alors des objets techniques de démonstration dont certains font aujourd'hui partie des collections permanentes du musée des Arts et Métiers.

Selon Alain Mercier⁵, Grégoire a structuré sa pensée sur la pédagogie à travers la théorie de l'effet. « Ce qu'on appelle effet dans la langue des Arts n'est autre chose que l'impression générale et subite que les Arts produisent. Une scène, un tableau, ce sont des morceaux d'effet, lorsque d'abord on en est saisi, ému. » (Mercier, 2018, p. 112). Le philosophe John Locke tenait l'expérience sensorielle comme une stimulation de la réflexion. Les « choses » agissent sur nos sens et créent des dispositions (notamment pédagogiques) qui relèvent de l'admiration, de l'étonnement ou de l'enthousiasme. Pour Mercier cette théorie de l'effet emporte une incitation subjective, presque affective, à la découverte, à l'imitation, au dépassement, à l'innovation. Grégoire (1794b) le souligne dans son rapport sur la bibliographie : « c'est devant un tableau de Raphaël que le Corrège se connut peintre, c'est en voyant une pendule que Vaucanson senti la direction de son génie [...] ». Grégoire mobilise la théorie de l'effet non plus comme l'influence pour les artistes de la nature ou des modèles (il s'agit alors d'en reproduire l'effet pour ceux qui vont recevoir l'œuvre), mais comme l'impact que les arts mécaniques incarnés dans les objets peuvent produire. Au Conservatoire, c'est le spectacle de l'innovation que le législateur veut mettre en scène pour former et susciter des vocations. Lorsqu'il envisage la création du Conservatoire, Grégoire n'a nullement l'intention de créer une haute école d'enseignement mais entend encourager l'inventivité de tous pour donner à la nation un élan nouveau et la démonstration sera l'expérience intellectuelle et sensorielle qui replace les arts mécaniques à leur juste valeur (Mercier, 2018). « Cet enseignement placé à côté des modèles, exige des démonstrateurs » (Grégoire, 1794). Une fois le Conservatoire installé avec ses premières collections au prieuré SaintMartin-des-Champs en 1798 sont alors recrutés « trois démonstrateurs choisis parmi ce que la

⁵ Que nous remercions pour ses contributions à notre propre travail et ses conseils avisés.

France avait de mécaniciens distingués ; [ils] démontreront l'usage des outils et des machines » (Lebrun, 1797)⁶.

Les objets techniques de la démonstration

De quels objets parle-t-on ? Quels ont été leurs critères de choix ? Dans quelle mesure ces objets ont-ils été choisis ou réalisés pour servir la démonstration ? On distinguera trois critères entre l'utilité, la lignée et le mouvement.

Des objets utiles

Les notions d'« objets utiles » et de « connaissances utiles » sont très souvent invoquées à l'époque. On trouve deux sens différents derrière le terme « utilité ».

1) Le premier renvoie à ce qui est inspirant, à l'exemplarité, à ce qui est digne et représentatif du génie humain pour être transmis, à ce qui fait sens pour les innovations à venir. « On évitera l'accumulation des machines inutiles. À quoi servirait, par exemple, de réunir toutes les espèces de charrues ou de tours ? Ce qu'il y a de mieux dans tous les genres aura seul le droit de figurer » (Grégoire, 1794). On conserve les objets qui incarnent la perfection des arts. « Il faut [...] réunir ces dépôts pour les simplifier, pour en écarter tout ce qui n'est pas digne de figurer dans l'histoire du progrès des arts et de l'industrie. » (Lebrun, 1797). Disposer des objets utiles constitue la base nécessaire de la pédagogie de la démonstration. L'utilité inclut la nouveauté mais ne s'y réduit pas. Il faut montrer la nouveauté car « l'artisan qui n'a vu que son atelier ne soupçonne pas la possibilité d'un mieux. » (Grégoire, 1794). C'est ce « mieux » qui doit inspirer, qui va produire son effet sur le futur innovateur. L'utilité emprunte plus largement à la philosophie des Lumières en tant qu'elle confine aux conditions du bonheur du genre humain. « Le rassemblement de machines et d'outils, nouvellement inventés ou et perfectionnés, doit permettre, en éveillant la curiosité et en assurant l'échange d'expériences, de propager le progrès et d'encourager l'invention » (Grégoire, 1794). L'hôtel de Mortagne et ses collections ne furent d'ailleurs pas détruits à la Révolution selon l'hypothèse de « l'ascendant des établissements d'une utilité réelle [qui leur] permis de rester debout au milieu des désordres publics » (Christian, 1818). Comme si une sorte de respect immanent s'imposait aux objets utiles.

2) De façon plus prosaïque l'utilité se définit aussi comme les moyens qui pourvoient aux premières nécessités. L'utilité se juge ici moins à l'aune du bonheur des hommes que des nécessités vitales. Grégoire écrit à propos des futures collections qu'« on y réunira les instruments et les modèles de tous les arts, dont l'objet est de nourrir, vêtir et loger. L'agriculture a le droit d'aïnesse, elle aura la première place : viendront ensuite les genres d'industrie qui lui sont contigus » (Grégoire, 1794). La question des

⁶ Les trois premiers démonstrateurs sont Jean-Baptiste Leroy, physicien, membre de l'Académie des sciences, Nicolas Conté, directeur de l'École aérostatique de Meudon et Alexandre Vandermonde, mathématicien et académicien, ancien conservateur des collections de l'Hôtel de Mortagne. Il est à noter que Henri Grégoire ou Joseph Montgolfier furent aussi des démonstrateurs illustres.

finalités de l'innovation doit toujours être posée et elle est ici réglée de façon simple et pragmatique.

Des objets lignées

Le deuxième critère de choix des objets est dynamique. Simondon (2012) privilégie l'accès à l'essence des objets techniques par la prise en considération de leur évolution, de leur inscription dans une généalogie. Dans une évolution, qui peut être innovante, chaque nouvel objet renvoie à des objets antérieurs. Les objets retenus dans les collections s'inscrivent dans une histoire de leur conception, voire dans une histoire de la conception. Les objets ne désignent pas un modèle à suivre, à imiter ou à parfaire mais une indication de ce qui existe antérieurement. « Les collections sont riches, se coordonnent, s'épurent chaque jour, et si l'on voit à côté des modèles nouveaux et perfectionnés des modèles anciens et imparfaits c'est que les galeries du Conservatoire sont essentiellement destinées à présenter, sous des formes matérielles, l'histoire des arts et à offrir à l'examen [...] la marche et les progrès des inventions » (Christian, 1818). Les objets ne sont pas choisis pour eux-mêmes mais parce qu'ils s'inscrivent dans une dynamique de l'innovation qui, pour le futur, ouvre des options, c'est-à-dire n'est pas déterministe.

Enseigner l'innovation par les objets c'est les inscrire dans une lignée où on trouvera des objets finis et des objets intermédiaires (comme des prototypes), des traces d'échecs et des bifurcations. Rétrospectivement la notion d'innovation de « rupture » apparaît bien plus nettement en lignée qu'à partir d'un objet isolé. Ainsi, il y a une série de vélos au musée des Arts et Métiers alignant des machines depuis le milieu du XIXe siècle jusqu'aux années 1980. Cette lignée marque d'un seul coup d'œil les évolutions du vélocipède Michaux (1865) au grand-bi (1870) puis la révolution ou la rupture qu'ont constitué la chaîne et la transmission (1879). Du vélocipède au grand-bi la taille de la roue s'accroît car c'est la seule manière que l'on connaît alors d'augmenter la performance de la machine : aller plus loin avec un seul coup de pédale. Mais haut perché sur cette machine, l'usage pour le cycliste devient dangereux. Le vélo de sécurité constitue une rupture innovante avec sa transmission par chaîne et donc des roues plus petites et un centre de gravité abaissé. Il y a au musée des Arts et Métiers une « tête de lignée » célèbre avec le Fardier de Cugnot (1770), premier gros engin à moteur de l'histoire destiné à porter des fardeaux, des charges lourdes pour les militaires. Un peu plus d'un siècle plus tard, les entrepreneurs de l'industrie automobile naissante viendront au musée comprendre le fonctionnement de la célèbre machine pour mieux inventer la leur. La tête de lignée est à la fois une inspiration et un hommage.

Des objets en mouvement

Enfin, les objets sont choisis ou réalisés parce qu'on peut les mouvoir. Les machines étaient mises en mouvement par les démonstrateurs afin qu'on puisse se rendre compte concrètement de leur fonctionnement et des innovations techniques qu'elles portent. La pédagogie de la démonstration est indissociable du mouvement. « La partie mécanique, la construction des outils et des machines les plus accomplies, leur jeu, la distribution du mouvement, l'emploi des forces ; cette partie des sciences est également neuve et utile. » (Grégoire, 1794). L'article premier du décret de création du

Conservatoire souligne que « l'original des instruments et machines inventés ou perfectionnés [y] sera déposé ». La démonstration s'appuie bien sur des objets originaux. Grégoire propose de les répartir en sept classes des « outils de débitage » aux « outils de gravure et d'imprimerie » en passant par « les engrenages » ou « les outils de perçage ». « Aux machines seront joints, autant qu'il sera possible, 1) des échantillons du produit des manufactures nationales et étrangères, pour avoir toujours des pièces de comparaison, 2) le dessin de chaque machine [...], 3) la description qui conserve, pour ainsi dire, la pensée de l'inventeur » (Grégoire, 1794). Il y a ce souci dès la conception du Conservatoire de croiser les points de vue sur les objets, de disposer des objets et d'autres artefacts qui permettent de les analyser.

Une autre histoire s'est écrite au Cnam à partir du XIX^e siècle. Avec le développement des chaires, leurs relations avec l'industrie et via les expositions universelles, le Cnam acquiert progressivement de très nombreux objets du monde entier. Dans certains cas, ces acquisitions reflètent les innovations les plus récentes ; dans d'autres, on recherche au contraire des pièces anciennes, voire obsolètes, de manière à commencer ou à compléter des lignées. Au fil des acquisitions on assiste à une sophistication des typologies d'objets : instruments, machines, maquettes, modèles, prototypes, ébauches, plans, échantillons, tableaux, coupes, écorchés, dessins, photographies. Aujourd'hui 80 000 objets sont conservés aux réserves du musée des Arts et Métiers et environ 4 500 présentés dans les galeries organisées en sept grandes collections pour les visiteurs⁷. Cet ensemble constitue la plus grande collection d'objets techniques innovants au monde depuis la première révolution industrielle. L'histoire a aussi progressivement séparé le Conservatoire et le musée des Arts et Métiers, unis aux origines par la pédagogie. Ce lien s'est distendu puis a rompu. Aujourd'hui très rares sont les enseignants du Cnam qui travaillent à partir des espaces du musée ou des réserves. Pourtant ce patrimoine à très haut potentiel doit revivre à des fins de formation à l'innovation, précisément parce qu'il est unique et qu'il a été conçu pour cela.

II – LE MANAGEMENT DE L'INNOVATION AU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS : DE LA DÉMONSTRATION À LA DÉAMBULATION

Comment, après ce long détour historique, retomber sur ses pieds gestionnaires ? Comment justifier d'un rapport entre des objets techniques au tournant des XVIII^e et XIX^e siècle et les ambitions d'une formation contemporaine à la gestion de l'innovation ? Comment, alors qu'aujourd'hui les objets sont figés (sans mouvement) dans les collections du musée des Arts et Métiers, revendiquer une pédagogie de démonstration ? Si celle-ci ne peut plus se dérouler dans les conditions de l'époque, son esprit et son ambition sont d'une incroyable modernité. Trois temps articulent cette partie ; d'abord en précisant le caractère saisissant du lieu et de ses objets, puis en présentant la notion de déambulation en, enfin, le rapport pédagogique aux objets.

⁷ Instruments scientifiques, matériaux, construction, communication, énergie, mécanique, transports.

1. La saisie par les lieux et par les objets

Il existe de nombreux travaux et réflexions sur l'enseignement de l'innovation, du management de l'innovation, de la conception, du design et de l'entrepreneuriat (ParisTech, 2010). Il ne s'agit pas d'ouvrir cette boîte de Pandore mais de souligner quelques caractéristiques communes du dominant design de l'enseignement de la gestion de l'innovation. Celui-ci est plutôt instrumental (voire tourné vers l'acquisition de « boîtes à outils »), il se déroule plutôt en salle de cours, mobilise des ateliers, des études de cas, des témoignages, des visites, et fort peu l'Histoire. En quoi l'enseignement dans l'espace d'un musée devant des objets a-t-il une valeur ajoutée par rapport aux lieux et aux dispositifs traditionnels ? Une double « saisie » crée une attention très forte. D'abord, les participants sont saisis par les lieux. La magnificence de l'ancien prieuré Saint-Martin-des-Champs frappe d'emblée, y compris les visiteurs habituels. En plein Paris, la chapelle, immense et silencieuse, impose le respect et intrigue par la disposition des objets qu'elle accueille. Le reste des collections du musée des Arts et Métiers est absolument magnifique, jalonné de splendides vitrines. Le lieu produit son effet. Le symptôme le plus évident de l'attention des participants est qu'ils ne sont jamais connectés à leur Smartphone mais à l'écoute de la formation et les uns des autres. Aucun dispositif de formation en ligne ne remplacera cette communion par les lieux. Ensuite, il y a une saisie par les objets. L'objet technique produit un effet qui relève de la « démonstration de force ». Ici s'accroche alors un autre sens au mot démonstration qui n'est pas que métaphorique mais relève du processus d'apprentissage. Tout objet (dont on rappelle qu'il est original), même le plus banal, porte en lui les gestes de son invention. « On peut trouver dans une machine, dans un outil la trace de l'invention. » (Simondon, 1967). Un objet technique qui a appartenu à une sommité scientifique ou à un puissant et qui témoigne d'une innovation se singularise encore davantage. La démonstration en est renforcée. La joueuse de tympanon de 1784 (jouet automate ayant appartenu à Marie Antoinette) fascine en tant que merveille mécanique mais aussi parce qu'il fut la propriété de la Reine de France. La machine à calculer réalisée des mains de Blaise Pascal en 1645 produit aussi son effet ; elle met les élèves dans la disposition d'entendre un cours sur le calcul, sur la mécanique, sur les relations et les inspirations parentales (Pascal réalisant cette machine pour aider son père dans son travail), ou de multiplier les questions créatives sur l'innovation. L'objet, par ce que l'on projette sur lui, nous renvoie une part de son histoire qui engendre une intimité avec lui. Le côté emblématique exacerbe la saisie par les objets. Il condense beaucoup d'émotions et imprime le souvenir. Le musée des Arts et Métiers regorge d'objets de ce type. Avec eux, la démonstration culmine, comme la Joconde point d'orgue, voire objet unique d'une visite au Louvre ; mais il ne faut surtout pas délaissier les objets anonymes, eux aussi porteurs d'effets et d'enseignements en innovation.

2. La déambulation

Le public initial en 2013 était constitué d'élèves auditeurs du Cnam, c'est-à-dire d'adultes en formation professionnelle. En travaillant avec des collègues spécialisés dans la médiation, avec des médiateurs du musée des Arts et Métiers, avec des professeurs relais de l'éducation nationale et à partir de nombreux documents des bibliothèques du Cnam, il a été possible de proposer à partir de 2015 un premier parcours type sous la forme d'une déambulation. « Parcours type » signifie qu'il est adaptable ou déclinable en fonction des besoins, des demandes exprimées ou suscitées. On peut par exemple préparer une séance sur un thème précis. La déambulation est la modalité de déplacement.

Déambuler consiste à marcher selon sa fantaisie, sans but précis, en tous cas apparemment. Il y a toujours la possibilité de se laisser saisir par la surprise d'une question ou d'une envie inattendue, de bifurquer ou d'improviser.

L'expérience est intense aussi parce qu'elle est physique. Le parcours se déroule en trois heures maximum, ce qui correspond à la durée au-delà de laquelle les participants sont trop fatigués pour poursuivre (Gilman, 1916). Déambuler au musée des Arts et Métiers c'est marcher, monter, descendre, piétiner, rebrousser chemin ; le tout dans une attention forte. La déambulation commence par une introduction, généralement dans la magnifique chapelle du prieuré Saint-Martin-des-Champs. C'est l'occasion de revenir au fondement de la pédagogie de la démonstration et du Cnam. Très naturellement les participants comprennent qu'ils sont dans un endroit déterminant et idoine pour parler d'innovation. Toutefois, il y a encore un doute à ce stade sur la possibilité de le faire à partir d'objets anciens. La dissipation progressive de ce doute est le critère de définition du succès de la pédagogie : des participants convaincus ex post que l'on peut comprendre l'innovation aujourd'hui à partir d'objets du passé alors même qu'ils en doutaient un peu ex ante. Le parcours mobilise une vingtaine d'objets qui sont autant d'étapes : l'Obéissante de Bollée, le Blériot XI, le pendule de Foucault, la voiture à hélice de Leyat, les lignées vélocipédiques et automobiles, le Fardier de Cugnot, l'avion d'Ader, le théâtre des automates, les outils et les ateliers de la mécanique, les machines à vapeur, la machine de Marly, le métier à tisser automate de Vaucanson, les machines à calculer, le Lion de Raimbourg, les maquettes de construction, la caméra des frères Lumières, le télégraphe de Chappe, le Minitel et les services télématiques, le Micral et les premiers micro-ordinateurs... La déambulation n'oublie aucun espace du musée. Toutes les galeries sont traversées, produisant un effet de saturation. Ce n'est pas l'histoire technique de chaque objet qui nous importe mais leur aptitude à nous apprendre quelque chose de la gestion de l'innovation. La problématique transverse est une compréhension fine, du point de vue de la gestion, des conditions du passage de l'invention à l'innovation, avec une attention particulière et rigoureuse à l'innovation de rupture. Les participants à la déambulation doivent aussi repartir avec des repères chronologiques et des apprentissages qui résultent des superpositions temporelles (en présentant par exemple des transferts entre l'automobile, l'aviation et le vélo qui se développent à peu près au même moment). Au fur et à mesure de sa progression, la déambulation met en place des notions relatives aux processus de gestion de l'innovation (cf. tableau 1). In fine, les participants auront mieux compris la notion d'innovation et les principes de sa gestion. Notre pédagogie s'appuie sur des objets techniques et

revendique d’y appliquer, d’y porter, un regard managérial pré-constituit par les catégories de la gestion de l’innovation. Elle considère ces objets comme une formidable et nécessaire opportunité pédagogique pour le management de l’innovation qui, en tant que discipline instituée, offre un cadre robuste : du vocabulaire, des théories et des outils.

Tableau 1 – Les notions de gestion de l’innovation introduites dans la déambulation

Notions	Innover c’est...
Concept ou créativité	... engendrer des idées nouvelles par rapport à l’existant et adaptées à des situations d’usage,
Modèles d’affaires	... définir une offre qui crée une valeur nouvelle (valeur marchande, valeur d’usage, valeur symbolique...) et répartir cette valeur,
Connaissances	... mobiliser des connaissances qui ne sont pas forcément celles de son secteur habituel, voire les développer (hybridation des connaissances, recherche, réutilisation, transfert),
Organisation*	... s’organiser, que ce soit au niveau large des écosystèmes (communautés, partenaires, institutions...) ou au niveau de l’équipe projet,
Expérimentation	...réaliser souvent et rapidement des tests et des prototypes pour apprendre, découvrir et vérifier ; cette démarche « chemin faisant » est plus ou moins structurée (sérendipité, rapport au risque, effectuation, projet),
Communication	... nommer l’innovation, la faire connaître, faire savoir, créer l’événement et le sens ; pour innover, il faut inventer des noms, communiquer sur son innovation qu’il s’agisse de convaincre des financeurs ou de susciter le désir chez le plus grand nombre.

* Organisation incluant le financement de l’innovation.

3. La pédagogie par les objets

Nous mobilisons deux types d’objets : des « objets patrimoniaux », qui n’existent plus aujourd’hui (comme le Fardier de Cugnot ou les machines à vapeur du XVIIIe siècle) et des « objets lignées », qui existent encore, souvent sous des formes différentes, et dont nous avons souvent perdu la mémoire originelle (comme la micro-informatique). La pédagogie diffère selon les objets mobilisés.

Les objets patrimoniaux

Avec les objets patrimoniaux la pédagogie repose sur le télescopage des problématiques gestionnaires. Des questions identiques se sont posées à des époques différentes. Il y a récurrence des processus d'innovation de telle sorte que l'on peut enseigner des problématiques de gestion formulées dans des termes contemporains à partir d'objets patrimoniaux. Dans cette perspective, il ne faut pas hésiter à revendiquer l'anachronisme qui devient alors un argument pédagogique fort.

Considérons deux exemples. Il y a au musée des Arts et Métiers Aquilon ou l'avion numéro 3 du français Clément Ader (1897). Cet ingénieur français est le premier en 1891 à avoir fait décoller un plus lourd que l'air avec Eole, son avion numéro 1. Seul le magnifique prototype 3 est parvenu jusqu'à nous ; c'est le célèbre avion en forme de chauve-souris. En 1903, les frères Wright feront voler un avion avec des ailes aux États-Unis. Devant l'avion d'Ader, et en comparaison avec la démarche de conception des frères Wright, on peut poser les bases de la théorie C-K (Concept Knowledge), base théorique incontournable aujourd'hui du raisonnement de conception innovante (Hatchuel et Weil, 2009). Concrètement, il s'agit de retracer et de comparer en « C-K » les conceptions de ces deux premiers avions. Ader et les frères Wright partagent le même concept (« faire voler un plus lourd que l'air »), mais ne mobilisent pas les mêmes bases de connaissances. Ader a travaillé seul avec une petite équipe, sous embargo militaire, et s'est entiché de ce qu'on appellerait aujourd'hui le biomimétisme, cherchant à reproduire la forme d'une chauve-souris roussette pour son avion (il est au demeurant l'inventeur du mot « avion »⁸). De leur côté, les frères Wright, dans une démarche que l'on qualifierait aujourd'hui d'« innovation ouverte », mobilisent les bases de connaissances scientifiques de l'époque sur l'aérodynamisme et la portance. Enfin, les frères Wright en réalisent successivement de très nombreux petits prototypes ; là où Ader ne fabriquera que trois avions directement à l'échelle 1. Finalement, la pédagogie repose sur trois télescopages qui sont autant de principes de gestion de l'innovation ahistoriques : 1) l'élaboration d'un concept innovant, 2) la mobilisation de bases de connaissances plus ou moins larges, plus ou moins éloignées de celles que l'on détient ex ante, et plus au moins en mesure de permettre la réalisation du concept et, 3) une démarche de prototypage qui rapproche le concept et la connaissance en vérifiant par l'expérience. Voilà les bases d'un processus d'innovation simplifié mais générique et reproductible. Le « démontrer » devant l'avion d'Ader suspendu et avec quelques images d'archives des frères Wright en donne un exemple incarné, quasi vivant.

Le second cas est celui des modèles d'affaires enseigné à partir des machines à vapeur de James Watt et Matthew Boulton au XVIII. Le musée présente un grand nombre de maquettes de machines à vapeur. Watt et Boulton sont les premiers à réussir le business de la vapeur en créant une entreprise à Soho dans la banlieue de Birmingham en 1775. Jusqu'en 1800, ils vendent des centaines de machines performantes pour des usages variés à des clients dans le monde entier. Protégés par des brevets ils récupèrent des revenus de leurs licences. Évidemment il n'y a pas à l'époque de business model canevas permettant d'appliquer une grille existante à une

⁸ « Ader devint poète et nomma l'avion » comme l'écrit Guillaume Apollinaire dans un poème hommage à l'inventeur du mot « avion ».

nécessité gestionnaire. Toutefois, l'intelligence des hommes du XVIIIe siècle les a conduits à proposer des formes de raisonnement aboutissant exactement à ce que nous appelons aujourd'hui un « modèle d'affaires ». Watt et Boulton louent les machines à leurs clients. En gardant la propriété, ils peuvent associer à la machine les services de techniciens résidents qui assurent auprès des clients le bon fonctionnement de ces machines dangereuses. Ils se protègent aussi de l'espionnage industriel qui fait rage à l'époque et sont capables de rétrocéder au bureau d'études de Soho à Birmingham les retours d'expérience du fonctionnement en situation de production, pour mieux concevoir les prochaines générations de machines. Le loyer de la redevance est quant à lui déterminé par un raisonnement de substitution : Watt et Boulton facturent un montant correspondant au tiers de l'économie de charbon réalisée par rapport à la génération précédente de machines à valeur, en l'occurrence celle de Thomas Newcomen. C'est-à-dire qu'ils utilisent une métrique objective avec la consommation de matière première et qu'ils rétrocèdent aux clients une partie de la performance ainsi mesurée. Ils partagent la valeur qui résulte de la substitution des anciennes machines par leurs propres machines. Les innovateurs disent à leurs clients : « on vous rétrocède une partie de la performance que vous confère notre innovation ». En tant que raisonnement, la substitution et le partage de la valeur sont ahistoriques, c'est-à-dire qu'on peut les détacher du contexte de la première révolution industrielle pour concerner un public actuel, par exemple d'entrepreneurs. Pour compléter cet argument sur le modèle d'affaires de la machine à vapeur il faut ajouter une autre dimension. Celle-ci devient d'ailleurs évidente devant les maquettes ; elle s'impose à nous (alors que le raisonnement de substitution suppose une explication voire d'autres supports). Ce qui frappe devant ces machines à vapeur c'est leur élégance, leur beauté. Les machines à vapeur sont belles, magnifiées par des artifices ; par exemple, les supports de chapiteaux imitent souvent des... colonnes grecques, alors qu'un simple bâti aurait suffi. Fonctionnellement cette parure ne sert à rien. Mais la valeur n'est pas seulement économique, liée à la productivité de la technique innovante, elle est aussi ostentatoire et symbolique. À l'époque les ateliers, les usines, se visitent. Les propriétaires de machines exposent leur dernière innovation, qui impressionne, qui fascine. Jamais l'homme n'a maîtrisé une telle puissance. C'est le triomphe de la raison humaine sur les forces de la nature. De Savery à Watt, les machines à vapeur sont passées du fond des mines où elles pompaient l'eau à la surface de nombreuses usines du monde entier. L'innovation se voit, se montre, s'exhibe. La machine à vapeur se pare des atours qui la magnifient comme innovation. Bien sûr les clients payent cette valeur ostentatoire. La démonstration par Watt et Boulton a une valeur très générale car immédiatement les participants font le lien avec d'autres objets et d'autres services, totalement contemporains, qui intègrent eux aussi la dimension symbolique de la valeur au modèle d'affaires.

Les objets lignées

Avec les objets lignées, la pédagogie relève d'un travail processuel, marquant les étapes de l'innovation, les ruptures, les échecs, les bifurcations, les controverses. Le musée des Arts et Métiers présente quelques lignées organisées, sur le vélo, nous l'avons dit, ou dans une moindre mesure sur l'automobile. On passe en quelques dizaines de mètres du Fardier de Louis Joseph Cugnot (1770) à la Ford T (1908), du premier gros engin à moteur qui a roulé devant la cour de Louis XV au dominant design de l'automobile moderne. Entre les deux, d'étranges objets, des objets

hybrides, préfigurent dès la fin du XIXe siècle ce que sera l'industrie automobile, par exemple la « calèche à moteur thermique » des frères Peugeot (1893) ou le « tricycle à vapeur » des frères Serpolet (1888). En France, il n'y a pas moins de 621 entrepreneurs en 1898 (les start-up de l'époque) qui cherchent à « faire rouler quelque chose avec un moteur ». Devant ces objets qui ne s'appellent pas encore des automobiles, d'innombrables entrées thématiques sont possibles : techniques, événementielles, organisationnelles, stratégiques, juridiques, communicationnelle, entrepreneuriales... Les start-upers d'aujourd'hui, plongés en déambulation dans le contexte de l'époque, s'identifient à eux. Ils discutent de leurs choix de financement, de la valorisation des prototypes (par exemple en participant à des compétitions), de leurs décisions techniques... La lignée retrace les étapes non linéaires de la conception innovante en montrant comment les « choses à moteur », qui sont au départ des concepts ou des « inconnus désirables » (Hatchuel, 2014), deviennent des réalités tangibles, des automobiles commercialisables.

Que les objets soient patrimoniaux ou lignées deux approches pédagogiques complémentaires sont à souligner. La première consiste à rentrer par une thématique précise. Prenons l'exemple, comme sous champs de la « créativité », de la notion d'« hybridation » ou de « bissociation » telle que définie par Arthur Koestler (1964). Ce dernier s'est intéressé aux raisonnements des individus créatifs dans des traditions différentes (artistes, scientifiques, inventeurs, humoristes, etc.). Pour lui, le lien entre ces traditions se trouve dans ce qu'il nomme l'acte bissociatif ou la bissociation, c'est-à-dire le bond novateur ou créatif qui, en reliant des systèmes de référence jusqu'alors séparés, fait vivre ou comprendre le réel sur plusieurs plans à la fois et engendre de nouvelles idées. Autrement dit, confronter deux cadres dissemblables en fait naître un troisième. Nous mobilisons des objets hybrides ou bissociatifs à l'appui de cette approche. La bissociation est d'autant plus créative qu'elle rapproche des cadres inattendus, appartenant à des traditions, à des époques, à des secteurs différents. La « diligence à vapeur » de Bollée, la « voiture à hélice » de Leyat, la « calèche à moteur » des frères Peugeot ou « l'avion chauve-souris » d'Ader sont autant d'exemples d'objets hybrides au musée des Arts et Métiers. Placés à des endroits différents du musée, ils nécessitent un déplacement pour traiter de la même question. De ce point de vue, une pédagogie virtuelle, par exemple filmée⁹, est plus performante car elle peut rassembler ces objets. De son côté, la déambulation peut laisser libres les participants de retrouver dans les espaces du musée ces accolages innovants, ces hybridations, et de les discuter.

Les objets totaux

L'autre approche est celle des « objets totaux », des objets qui à eux seuls contiennent tout le contenu de l'intention pédagogique. Ainsi, l'Obéissante d'Amédée Bollée qui trône dans la chapelle du musée est à elle seule le concentré de l'ensemble d'un cours de management de l'innovation. Étrange engin de près de cinq tonnes, l'Obéissante (1873) est une diligence à vapeur qui fut le premier véhicule motorisé à rentrer dans Paris après un voyage depuis le Mans. Nous sommes pourtant plus de dix ans avant l'avènement des premières automobiles. C'est un premier « autobus » réalisé par un inventeur qui ne parviendra toutefois pas à diffuser son innovation. Sans rentrer ici

⁹ Cf. le Mooc du Cnam « Fabriquer l'innovation » réalisé avec le soutien de Promising sur Fun.

dans la passionnante saga innovatrice des Bollée, on peut se concentrer avec profit sur cet objet unique qui « coche » tous les processus de gestion de l'innovation (cf. tableau 2).

Tableau 2 – Les notions de gestion de l'innovation induites de l'Obéissante d'Amédée Bollée

Notions	Innovations
Concept ou créativité	Un système motorisé de transport public, silencieux, sûr et confortable entre le Mans et Paris (qu'on appellerait aujourd'hui un autobus).
Modèles d'affaires	Faire payer l'expérience du transport innovant aux clients (douze passagers sont prévus) ; une valeur ostentatoire ; un financement du développement par les autres inventions des Bollée.
Connaissances	Hybridation de connaissances entre une motorisation éprouvée à l'époque (le moteur à vapeur) et le summum du confort connu de la calèche.
Organisation	Organisation familiale des Bollée, riche écosystème reposant sur des alliances industrielles et politiques.
Expérimentation	L'expérimentation relève à la fois des étapes non linéaires ayant abouti à l'Obéissante mais aussi des apprentissages transférés depuis et vers d'autres innovations des Bollée (machines à calculer, automobile, fonderie, cyclisme, éolien, etc.).
Communication	Dénomination rassurante pour les clients : la machine obéit au doigt et à l'œil à son conducteur ; présence à l'Exposition universelle de 1878 à Paris ; débat ontologique et juridique sur le statut d'un objet sans équivalent (une rupture) à une époque hippomobile (comment le définir pour le faire exister ?).

En portant un regard attentif sur l'objet (parfois suscité par l'animateur) les élèves reconstituent les processus d'innovation. En observant l'Obéissante et en échangeant, les déambulateurs infèrent des notions de gestion de l'innovation. L'objet leur parle, les objets nous parlent. De même que les industriels réalisent de l'ingénierie inversée en analysant les produits des concurrents pour mieux concevoir les leurs, les objets du passé sont les supports d'une pédagogie inversée.

CONCLUSION

Notre article se veut résolument optimiste en consacrant l'intelligence des hommes du passé¹⁰. Il est aussi relativiste en montrant qu'en innovation tout ne date pas d'aujourd'hui... Pour enseigner l'innovation il s'agit aussi d'innover pédagogiquement. Il en va de notre crédibilité d'enseignants et de notre capacité à attirer les publics. L'inscription dans le temps long par les objets techniques est une voie sensible et riche de la formation à l'innovation et au management de l'innovation. L'approche que nous proposons n'est pas celle d'une culture générale de l'innovation où nous irions au musée pour le bon plaisir de se cultiver (ce qui a en soit une valeur considérable), mais une véritable démarche d'apprentissage à partir des objets pour comprendre et pour fabriquer l'innovation aujourd'hui. Elle peut à la fois s'intégrer dans une formation existante ou être proposé en autonomie. Le musée des Arts et Métiers n'est pas seulement le décor de l'enseignement, ses objets sont le support de la pédagogie. Quels sont les principes pédagogiques mis en exergue dans l'article qui dépassent le contexte « cnamien » ? Comment peut-on transférer l'expérience du musée des Arts et Métiers en dehors du musée des Arts et Métiers ? Nous mettrons l'accent sur trois enseignements.

– Enseigner hors les murs. L'expression « sortir du cadre » si souvent utilisée dans les formations en innovation et en créativité doit être prise ici au sens propre. Il s'agit de sortir de l'amphithéâtre ou de la salle de cours. Cette seule modification transforme la dynamique des groupes. Le choix du lieu (sa beauté, son originalité, son rythme, sa sonorité...) engendre l'attention, voire l'émotion.

– Mobiliser des artefacts. Ils peuvent être des objets mais ne s'y limitent pas forcément. Un lieu, un événement, une organisation, une situation etc., peuvent aussi être les supports de la pédagogie. Dans tous les cas, ce qui est déterminant c'est le rapport entre ce que l'on voit, ce que l'on ressent et ce que l'on veut apprendre. À chaque fois il faudra faire parler les artefacts (qui peuvent aussi relever de la réalité virtuelle). Ils sont à potentiel comme on dit d'une technologie qu'elle est à « haut potentiel », mais ne se révèlent à nous que parce qu'il y a un travail pédagogique de l'enseignant.

– Mettre en place progressivement le contenu. Le contenu du parcours ou de la déambulation se dévoile progressivement. Cette posture désarçonne au début les participants car l'approche est apparemment désordonnée, pointilliste, passant d'objets en objets, sans forcément de rapport entre eux. « Où l'enseignant veut-il en venir ? » Aucun plan de cours n'est annoncé ex ante, juste une intention de formation à l'innovation au musée. C'est le rebouclage progressif, le rebond d'objets en objets, de contextes en contextes, sur des catégories de l'innovation, qui ancre alors la formation dans un résultat, dans un contenu cohérent et assimilable. Cette progression permet d'intégrer l'improvisation et d'accueillir toutes les observations des

¹⁰ Si le parcours est de facto très genré du côté masculin, la discussion au cours de la déambulation peut opportunément surgir sur le rapport des femmes à l'innovation et à la technique.

participants. Les synthèses régulières de l'enseignant récapitulent et articulent les notions rencontrées.

On peut compléter la déambulation au musée par une demi-journée en salle ou en atelier, sur des formats plus classiques, permettant la reconnexion aux problématiques professionnelles des participants et une première prise de recul sur l'expérience muséale, comme un sas de décompression. Le complément peut aussi s'envisager dans des ateliers où les élèves manipulent des objets alors que les machines ne sont plus en mouvement au musée.

Le potentiel didactique des objets techniques est connu depuis longtemps mais n'est pas une approche pratiquée de l'enseignement de la gestion. « Les techniques ne sont jamais complètement et pour toujours au passé. Elles recèlent un pouvoir schématique inaliénable et qui mérite d'être conservé, préservé. [...] Il faut conserver le matériel du passé parce qu'il représente une possibilité de reprise, et non pas seulement pour constituer une archéologie » (Simondon, 1983). Les objets même du management, et notamment ses outils, devraient systématiquement être montrés et démontrés dans nos enseignements, en généalogie bien sûr (David, 2019). Si l'enseignement en collège et en lycée a beaucoup travaillé sa pédagogie avec et dans les musées, l'enseignement supérieur du management, dans toute sa variété institutionnelle, est en retard de ce point de vue. Un tel défi pour les gestionnaires implique des incartades historiques. Or, les divisions disciplinaires nous ancrent dans nos spécialités. Rares sont les professeurs doublement formés à l'Histoire et à la gestion (Godelier, 1995). Nous revendiquons la possibilité pour des gestionnaires, c'est-à-dire pour des non-historiens, de « faire de l'Histoire » par nécessité pédagogique. Il faut juger leur performance à l'aune des effets de leurs enseignements historicisés.

BIBLIOGRAPHIE

Alquier C. (1797). Rapport sur une résolution du Conseil des Cinq-Cents relative au Conservatoire des arts et métiers, BNF Galica.

Christian G. (1818). Notice sur le Conservatoire royal des arts et métiers, Imprimerie de Madame Huzard, Paris.

Corcy M.S. et Dufaux L. (2013). Le Musée des arts et métiers, Guide des collections, Artlys. Enseigner le management de l'innovation au musée des Arts et Métiers.

D'Alembert J. et Diderot D. (1751). L'Encyclopédie, BNF Galica.

David A. (2019). « Understanding the invention phase of management innovation: A design theory perspective », *European Management Review*, vol. 16, no 2, p. 383-398.

Doublet J.-M. et Fridenson P. (1988). « L'histoire et la gestion : un pari », *Revue française de gestion*, numéro spécial, no 70, septembre-octobre, p. 1-3.

Falk J.H. et Dierking L.D. (2012). *Museum Experience Revisited*, Left Coast Press.

- Fontanon C. (1992). « Les origines du Cnam et son fonctionnement à l'époque révolutionnaire – 1750-1815 », Cahiers d'Histoire du Cnam, no 1, p. 17-44.
- Fontanon C. et Grelon A. (1994). « Introduction », Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers. Dictionnaire biographique 1794-1955, Fontanon C. et Grelon A. (sous la dir. de), Tome 1: A-K, Paris, Institut national de recherche pédagogique (INRP), p. 13-59.
- Garel G. et Mock E. (2016). La Fabrique de l'innovation, Dunod.
- Gilman I. (1916). « Museum fatigue », The Scientific Monthly, n^o 12, p. 62-74.
- Godelier E. (1995). De la stratégie locale à la stratégie globale : la formation d'une identité de groupe chez Usinor: 1948-1986, Doctorat d'histoire, mention sciences des organisations, EHESS.
- Grégoire H. (1794). Rapport sur l'établissement d'un Conservatoire des arts et métiers, Convention nationale Instruction publique, BNF Galica.
- Grégoire H. (1794b). Rapport sur la bibliographie, Convention nationale Instruction publique, BNF Galica.
- Hatchuel A. et Weil B. (2009). « C-K design theory: An advanced formulation », Research in Engineering Design, vol. 19, no 4, p. 181-192.
- Hatchuel A. (2014). « La science, l'impossible et l'inconnu. Les enseignements de la théorie de la conception. La science et l'impossible », 14e rencontre « Physique et interrogations fondamentales », Société française de physique, Hal-01196114.
- Huguet P. (1859). Notice historique sur l'ancien prieuré Saint-Martin-des-Champs et sur le Conservatoire impérial des arts et métiers, Neuilly, Imp. Guiraudet, notice BNF no FRBNF36395534.
- Koestler A. (1964). The Act of Creation, Macmillan Ed.
- Lebrun C. (1797). « Rapport au conseil des anciens sur la résolution du 26 floréal relative au Conservatoire des arts et métiers », Corps législatif conseil des anciens, vol. 7, BNF Galica.
- Mercier A. (2018). Le Conservatoire des arts et métiers des origines à la fin de la restauration (1794-1830), Coédition Snoec.
- ParisTech (2010). Former à l'innovation à ParisTech : effervescences et perspectives, tome I, ParisTech, réseau PIMREP.
- Salomon J.J. (1994). « Grégoire Henri-Baptiste fondateur du Conservatoire national des arts et métiers et démonstrateur », in Fontanon C. et Grelon A. (1994). p. 586-595.

Simondon G. (1967). Enseignement et objets techniques,
<https://www.youtube.com/watch?v=uqZSvK8jYXQ&t=30s>

Simondon G. (1983). « Sauver l'objet technique », Sur la technique (1953-1983),
Simondon G. (dir.), Presses universitaires de France, p. 447-454.

Simondon G. (2012). Du mode d'existence des objets techniques, Aubier.

Utterback J. et Abernathy W. (1975). « A dynamic model of product and process
innovation », The International Journal of Management Science, vol. 3, no 6, p. 639-
656.