



Les Lundis de l'Innovation

## DOSSIER DE RECHERCHE

# « INNOVATION INSOLENTÉ POUR ARCHITECTE INDOMPTABLE ... »

Frédéric Touvard, 8 janvier 2018

**Réalisé par :**

Ophélie PITAULT, Anna LOURIE, Sacha GUILLERAULT  
Hélène SOL

Etudiants en Master 2 Management de l'Innovation, Grenoble IAE

**Co-opté par :**

**Thierry Ménissier**

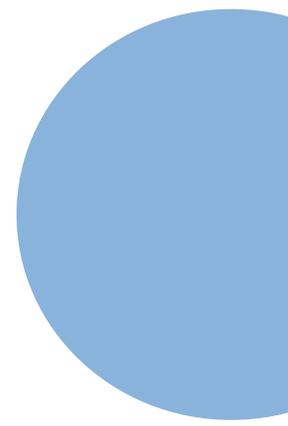
Professeur de philosophie

Vice-Président en charge du développement des recherches en sciences humaines et sociales

Flavia Palazzi, doctorante en philosophie politique,

Nadège Micheli, chargée de communication Promising

 [#Lundisdelinnovation](#)  
[www.promising.fr](http://www.promising.fr)



# Sommaire

<b>A. PHASE DE RECHERCHE PREALABLE</b>	<b>3</b>
<b>1. Informations sur l'invité, sur l'organisation invitée, sur le secteur d'activité, sur la concurrence et sur les tendances</b>	<b>3</b>
a. Frédéric Touvard	3
b. Centaury, son organisation.	4
c. Le management par les enjeux, structurer ses projets en raisonnant sur leurs finalités	4
d. Les stratégies de co-création vont devenir incontournables.	5
e. Les défis de conception, l'architecture entre innovation et expérimentation.	6
<b>2. Réflexion sur les enjeux de l'intervention</b>	<b>8</b>
a. L'innovation architecturale n'est pas toujours là où on l'attend	8
b. Une innovation de rupture dans le secteur de la construction : l'exemple de la cathédrale Santa Maria del Fiore à Florence	8
c. Catalyser l'innovation.	10
d. Apprendre à raisonner hors du cadre, modéliser la créativité, la théorie CK, un fondement formel aux théories de l'innovation.	10
e. Le monde de la construction au centre d'un changement de paradigme	12
f. Le BIM : une méthode de travail reposant avant tout sur le travail collaboratif	12
g. La nouvelle étape dans la digitalisation des services en ingénierie technique : le casque de réalité virtuelle immergée.	12
h. L'échec et la persévérance dans l'innovation	13
<b>3. Formulation de questions</b>	<b>13</b>
<b>4. Bibliographie</b>	<b>14</b>
<b>B. COMPTE-RENDU DE CONFERENCE ET REFLEXION</b>	<b>15</b>
<b>1. Approfondissement des thèmes en développant le point de vue argumenté du groupe</b>	<b>15</b>
<b>2. Que faut-il retenir de cette expérience ?</b>	<b>20</b>
<b>3. Bibliographie phase 2</b>	<b>22</b>
<b>C. PROMISING...</b>	<b>24</b>

## A. PHASE DE RECHERCHE PREALABLE

Mots-clés : Innovation à la Renaissance en Europe et en Italie  
Innovation, architecture et urbanisme.  
L'innovateur, les défis de conception, l'échec et la persévérance.

---

### 1. Informations sur l'invité, sur l'organisation invitée, sur le secteur d'activité, sur la concurrence et sur les tendances

---

#### a. Frédéric Touvard

Frédéric Touvard, de nationalité Française et Canadienne, débute sa carrière professionnelle au sein du groupe Air Liquide où il va, tout d'abord être chef de projet en ingénierie militaire sur les porte-avions Charles de Gaulle (1996-2001). Puis, il continuera sa carrière dans la même entreprise en tant que chef de projet Expédition polaire Jean-Louis Etienne, il pilotera l'ensemble du projet pile à combustible de la mission Banquise au pôle Nord de 2001 à 2002.

Dès 2003, il devient directeur des opérations toujours chez Air Liquide et Co-fondateur de la « Spin-off » AXANE. De 2003 à 2010, il est en charge de l'exploration de nouveaux marchés et du pilotage simultané marketing-conception technologique. Il est aussi le responsable du programme R&D pile à combustible à l'internationale et dirige les équipes de Chicago, Philadelphie, Montréal et Paris. Il ne faut pas oublier qu'il est le gagnant du Grand prix Siemens de l'Innovation et 1er Prix Observateur du Design attribué par l'APCI (Agence pour la Promotion de la Création Industrielle).

On remarque que Frédéric Touvard possède une expérience considérable dans la conduite de projets de conception d'installations industrielles et de projets d'innovation au sein du Groupe Air Liquide qui s'étend sur 15 ans.

Dès 2007, il se forme au coaching en innovation et devient coach certifié.

Puis en 2010, il fonde et dirige l'entreprise Centaury - qui tire son nom de « Centaurée », une plante possédant des propriétés médicinales reconnue pour son impact positif sur la personnalité et la réalisation de soi, et « Centaure » créature mythologique qui représente l'hybridité entre homme et cheval - spécialisée dans le coaching et l'innovation de rupture.

Au sein de cette entreprise, jusqu'à aujourd'hui, il va accompagner des entreprises dans leur transformation sur 2 axes : la dimension humaine dans le management ainsi que le développement d'équipements opérationnels pour la mise en œuvre d'approches et d'outils qui permettent l'exploration stratégique.

Depuis 2011 et 2013, il est intervenant à l'École Polytechnique en management de projet innovant, professeur associé en management de l'innovation au CNAM et conférencier à l'école d'été en innovation à HEC Montréal.

Frédéric Touvard anime également la communauté d'innovation Renault, est auteur du livre « Le manager explorateur, le management de projet par enjeux » et co-auteur du chapitre « Renault » dans le livre « les communautés d'innovation ».

## b. Centaury, son organisation.

Centaury a été fondé en 2010 par Frédéric et Laurence Touvard en tant qu'entreprise accompagnatrice de dirigeants/responsables/chefs de projet/équipes dans la mise en place d'une nouvelle dynamique dans le but d'impulser des synergies créatives, générer des concepts d'innovation de rupture et piloter des projets d'innovation. Cette entreprise a pour but central de stimuler la créativité, l'énergie et les synergies entre les groupes.

Cependant, dans l'accompagnement, Centaury est spécialisée sur l'innovation de rupture, le coaching individuel et collectif et la co-crédation/production :

« Nous sommes Centaury : détonateur de synergies ».

Cette entreprise est réellement née du désir de proposer aux entreprises des alternatives au management traditionnel dans le but stimuler leur croissance. Il faut noter que l'entreprise Centaury est divisée entre la France et le Canada. Elle détient des partenaires de taille avec qui elle a précédemment travaillé : Renault, Air Liquide, SNCF, Tefal, Bouygues Immobilier Michelin et Promising.

De manière opérationnelle, l'entreprise propose différentes sortes de services : le coaching et consulting et la formation.

Le coaching est proposé sous différents angles d'attaque : créativité et conception innovante, management de projet par enjeux, individuel et collectif, explor'Action, recrutement de talents et formation d'équipes.

Il existe plusieurs formations à la disposition des entreprises clientes : Manager l'innovation de rupture, Conduire un projet innovant avec l'école polytechnique, Management de projets par enjeux avec HEC Montréal ; Centaury propose aussi des séminaires comme « les énergies des leaders » à Paris.

## c. Le management par les enjeux, structurer ses projets en raisonnant sur leurs finalités

Les modèles de management classiques visent à convaincre du bien-fondé d'un projet et de ses étapes en expliquant et justifiant les changements d'optique en fonction des objectifs initialement fixés pour faire face aux résistances.

Tandis que d'après Frédéric Touvard, il existe pourtant une autre façon de faire, beaucoup plus stimulante. Il propose, et notamment à travers son ouvrage : « *Le manager explorateur - Le management de projet par enjeux pour favoriser l'innovation* », d'explorer la méthodologie et le savoir-faire sur lesquels s'appuie ce mode de gestion traditionnel, en se basant sur une solide expérience en management de projet d'innovation et sur une expérimentation éprouvée, où tous les membres de l'équipe s'approprient le projet et le conduisent.

L'idée est d'envisager désormais un projet sous la forme d'enjeux à atteindre, en plaçant l'équipe au cœur du processus, les incitant à coopérer en alliant confiance et performance.

Dans cette optique, la vision est alors partagée et l'accent n'est plus uniquement focalisé sur l'exécution de tâches linéaires.

Ainsi, même si on ne connaît pas à l'avance l'itinéraire à parcourir, les conditions sont réunies pour que chacun puisse saisir les occasions qui se présentent, imaginer de nouvelles modalités et combler les besoins qui émergent en cours de route.

La haute performance d'une équipe-projet se mesure à sa maturité et à sa motivation car en effet, il s'agit d'une toute autre façon de considérer un projet et d'évoluer de façon flexible mais plus sécuritaire dans un environnement toujours incertain.

La co-construction est une des valeurs clés de cette méthode. Elle fait appel à l'autonomie des acteurs qui doivent être en mesure d'explicitier les finalités et enjeux du projet d'un commun accord, et reposer sur l'analyse collective des risques potentiels (technologiques, réglementaires, humains, etc...). Ainsi, le fait de raisonner en termes de « finalités » tout au long d'un projet permet des prises de risques régulées mais plus souples permettant d'intégrer plus aisément les nouvelles opportunités. Dans cette optique, le management de projet par enjeux constitue un formidable accélérateur d'innovation.

#### d. Les stratégies de co-création vont devenir incontournables.

Aujourd'hui, la co-création est en pleine expansion et devient un véritable vecteur de la transformation des entreprises. Même si tout est un éternel recommencement, il est intéressant de voir comment des concepts ancestraux se transforment et progressent au fur et à mesure des évolutions de nos sociétés. En effet, s'il ne s'agit pas d'un concept nouveau, la co-création est née des nouvelles idées de stratégies concurrentielles qui exigeaient clairement une nouvelle forme de coopération entre les professionnels afin d'entrer en étroite collaboration avec leur client. L'accent est désormais mis sur la capacité des entreprises à modeler leur discernement afin d'acquérir une très bonne lecture de notre époque qui est en pleine transformation et anticiper la trajectoire des grands phénomènes actuels.

Le terme a actuellement le vent en poupe, et les clients sont de plus en plus désireux d'y participer. La co-création n'est pas nouvelle, mais les entreprises sont de plus en plus attirées par de nouvelles façons de fonctionner, le concept est alors augmenté avec les problématiques d'innovation. Cette démarche repose sur la mise en commun des connaissances, des idées et des ressources et devenant une stratégie de développement incontournable qu'intègrent les équipes.

*« C'est une nouvelle vision du digital qui est en train d'émerger. Nous ne sommes plus dans une logique de prestation mais dans une démarche d'élaborer ensemble un nouveau produit ou modèle économique. On prend désormais les risques ensemble » (Ravi Krishnamoorthi, Vice President & Head of Business Consulting, Digital & Application Service de Fujitsu).*

Ce type de collaboration permet d'introduire de nouvelles technologies, créer des projets plus ambitieux mais aussi d'effectuer des changements d'organisation, de processus et même de modèles d'entreprise. Mais comme la plupart des choses deviennent automatisées, la valeur du travail humain réside dans la créativité, à travers ce que les machines n'arrivent pas encore à faire. Les entreprises misent à aider les employés à être créatifs et prennent au sérieux la créativité et la collaboration en misant sur l'interactivité entre les individus, en les incitant à définir leurs objectifs ensemble. Il s'agit alors d'un gigantesque marché pour quiconque est en mesure de les accompagner.

L'entreprise doit donc générer de nouvelles idées grâce à ces interactions. C'est la meilleure façon de concevoir un environnement créatif afin de repenser un style de vie propre au monde entrepreneurial et se tourner vers l'innovation. Toutes les stratégies misent en place dans cet état d'esprit, deviennent alors des moyens délivrés à une équipe de changer rapidement de direction lorsque c'est nécessaire, et ainsi de s'adapter à un environnement en mutation constante.

De plus, s'il s'agit d'un moyen d'impliquer le client tout au long du processus, c'est aussi un moyen de travailler avec lui et de laisser plus de place à l'expérimentation pour recueillir des feed-back intéressants.

Si aujourd'hui les tendances managériales se déploient et prennent forme sous de nombreuses méthodes visant à améliorer l'issue de projets produits/technologiques, services, business etc... :

- Qu'en est-il de l'architecture ?
- L'innovation est-elle uniquement liée à des connaissances scientifiques ou techniques ?
- L'expérimentation peut-elle avoir sa place dans ce type de démarche ?
- La recherche de performance est-elle si évidente ?
- Comment se dépasser face à l'échec ?

### e. Les défis de conception, l'architecture entre innovation et expérimentation.

L'innovation est aujourd'hui de tous les projets ; elle se décline en termes numériques et technologiques autant qu'industriels ou constructifs, alors que les matériaux de construction ou l'enveloppe des bâtiments concentrent les innovations les plus spectaculaires.

Une opération d'architecture se caractérise par son organisation en « projet » auquel participent de nombreux acteurs. Les principales étapes que sont l'esquisse, l'avant-projet sommaire puis détaillé, le dossier de consultation des entreprises, rythment l'introduction de nouveaux acteurs : l'architecte et l'équipe de maîtrise d'œuvre dans un premier temps , puis les entreprises.

La définition de l'innovation s'associe au processus de conception du projet en architecture, où aujourd'hui a donc choisi de présenter des projets qui recouvrent un large champ d'innovations, dans des domaines tels que les procédés constructifs, démarches collaboratives, mobilisation de ressources locales, réactualisation de savoir-faire ancestraux, revitalisation urbaine, culturelle et sociale.

L'expérimentation envisagée de ce point de vue - sur les matériaux et leur caractéristiques spécifiques et mise en œuvre en architecture - ne peut être étudiée en dehors de la conception du projet architectural au risque de produire un contresens.

Le matériau acquiert ses attributs d'architecture parce qu'il participe à donner forme au projet d'architecture. De ce fait, l'expérimentation est reliée aux concepts et aux connaissances qui représentent le projet dans son entier.

Un exemple, XtreeE : Les enjeux de l'impression 3D pour révolutionner le secteur du BTP.

XtreeE est une startup dite « à la pointe de l'innovation » en passe de révolutionner les secteurs de la construction et de l'architecture, en imprimant en 3D à grande échelle, en béton.

Ils ont tout d'abord commencé par miser sur une équipe très pluridisciplinaire entre architecture, ingénierie en génie civil et génie mécanique, computer science et science des matériaux, management, etc.. afin d'agglomérer toutes les compétences nécessaires à expérimenter pour réussir à bâtir une innovation dans le domaine de la construction. Accompagnés eux aussi dans leur démarche, ils sont partis du postulat que certaines techniques sont amenées à disparaître, celles qui ne peuvent rivaliser en rapidité, facilité, ou bien en qualité face à un environnement en perpétuelle quête de

performances. Tandis que l'impression 3D est pour eux, aussi pertinente dans des techniques hybrides, qui mixent usages traditionnels et technologies avancées.

Il ne s'agit pas pour eux, d'inventer « l'architecture du futur », en imaginant un scénario de science-fiction où l'impression 3D aura révolutionné le monde entier. Ces techniques sont aujourd'hui une réalité tout à fait tangible, ils travaillent alors à faire s'exprimer tout leur potentiel pour la construction. Car nous connaissons en effet, les principaux attraits de l'impression 3D pour des objets industriels de taille modérée : minimiser les quantités de matières, optimiser les performances, et sans coût supplémentaire de complexité géométrique.

Les membres d'XtreeE pensent alors que nous avons véritablement besoin de tels procédés pour la construction, parce qu'aujourd'hui, et surtout demain, la rapidité et la précision d'exécution vont devenir aussi cruciales que le besoin d'économie en matériaux.

Pour prendre un exemple, le béton est aujourd'hui le deuxième matériau le plus consommé sur Terre, après l'eau. La Chine a produit, ces trois dernières années, plus de béton que les États-Unis pendant l'ensemble du XXème siècle. Il est bien sur inenvisageable d'arrêter de construire en béton, c'est d'ailleurs un matériau formidable tant on peut adapter sa formulation aux propriétés recherchées.

C'est ici que l'impression 3D peut intervenir : avec une maîtrise géométrique accrue, on peut construire des formes optimisées pour limiter la quantité de matières à utiliser. Des formes qu'il était absolument impossible d'obtenir à si grande échelle auparavant, pour des raisons technologiques autant que financières. Aujourd'hui, on peut fabriquer avec des procédés à bas coût, des éléments architecturaux qui présentent un véritable intérêt environnemental.

Un panel d'application assez intéressant qui peut tout de même soulever quelques questions :

- Est-il plus facile d'anticiper et permettre l'innovation dans un périmètre plus technique ou scientifique ?
- Si non, l'expérimentation peut-elle tout de même aider à la recherche de performances ?

---

## 2. Réflexion sur les enjeux de l'intervention

---

### a. L'innovation architecturale n'est pas toujours là où on l'attend

L'innovation architecturale a souvent à voir avec la performance technique ou technologique. Alors que la créativité architecturale relève plutôt de la qualité de l'architecte, son savoir-faire, son esthétisme, son utilisation astucieuse de l'espace ou encore sa capacité à créer des effets sensationnels. Et finalement la recherche architecturale aura plutôt à voir avec les enjeux sociaux de l'architecture (usages, pratiques, ergonomie, confort etc.). Cependant on peut combiner les 3 : on peut proposer une innovation architecturale qui soit inédite dans plusieurs dimensions (technique, sociale et sensible).

Au niveau de la conception, on constate des « principes d'innovation ». Le premier est le retournement : lorsqu'on oppose par exemple le bruit au confort ou le visuel au sonore dans la conception, l'enjeu est de retourner le sens de l'opposition pour un « concevoir pour » et non un « lutter contre ».

Le second principe est le décalage : faire en sorte que la conception soit pensée comme « pouvoir servir à autre chose qu'à ce à quoi elle sert » et décaler les habitudes propres à chaque discipline pour la conception permette de :

- Générer des usages nouveaux et/ou anciens,
- Simuler dans un même temps la dynamique de la forme, le calcul de la structure,
- Développer un esthétique dans le mouvement.

Le troisième principe est la symbolisation : si l'on veut que le projet et l'objet existe, il lui faut un nom qui le symbolise dans le but d'infléchir l'imaginaire utilisateurs et acteurs. L'adhésion au projet se fait souvent par le nom et le symbole qu'on donne à l'objet.

Enfin, le quatrième principe est l'hybridation : les trois précédents touchent la posture du concepteur, les enjeux, et la communication du projet. Celui-ci touche la méthode : synchroniser des démarches autonomes dans le but de rendre les résultats des uns et des autres interactifs et convergents. « Hybrider, c'est croiser les approches pour impliquer les acteurs ». Si dans un projet d'architecture innovante, les acteurs négocient et échouent ou débouchent sur un accord, dans les 2 cas, cela impliquerait de nouveaux acteurs, nouvelles échelles, nouvelles interventions. Finalement, « l'innovation architecturale » n'est peut-être pas là où on l'attend.

### b. Une innovation de rupture dans le secteur de la construction : l'exemple de la cathédrale Santa Maria del Fiore à Florence

La construction de la cathédrale Santa Maria del Fiore débute en 1296 et s'achèvera en 1436. Nombreux sont ceux qui ont participé de près ou de loin à la construction de ce bâtiment mais l'Histoire n'en retiendra qu'un, en la personne de Filippo Brunelleschi. Cet orfèvre de formation est à l'origine de l'une des plus grandes innovations architecturales de la Renaissance. Ainsi, avec plus de 40 mètres de diamètre, Brunelleschi a construit le plus grand dôme maçonné à ce jour. Cette oeuvre architecturale a permis à la ville de Florence d'entrer dans la modernité, à une époque où la concurrence avec d'autres grandes cités fait rage (Florence, Sienne, Pise). L'histoire de cette

cathédrale est donc, en grande partie, liée à celle d'un innovateur en la personne de Filippo Brunelleschi. Lui qui n'est pas architecte de formation a su convaincre les décisionnaires de l'époque de lui confier cette tâche.

Son exploit réside d'une part dans l'immensité du dôme composé de plus de 4 millions de briques soit 37 milles tonnes penchées au-dessus du vide. D'autre part, Brunelleschi a réinventé la méthode de conception d'un dôme car les techniques de l'époque ne permettaient de réaliser une telle œuvre. En effet, au Moyen Age pour ce type de construction, la technique prévoit de mettre en place une structure en bois pour soutenir la maçonnerie jusqu'à la mise en place de la clé de voûte. Ce procédé n'est pas applicable à Florence pour deux raisons : son prix est trop élevé et le temps de réalisation est trop long.

De ce fait, en 1418, la cathédrale est presque terminée mais elle n'est pas surplombée d'une coupole. L'enjeu politique et culturel est immense pour Florence qui est vouée à devenir la risée de l'Europe avec cette structure inachevée. Les décisionnaires de l'époque font un appel d'offre pour la réalisation de cette coupole, un seul candidat propose une structure auto-portante ne nécessitant pas la mise en place d'une structure en bois.

Cette solution est en totale rupture avec les techniques de l'époque et Brunelleschi n'a aucune preuve de son efficacité car il n'a pas de légitimité en tant qu'architecte.

Plus étonnant encore, Brunelleschi fait le choix de ne pas dévoiler ses plans. Nous pouvons émettre plusieurs hypothèses sur ce choix de la part de l'innovateur :

- il souhaite faire ses preuves par les faits,
- il a peur de se faire voler son idée en la dévoilant,
- se sachant en avance sur son temps ils ne souhaitent pas faire peur aux décisionnaires.

Ce choix sera payant, car il hérite du projet de construction du dôme. Cependant, trois grandes problématiques se posent à lui.

Le premier problème est lié à la nécessité d'élever les matériaux de construction à la hauteur souhaitée. Brunelleschi invente alors le premier engrenage réversible à traction animale qui permet à la fois d'élever et de redescendre des charges.

Le deuxième problème majeur réside dans le fait que la masse de brique nécessaire à la construction du dôme ne doit pas s'effondrer. C'est ainsi que l'orfèvre de formation dévoilera son secret qui réside dans un nouveau système d'agencement des briques entre elles. De ce fait, les lignes de briques horizontales sont en entrecoupées de lignes verticales permettant de réduire les points de rupture potentiels. On appelle cet agencement « Spina Pesce » littéralement en « arrêtes de poissons ». Par conséquent, nous pouvons nous interroger sur le fait que l'innovation est parfois issue du biomimétisme, c'est à dire qu'elle s'inspire des formes, matières, propriétés, processus et fonctions du vivant.

Cependant, cette méthode qui, en théorie, peut sembler viable n'avait pas fait ses preuves. L'un des enjeux de Brunelleschi en tant que leader et chef de projet était donc de rassurer l'équipe d'artisans qui travaillait sous ses ordres. En effet, les risques sont importants car l'écroulement de la structure entraîne une chute mortelle à coup sûr. Récemment, des historiens ont découvert les vestiges d'une réplique du dôme à petite échelle. On peut imaginer que Brunelleschi ait montré cette construction à son équipe en tant que preuve de concept et ainsi accroître sa légitimité.

Le troisième problème de Brunelleschi, consiste à imaginer une technique permettant aux murs du dôme de se rejoindre en un même point. A l'époque, il n'existe ni mesure au laser ni modélisation en 3D. Brunelleschi utilisera donc des cordes pour déterminer l'emplacement exacte des briques. A l'époque, certains détracteurs ont contesté ardemment cette solution. L'expression de ces résistances est une preuve que Brunelleschi a réellement révolutionné l'architecture de la Renaissance mais aussi les méthodes de conception en prenant des risques à la hauteur des enjeux politiques et culturels.

- Pourquoi seul Brunelleschi a été capable de concevoir cette architecture ?
- Pourquoi personne d'autre n'a pas saisi cette idée qui flottait dans l'air du temps ?
- Pourquoi Brunelleschi devait donc mettre dans son testament les dernières instructions assurant que sa coupole soit réalisable ?

C'est la volonté de réussir à tout prix de Brunelleschi qui lui a permis de faire accepter son projet « insensé » pour l'époque. Cependant, il a dû faire face à la méfiance et au manque de tolérance à l'ambiguïté. Ainsi, Brunelleschi s'est retrouvé face aux résistances psychologiques de son entourage professionnel, à la fois les experts qui trouvaient sa méthode insensée et les maçons grévistes qui avaient peur de l'incertitude.

### c. Catalyser l'innovation.

Si innover, se définit comme créer du nouveau, les formes d'innovation ne sont pas toutes les mêmes et si certaines induisent de forts bouleversements à leur introduction, tout comme le travail de Brunelleschi, prenons internet par exemple, d'autres sont plus indirectes ou remplacent que très progressivement la technologie les précédant, comme dans le même domaine, le DVD qui chasse petit à petit les VHS. De cette façon, très tôt, l'innovation a fait l'objet de modélisations, ou de théories visant à définir les objectifs de celle-ci.

D'une pensée plus théorique, l'innovation a rapidement été identifiée, non plus comme un résultat mais comme un processus constitué de différentes étapes allant du progrès technique au marché en passant, de façon linéaire et hiérarchique, par la R&D, l'étude de marché, etc. Cependant, les démarches de conception classiques sont efficaces pour améliorer des produits existants, car elles impliquent des raisonnements de conception qu'elles ne modifient pas, et ne changent ainsi pas de manière radicale l'identité des produits ou services.

En revanche, lorsqu'il s'agit de créer de nouveaux attributs de valeur pour un produit ou service, voir de créer de nouveaux usages ou d'explorer de nouveaux territoires, ces démarches s'avèrent bloquantes.

Ainsi, à contrario, les démarches de conception innovantes permettent d'orienter des équipes-projet à raisonner dans de fortes situations d'incertitudes.

En effet, l'innovation n'est pas linéaire ou hiérarchique, mais est plutôt envisagée comme un processus où la conception est centrale et où les retours d'expériences sont nécessaires à chaque étape.

Toutefois modéliser l'innovation n'a de sens que si on confronte la théorie aux expériences de terrain.

### d. Apprendre à raisonner hors du cadre, modéliser la créativité, la théorie CK, un fondement formel aux théories de l'innovation.

Dans les années 1990, on remarque des changements profonds dans la conception de

nouveaux produits et services, et un mouvement vers une innovation « radicale » ou « de rupture ». Ces changements supposent un profond changement des modèles de pensée des acteurs. Désormais, l'innovation exige une invention répétée de nouvelles identités pour les objets, autrement dit : savoir briser les règles de conception (nouveaux business models, nouvelles valeurs etc.). On parle alors d'innovation portant sur l'identité des objets eux-mêmes.

Les nouveaux enjeux d'innovation changent les missions de la conception : il s'agit d'explorer des champs d'innovation sans recommandations clients et de créer du savoir. Il ne s'agit plus de « bien raisonner » ou d'optimiser sous contraintes, il faut créer tout simplement et inventer des alternatives. Cette nouvelle conception entraîne une rediscussion des paradigmes de l'innovation. Le paradigme décisionnel se fissure.

Cependant, il n'y a pas d'unité de la théorie de la conception et la spécificité de la théorie de la conception est menacée par de fréquents changements de paradigmes (en engineering design). Même les professions de la conception sont fragmentées (ingénieur, architecte, designer). Dans ce cadre fragmenté, il y a un enjeu majeur à suggérer une nouvelle théorie qui relie les théories déjà existantes, qui dépasse les paradigmes qui effacent les spécificités de la conception et qui dialogue entre les professions.

Il y a 5 apports principaux de la théorie C K :

1. La notion de concept (C) : Un « point de départ » de conception est une proposition qui est interprétable grâce aux connaissances disponibles mais qui est pour autant indéterminable dans les connaissances disponibles (exemple : une chaise post moderne).
2. Le rapport à la connaissance (K) : la théorie C K se veut indépendante des objets à concevoir et des types de connaissances mobilisés pour les concevoir. Elle refuse toute hypothèse restrictive sur la structure des connaissances. Il n'y a pas de statut logique, ce « degré de liberté » laisse apparaître des structures de connaissances particulières.
3. Les opérateurs : Les interactions entre C et K. En conception, il faut ajouter les opérateurs qui relient le connu à l'inconnu, de repérer les trous et les indéterminables dans le savoir, créer du savoir nouveau pour faire exister des rêves.
4. La double expansion : Outre la recherche de solution optimale, la théorie C K permet de penser le renouvellement et régénération des données initiales des situations de conception. Une double expansion car la conception amène à la création de nouvelles connaissances et également de nouveaux concepts : l'émergence de nouvelles identités.
5. La structure de l'espace C : C'est la structure de l'inconnu : celui des chimères et des rêves. Cette structure est en arborescence et rend possible une rigueur dans l'exploration de l'inconnu.

Ces notions clés sont des concepts importants pour l'étude des raisonnements créatifs.

La théorie C K a des conséquences multiples en gestion de l'innovation : un nouveau langage pour décrire et analyser les activités de conception innovante, un cadre pour analyser « l'inconnu », un cadre conceptuel pour inventer de nouvelles formes d'action collective pour la conception innovante (méthodes et processus, nouvelles organisations de la conception innovante, gouvernance de l'entreprise innovante), un impact transdisciplinaire sur les métiers et les disciplines académiques.

Néanmoins la théorie C K a des limites. Comment raconter la conception d'une théorie, quand cette théorie est précisément une théorie de la conception ?

Il ne faut pas oublier que la théorie C K suppose que la conception n'est jamais terminée et le processus de double expansion peut se poursuivre. Elle ouvre autant de questions qu'elle n'en résout.

Cependant, pour aborder les logiques de processus génératifs, la théorie CK apparaît aujourd'hui comme un des principaux cadres formels. Elle contribue à fonder un nouveau paradigme conceptif (permettant d'inventer les formes d'actions collectives capables de renouveler les savoirs, les imaginaires et les raisons d'agir ensemble) qui a été utilisé pour de nombreuses applications ce qui témoigne de sa richesse.

#### e. Le monde de la construction au centre d'un changement de paradigme

Traditionnellement, le secteur de la construction est un univers où les corps d'état ont l'habitude de travailler de façon séquentielle, les uns à la suite des autres.

#### f. Le BIM : une méthode de travail reposant avant tout sur le travail collaboratif

Le BIM (Bâtiment Informations Modélisées) va bien au-delà de la simple représentation 3D d'un projet. De par l'utilisation de solutions informatique pour l'échange de données, le BIM implique la production de données structurées. Afin que toutes les parties prenantes travaillent ensemble de façon optimale, il convient de préciser dans la convention BIM, les points les plus essentiels liés à la collaboration et la modélisation du projet BIM : l'organisation du projet, ses objectifs, ses livrables, les tâches, rôles et responsabilités de chacun des intervenants du projet. Il est important de définir qui renseigne quoi et quand : c'est la richesse de l'information contenue dans le projet BIM qui en garantira sa plus-value. Puisque le BTP apprend à travailler en mode « projet collaboratif » et en « ingénierie simultanée », le BIM vient imposer une méthode de travail fondée sur la collaboration autour de la représentation 3D du projet et de sa base de données. Par conséquent, le BIM permet de construire en virtuel avant de construire en réelle.

Par ailleurs, le BIM apporte une meilleure compréhension des systèmes complexes et de la visualisation des résultats grâce à sa base tridimensionnelle. Cette base permet d'améliorer les échanges entre les participants au projet, jusqu'à être essentielle pour leur coordination, aussi bien intellectuelle que technique.

#### g. La nouvelle étape dans la digitalisation des services en ingénierie technique : le casque de réalité virtuelle immergée.

Cet outil révolutionnaire permet aux modeleurs d'atteindre une qualité de conception inégalée et donne une toute nouvelle dimension aux projets de construction. Véritable plus-value au processus BIM, ce nouvel outil permettra aux modeleurs de s'immerger dans leur volume de conception 3D. En traçant des éléments techniques depuis une vue 2D, le modeleur peut perdre cette vision de l'utilisateur final du bâtiment. Une fois connecté au logiciel de conception, le casque permet au concepteur de se déplacer dans la maquette numérique comme le ferait le personnel dans le bâtiment construit. Ainsi immergé, le concepteur voit à hauteur d'homme si les contraintes de montage et les distances de sécurité, d'accessibilité et de maintenance sont respectées par rapport à l'implantation des équipements techniques. Ces prérequis sont indispensables pour une bonne conception en vue de l'exploitation. Cet outil présente donc une solution innovante et viable pour ces vérifications alors que les rapports de contrôle automatique ne le permettent pas. Il en résulte une optimisation des implantations des équipements techniques pour faciliter les phases de travaux et d'exploitation.

De la même manière, ces rendus virtuels sont mis à disposition des architectes et des maîtres d'ouvrages. Les casques de la réalité virtuelle sont ainsi un support additionnel d'aide à la décision qui donnent à chacun une vision très concrète du projet final en amont de la construction.

## h. L'échec et la persévérance dans l'innovation

Selon Nicolas Glady, l'innovation a besoin d'essais et donc des erreurs que l'on peut appeler échecs mais n'auraient plus la réelle signification « d'échec ». La « culture de l'échec » est connue dans les parties de monde les plus innovantes mais cependant, reste que la peur de l'échec paralyse souvent.

Nous pourrions décider de caractériser l'échec autrement. Dorénavant, tous les secteurs d'activités voient des innovations naître chaque année. L'échec serait alors de ne pas vouloir ou ne pas les identifier. En prenant du recul, on se rend compte que des entreprises connaissent des échecs car elles n'ont pas pris le risque de l'échec, une trop grande peur d'innover. Le nombre d'échecs est un indicateur de dynamisme du processus d'innovation. La détermination et la rapidité est primordiale dans l'adaptation à l'innovation. Ces nouvelles tendances obligent la création de nouveaux indicateurs de l'échec en innovation. De ce fait, le nombre de projet, de concept, de tentative qui n'ont pas été confirmés devient un nouvel indicateur du dynamisme de l'innovation (et donc de la prise de risque).

Cependant, pour qualifier l'échec, il faudrait identifier les tendances probables et calculer les essais qui ont testé ces tendances. Un échec est désormais de ne pas avoir creusé une piste et pris des risques alors qu'elle avait été identifiée.

Enfin, « ce qui est risqué c'est surtout de ne pas essayer ». Le problème est peut-être dans l'évaluation de la performance de leur processus d'innovation. L'échec n'est plus l'exemple d'un dirigeant qui teste quelque chose qui ne marche pas, puisque l'essai est désormais normal et donc l'erreur également. L'échec est alors quand un dirigeant n'a pas voulu s'engager dans la prise de risque (une tendance identifiée) pour le développement de son activité par exemple.

---

## 3. Formulation de questions

---

→ Quelle est la place du leader dans le management de projet par les enjeux ? Si cette méthode permet de créer du sens, ne complexifie-t-elle pas les phases d'arbitrage ?

→ Un enjeu mal défini n'est-il pas la première cause d'échec d'un projet ? Si l'enjeu n'est pas compris comment les membres de l'équipe peuvent-ils s'en emparer ?

→ Quelle place l'expérimentation peut-elle occuper dans une démarche où l'innovation réside dans la recherche de performances ?

→ Est-il plus facile d'anticiper l'innovation dans des secteurs tels que l'architecture, où la pratique est étroitement liée à des connaissances scientifiques ?

→ Pensez-vous qu'il est plus difficile d'innover aujourd'hui qu'au temps de Brunelleschi ? La tolérance à l'ambiguïté est-elle plus facilement acceptée de nos jours ?

→ Selon vous, quel est le plus difficile à manager dans les défis de conception d'une innovation ? Et comment a-t-on évolué depuis Brunelleschi ?

AUTRES SUGGESTIONS :

→ « Une innovation imaginée par un homme est-elle plus aboutie-performante lorsqu'elle fait suite à un échec de sa part ? »

→ « Garder le secret dans la mise en œuvre d'une innovation ne risque-t'il pas d'empêcher sa mise en œuvre (non partagé par les équipes, absence de vision globale, démobilité des acteurs) ? »

---

## 4. Bibliographie

---

WEBOGRAPHIE :

<https://www.linkedin.com/in/frederic-touvard-75070a23/>

<https://www.promising.fr/promising/actualites/agenda/lundis-de-l-innovation-innovation-insolente-pour-architecte-indomptable--289796.kjsp>

<http://www centaury.fr>

<http://innovation.cnam.fr/equipes-professorales/frederic-touvard-899118.kjsp>

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00995551/document>

<https://invention-europe.com/2016/03/12/filippo-brunelleschi-genial-inventeur-de-la-perspective/>

<https://www.lri.fr/~bibli/Rapports-interne/2003/RR1358.pdf>

<https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/innovation-et-si-nous-definissions-l-echec-autrement-547612.html>

[https://issuu.com/europanfrance.org/docs/pp35\\_dossier\\_archi\\_bat](https://issuu.com/europanfrance.org/docs/pp35_dossier_archi_bat)

<https://www.xtreee.eu>

REVUES

Revue INSA alumni, "Dossier: Innovation dans la construction" N°130 - 3e trimestre 2017

OUVRAGES :

GAUNAND Antonin, Le Leadership agile : 7 leviers pour aider vos équipes à innover, Editions d'Organisation, édition 1, 3 janvier 2017. 221 pages.

## B. COMPTE-RENDU DE CONFERENCE ET REFLEXION

Mots-clés : Innovation à la **Renaissance** en Europe et en **Italie**.  
**Innovation**, **architecture** et urbanisme.  
L'innovateur, les défis de **CONCEPTION**, **l'échec**, la **persévérance**.  
**Innovation de rupture**.  
**Innovation disruptive**.

---

### 1. Approfondissement des thèmes en développant le point de vue argumenté du groupe

---

« Pour le sage, au contraire, il n'est rien d'invisible, sinon ce qui n'est pas, sinon la pure absence »,  
Filippo Brunelleschi.

Le dôme de la Cathédrale Santa Maria del Fiore à Florence, construit par Filippo Brunelleschi entre 1420 et 1436, est un des édifices les plus audacieux de tous les temps ; il a été bâti il y a 600 ans, non pas par un architecte, mais par un orfèvre (*Le Duomo de Florence - Mystère de la Renaissance (HD), civilisations, France 5, 4 févr. 2016*).

Le dôme est devenu non seulement l'**emblème de Florence** mais le **symbole** même de la **Renaissance**.

Achévé en 1436 après **16 ans** et 2 semaines **de travail**, l'ouvrage a nécessité **4 millions de briques** pour un poids de **37.000 tonnes**. Sa largeur de 42,2 mètres de diamètre est équivalente à celle de la coupole sphérique du Panthéon de Rome (43,4 mètres) dont son auteur s'est inspiré (*Les secrets du dôme de Florence, Karel Vereycken, 8 décembre 2007*).

D'une hauteur de 107 mètres, on pénètre dans le dôme par deux escaliers de 463 marches qui serpentent entre les deux calottes et conduisent à un lanternon en marbre haut de 15 mètres (*LE DÔME DE FLORENCE, 1420-1436, <http://passerelles.bnf.fr>*) surmonté par une boule de cuivre, comme **une cerise sur le gâteau**, que les architectes de la cathédrale s'attachent à remettre systématiquement en place après les attaques de la foudre.

Sa **réalisation** (1377-1446) était tenue pour **impossible** à son époque. Pourtant, elle est l'œuvre d'un homme, Filippo Brunelleschi, dont Vasari a livré le portrait physique suivant : « *La nature crée parfois des êtres de petite taille, de traits insignifiants, mais à l'âme grande et au cœur habité par une volonté de fer* » (*Comment tient le dôme de Florence ? Adrien Goetz, <http://sante.lefigaro.fr>, Publié le 06/08/2010 à 19:21*).

L'architecte, Léon Battista Alberti (1404-1472), dans le prologue de son traité sur la perspective *De Pictura* (1435) dit de Filippo Brunelleschi : « *Quel homme, si dur ou si jaloux, ne louerait l'architecte Filippo en voyant cette énorme construction se dressant jusqu'au ciel, assez vaste pour couvrir de son ombre toute la population de Toscane, et exécutée sans l'aide de pourtrages ni de renfort de supports de bois.* » (*TRAITÉ DE LA PEINTURE, Leon Battista Alberti, Août 1435*).

Filippo Brunelleschi, précurseur de la théorie de l'**innovation disruptive** (ou **de rupture**) ?

Enfin et 549 ans plus tard conceptualisée dans les pages de Harvard Business Review en 1995 (*Qu'est-ce que l'innovation disruptive et comment l'appliquer ? Harvard Business Review, Décembre 2016-janvier 2017*), l'innovation de rupture, ou rupture technologique est une innovation technologique qui porte sur un produit ou un service et qui finit par remplacer une technologie dominante sur un marché.

L'**innovation disruptive**, l'**innovation de rupture** telle que pratiquée par Filippo Brunelleschi est une forme de destruction créatrice, allant à l'encontre des pratiques architecturales existantes à l'époque, d'ailleurs incapables d'être mises en œuvre dans ce cas précis de la construction du dôme d'un diamètre de 42 mètres ; cette innovation disruptive ou de rupture conduit à l'élimination des acteurs historiques et à l'établissement d'un nouveau modèle.

**Ce qui est surprenant toutefois**, c'est que **Filippo Brunelleschi** a pratiqué cette **innovation disruptive à l'inverse des concepts préconisés par les chercheurs d'aujourd'hui** comme James R. Detert, Université Cornell et Ethan R. Burris, Université du Texas (*La culture de la disruption et autres caractéristiques des GAFA, 16 janvier 2017*). Ceux-ci affirment que pour accroître l'efficacité d'une organisation, il est nécessaire de réduire les signes de pouvoir et de renforcer les dynamiques de transparence, et de passer du team building à l'intelligence building. Ils expriment que pour innover, l'entreprise doit permettre la décentration, l'émergence d'idées nouvelles, de l'intelligence en favorisant l'émulation. La capacité de disruption repose aussi sur l'organisation horizontale, comme Mark Zuckerberg, le PDG de Facebook, dont le bureau se trouve au milieu de ses développeurs. Cette théorie du collectif est confirmée par l'une des convictions établies du milliardaire américain Jim Simons exprimée dans un discours à l'université du MIT en 2011 (*Renaissance veut breveter le trading haute fréquence, lesechos.fr, Nessim AIT-KACIMI, 08/07/16 À 17H11*) : que « *le meilleur moyen de faire de la recherche à grande échelle est de faire en sorte que chacun sache ce que fait l'autre* ». Il ne faut surtout pas « *compartimenter* ». « *Nous n'avons pas de petits groupes. Nous nous réunissons chaque semaine pour discuter de nouvelles idées. Nos collaborateurs sont rémunérés pour leurs apports à l'ensemble de notre société pas uniquement pour leur travail dans leur périmètre* ».

Ces préconisations contemporaines ne sont pas du tout celles employées par Filippo Brunelleschi...

Filippo Brunelleschi a relevé un véritable défi de la **CONCEPTION**. **Il a en effet clivé la conception et l'exécution** ; par ailleurs, il a conçu le projet **seul**, et l'a fait réaliser aux maçons de manière morcelée et parcellaire, en ne dévoilant que la part nécessaire à leur réalisation propre, **sans expliquer la solution globale, ni dévoiler les secrets de la construction**.

Pour tenter d'expliquer cela, revenons tout d'abord à son histoire...

**Italie**, Florence, juste avant la renaissance, au début du 14<sup>ème</sup> siècle, est en pleine compétition avec Sienne et Pise ; **les florentins sont créatifs**, et veulent faire ce que personne n'a jamais fait. Ils n'aiment pas les cathédrales gothiques, surchargées en arcs boutants, et aux multiples clochers pointus, et choisissent l'art romantique.

Le contexte de l'époque est donc la **renaissance**, la **redécouverte de la culture antique**.

Les florentins veulent s'inspirer du Panthéon à Rome, dont la coupole est de 43 mètres de diamètre en béton, construite sous l'empereur Hadrien, entre 118 et 125. Mais la technique de

construction s'est perdue. Par ailleurs, le système de construction classique en clé de voûte, étayé par une armature en bois, coûteuse et compliquée à réaliser sur ce très grand diamètre, a 50% de chance de s'effondrer.

La construction de la Cathédrale Santa Maria del Fiore à Florence est pourtant **démarrée**, ceci **sans avoir ni la certitude, ni la technologie pour la terminer**. La Cathédrale Santa Maria del Fiore à Florence est en construction depuis 80 ans avant la naissance de son sauveur, et elle est terminée 126 ans après le début de sa construction (1294-1420). Même si elle est la plus grande du monde, elle est la risée générale : elle **ne comporte pas de coupole parce que personne ne sait la construire...** Il reste, dans la cathédrale, une grande cavité de 45 mètres de diamètre, entourée d'un tambour d'une hauteur d'environ 53 mètres.

C'est une des caractéristiques des projets ambitieux menés à l'époque durant la renaissance, que l'on peut expliquer par **l'esprit de compétition** de Florence vis-à-vis de ses rivales, allié au caractère des habitants de Florence qui sont **courageux et déterminés**, aimant **briser les obstacles** et ne **lâchant jamais prise**. « *Ce que vous trouverez à Florence, c'est de l'esprit, de la fierté, de la raison mais aussi quelque chose de finement provoquant* » (*Rome, Naples et Florence, M. De Stendhal, Société de Géographie de Lyon, 1826*).

Les florentins ont confiance en leurs capacités ; ils ont peu anticipé et lancent le 19 août 1418, un concours public pour le projet du dôme. Et un florentin de naissance relèvera le défi...

Filippo Brunelleschi est un orfèvre, son père est notaire ; il n'a aucune expérience de l'architecture. Il est apprentis dès l'âge de 14 jusqu'à 17 ans. C'est un homme manuel, **de précision, ambitieux, secret et méfiant**, ce qui constitue des **conditions pour potentialiser l'innovation**.

Tout d'abord, Filippo Brunelleschi perd en 1401, à 23 ans, la compétition qui l'oppose à Lorenzo Ghiberti sur les portes en bronze du Baptistère Dante Médicis, et ceci parce qu'il représente le sacrifice d'Abraham avec un humanisme trop en avance sur son temps. Il est **profondément blessé** par sa défaite, très frustré d'être numéro 2 ; il quitte Florence et part à Rome durant 14 ans, où il étudie **l'architecture**, les monuments antiques, et les mathématiques avec son ami Donatello. On dit d'ailleurs en secret qu'il se prépara à la construction du Duomo... **C'est un des facteurs clés de la compréhension de son innovation : cet échec a engendré une frustration qui lui permet d'aller chercher des connaissances ailleurs et de se surpasser**.

En outre, Filippo Brunelleschi, persuadé que son œuvre devait emporter la compétition, a dû ressentir une **injustice** et une **absurdité** entraînant un **sentiment de révolte**<sup>1</sup>, que l'on pourrait associer au Mythe de Sisyphe exprimée par Albert Camus dans (*L'homme révolté, essai, Albert Camus, 1951*) : **à l'absurde**, l'homme doit **opposer la révolte** pour **créer du sens** et **poser son existence d'homme**, refuser sa condition.

En outre, comme exprimé dans (*La GRANDE ENCYCLOPÉDIE de L'ÉCHEC TOTAL, Yves Hirschfeld, Costric 1er, 2014*), Filippo Brunelleschi se retrouve face à un double enjeu à relever : un **enjeu narcissique** et un **enjeu identificateur**. Filippo Brunelleschi se doit de reconstruire son **estime de soi**, indispensable à la cohésion de **son moi** ; il se doit de retrouver la **cohésion** entre **ses aspirations** et **ses succès**, il doit également pouvoir **s'identifier** à une **réalisation** qui **surpassera** tout ce qui avait pu être réalisé à l'époque.

Porté par son **ambition**, moteur d'action pour avancer en se dépassant, il a réussi à se **projeter à long terme**, de **manière intégrée, responsable, dynamique** et volontariste, dans un

---

<sup>1</sup> La **révolte** est toujours motivée par le sentiment d'une injustice.

**esprit de conquête** permettant de **surpasser les obstacles** (*L'ambition n'est pas une volonté de puissance, mais de réalisation de soi, Philippe Laurent, leexpress.fr, Publié le 20/11/2013 à 13:03*).

A ce stade de notre propos, il est temps à de nous poser la question : **l'orgueil** et de la **vanité** constituent-ils des **moteurs de la réussite** de Filippo Brunelleschi ?

Selon le wiktionnaire « *il y a une **différence** entre l'orgueil et la vanité. L'**orgueil** est le désir d'être au-dessus des autres, c'est l'**amour solitaire de soi-même**. La **vanité** au contraire, c'est le **désir d'être approuvé par les autres**. Au fond de la vanité, il y a de l'humilité ; une incertitude sur soi que les éloges guérissent* ». La **fierté**, quant à elle, est différente de de l'orgueil car elle n'a pas besoin de se mesurer à l'autre ni de le rabaisser ; la fierté intervient donc peu dans la compétition.

D'une part, en nous appuyant sur le point de vue exprimé dans (*Les entrepreneurs sont-ils tous orgueilleux ?*, Xavier Deloffre, 27 juillet 2015), les ambitions, motivations et risques courus dans l'entrepreneuriat sont portés par excellente connaissance de soi même et des forces en présence et **une grande idée de soi** ; il s'agit là d'orgueil.

D'autre part, l'ouvrage (*RÉINVENTER L'ENTREPRENEURIAT*, Michel Adams, Novembre 2009) nous éclaire sur la façon de voir l'entrepreneuriat en rapport avec les autres : « on peut entreprendre **pour eux** » ; ne voyons-nous pas là de la vanité ?

Et bien, nous pouvons déduire que **Filippo Brunelleschi disposait des deux facettes** dans sa personnalité : **orgueil** et **vanité**... Par contre, animé par un esprit de compétition et de souhait de rabaisser son rival (ce qu'il arriva à faire avec la construction de l'élévateur, voir ci-dessous), il était, peu animé par un sentiment de fierté.

En regardant les profils exprimés dans (*Créateurs d'entreprise: les profils de la réussite*, Christine Benoît, 4 juin 2009) : « baroudeur, croisé, missionnaire, conquérant, explorateur, chevalier, capitaine », nous constatons également que Filippo Brunelleschi a été un peu, ou beaucoup, de tous ces profils à la fois à un des moments de sa vie...

Ensuite, nous estimons que Filippo Brunelleschi est un **homme de génie**. Ce génie réside, de notre point de vue, dans la capacité qu'il a eu à développer un **esprit global**, alliant la **vision conceptuelle long terme** (le but final à atteindre) avec la **vision détaillée de la réalisation**, phase par phase, mais aussi en déclinant les diverses techniques innovantes de construction.

Son **esprit conceptuel** est représenté selon le principe de la « perspective avant » ou Disegno <sup>2</sup> interno (dessin conception – la pensée, la connaissance).

Son **esprit pratique** est démontré au travers de sa capacité à réaliser ou Disegno externo (dessin réalisation – le faire, l'action).

Alors qu'il n'était pas architecte de métier, Filippo Brunelleschi a su identifier et combiner **4 techniques d'architecture innovantes pour l'époque pour réussir son ouvrage** :

1. La **forme en ogive** afin de déjouer les lois de l'apesanteur.
2. L'**agencement des briques** selon la technique de l'arête de poisson pour éviter les lignes de faille et de glissement ; Filippo Brunelleschi s'est inspiré du principe **antique** en chevrons du « **Spina Pesce** » qui consiste en un assemblage des briques entre elles montant en spirale, et orientées comme des tuiles vers le centre du dôme. Outre que l'innovation est parfois issue du biomimétisme comme décrit en phase 1, **l'innovation** peut s'inspirer aussi **de techniques anciennes oubliées**...

---

<sup>2</sup> Disegno est un des concepts majeurs de la théorie de l'art de la Renaissance ; il signifie à la fois dessin et projet, tracé du contour et intention, l' idée au sens spéculatif et l'idée au sens d' invention. Il désigne donc une activité éminemment intellectuelle.

3. La **structure autoportante** (sans aucun cadre pour soutenir la coupole), solidifiée par un **lanternon en marbre** à son sommet, constituée d'une **double coupole** afin d'alléger l'ensemble et permettre la construction : une coupole intérieure (afin que les artistes peintres puissent exprimer leur art) et une coupole extérieure (pour protéger des intempéries et proposer un visuel hors du commun) ; entre les coupoles, les escaliers, les échafaudages, l'écoulement des eaux, des couloirs pour la résistance au vent.  
Deux calottes, qui se rejoignent à la base d'un lanternon qui, selon le **principe des clés de voûte gothiques**, doit peser le plus lourd possible pour assurer la solidité. L'**innovation** peut également combiner des **techniques ailleurs réalisées...**
4. L'**incurvation des briques** selon la technique de l'arche inversée, l'une des plus stables en **architecture**, en utilisant des cordeaux selon le dessin d'une rosace positionnée à plat d'où étaient tirés les cordeaux afin de sceller les briques. En positionnant 8 équipes sur les 8 parties du dôme, Filippo Brunelleschi a pu vérifier au fur et à mesure de la construction, que les équipes étaient alignées avec les cordeaux et que l'édifice était érigé droit.

Filippo Brunelleschi, est retenu débute les travaux en 1420. Afin de convaincre les juges, à qui il a refusé, à la fois de divulguer ses concepts et de montrer les plans durant la phase de compétition, il fait preuve d'un **charisme** hors norme et d'une **confiance en lui**, sans doute **communicative** et entraînant. Il a **projeté un imaginaire passionnel**, du registre du décalage.

Il implique le jury dans un travail de conception, mais aussi d'**appropriation** de son concept. Dans l'anecdote célèbre de la « dispute de l'œuf » (la disputa dell'uovo) relatée par Vasari, les rivaux expriment le désir de voir le modèle de coupole de Brunelleschi, qui refuse de le montrer mais propose que le choix se porte sur celui, Italien ou étranger, qui sera capable de faire tenir un **œuf debout sur une plaque de marbre**. Chacun essaie sans réussir ; alors Brunelleschi leur montre la solution en **l'écrasant légèrement à la base**, ce qui le fait maintenir **droit en équilibre**. Ainsi, il est arrivé à fédérer le jury, puis son équipe, sans dérouler le projet, à convaincre par la démonstration de l'œuf simple, de prime abord insignifiante, mais qui représente **le symbole du projet**.

De plus, il présente un avantage concurrentiel qu'il présente au jury comme un point fort : de par son exil choisi à Rome, il a démontré de la **curiosité**, il a su **s'ouvrir** à d'autres concepts et techniques, et **il a intégré des connaissances ailleurs que les autres n'ont pas**.

Filippo Brunelleschi estimant, à juste titre, qu'il dispose **seul de la connaissance et de la compétence**, veut pouvoir **être seul maître à bord** pour réaliser le chantier, et assurer la réussite de la construction. Ceci allié, nous le pensons, à un esprit de vengeance, et de souhait de **récolter seul les fruits de la réussite (notion d'orgueil exprimée plus haut)**, il élabore un stratagème pour écarter son ancien rival, Lorenzo Ghiberti, que les juges avaient positionné, comme son égal sur le chantier : il demande à ce que les tâches soient séparées en deux parties : le levage, et les outils de cintrage.

Filippo Brunelleschi démontre, une fois de plus, ses capacités inventives et d'**innovation** et en construisant un élévateur de charge, engrenage réversible pour monter et descendre les charges en haut du chantier, actionné par deux bœufs à la place d'humains, qui permet un gain de temps considérable sur le chantier. Ensuite Brunelleschi s'absente plusieurs mois du chantier et Ghiberti échoue à réaliser les outils du cintrage qu'il mène à seulement 1/8 par rapport à la cible à atteindre ; il est écarté de la construction.

Outre que Filippo Brunelleschi est **un fin stratège** pour réussir à éliminer son rival (par la technique que nous appelons « technique de la preuve, ou de la démonstration »), il démontre son génie et ses capacités en élaborant un **instrument** (ou processus de l'innovation), en tant que **support**

à l'**objet final**, qui permettent **de gagner du temps** dans son élaboration, et qui **participent à que le résultat soit une innovation**.

Enfin, dans le but de ferrer la confiance des autorités et former les maçons, Filippo Brunelleschi réalise un **prototype**. En régénérant cette dimension d'apprentissage et d'expérimentation, n'était-il pas précurseur du **fab lab**, de l'**open lab** ?

**Le prototype a une vertu fondamentale dans l'innovation.** Parmi les bénéfices du prototypage, le plus spectaculaire concerne l'accélération de la maturation des idées (*L'expérience est reine, le prototype est roi, Olivier Roberget, 16/04/2014*). Dans notre cas, le **prototype** a permis la **mise en pratique des techniques conceptuelles**, en particulier de la part des maçons, afin qu'ils puissent appréhender la faisabilité de la solution et ses intérêts (*A quoi tient le succès des innovations, Madeleine Akrich, Michel Callon, Bruno Latour, HAL, 19 Jun 2009*). Filippo Brunelleschi a régénéré cette dimension d'apprentissage et d'expérimentation. L'apprentissage est considéré dans les conceptions modernes d'ingénierie des connaissances, comme l'une des composantes clés de la performance collective des organisations, dans des communautés de pratique (*Apprentissage, Wikipédia, 2016*). Egalement, en positionnant, dans les 8 parties du dôme, les maîtres maçons et en formant une communauté de pratique entre eux, il a permis l'**émulation**, le **partage de connaissances** et a favorisé l'**esprit d'équipe**, facteurs **d'efficacité**, de **motivation au travail**, et de **réussite**.

Nous pensons également que la personnalité de Filippo Brunelleschi, sa maturité, ses aptitudes au commandement, son caractère et ses qualités humaines, ont participé à la réussite du projet. Nous inspirant de (*L'influence de la personnalité sur les styles de management, N. Corbillon, ESC Bordeaux, 04/03/2014*), nous avons identifié quelques **traits de caractère** dont devait faire preuve Filippo Brunelleschi : la vision unifiante de son existence, la richesse de sa personnalité, une certaine liberté vis à vis des normes, le sens des priorités, la solidité, le goût du risque, la flexibilité, et pour finir des qualités de commandement comme l'assurance personnelle, la capacité à fédérer et à convaincre, l'esprit de décision et l'imagination.

---

## 2. Que faut-il retenir de cette expérience ?

---

Les **13 concepts clés** à retenir dans l'expérience **d'innovation disruptive** de la conception et la réalisation, par Filippo Brunelleschi, du dôme de la cathédrale Santa Maria del Fiore à Florence, sont les suivants :

1. La **compétition** : qui révèle l'orgueil et engendre l'énergie indispensable pour innover.
2. L'**ambition**, moteur d'action pour avancer en se dépassant.
3. L'**injustice** et l'**absurdité** générant un **sentiment de révolte** pour créer du sens, refuser sa condition et poser son existence d'homme.
4. La **frustration** qui génère la nécessité de bouger ses lignes, d'aller voir ailleurs... Qui alimente l'ambition de s'enrichir et de se construire, de trouver des concepts étonnants, et disruptifs ceci dans le but ultime de se prouver et démontrer aux autres ses capacités, donc également la **vanité**.
5. L'**échec** lui ayant permis de relever le double enjeu : l'**enjeu narcissique** et l'**enjeu identificateur**, de disposer de l'énergie pour retrouver la cohésion entre ses aspirations

et ses succès, et lui permettre la reconstruction de son égo et le dépassement de soi, en s'identifiant à une **réalisation** qui **surpassera** tout ce qui avait pu être réalisé à l'époque.

6. Etre un **outsider du métier**, ou s'autoriser à l'être, c'est-à-dire, savoir mettre ses acquis de côté. Cela permet d'approcher le projet via un axe de pensée de prime abord un peu naïf, d'impulser une certaine passion, et de rester persuadé « *qu'il n'y a pas de raison que cela ne marche pas* » sans opposer des raisons techniques. Disposer (ou se forcer à disposer) d'un **œil neuf** et **extérieur** permet de s'autoriser des idées que les spécialistes formés aux techniques connues et habituelles qui ont fait leurs preuves, dont l'esprit a été pré-formaté par les études, n'osent pas, ou même, ne peuvent même pas imaginer,
7. **L'exploration de nouvelles connaissances** en s'inspirant de réalisations extérieures à son environnement direct, assemblées en parties, comme un puzzle, de connaissances disparates déjà pratiquées sur d'autres projets, y compris sur des **techniques anciennes oubliées**.
8. Brunelleschi est le premier architecte à avoir compris qu'un chantier doit s'accompagner de ce qu'on appelle aujourd'hui une « **campagne de communication** ». Il disposait de qualités de **leadership**, et a su susciter l'engouement sans plan, sans détail, en **donnant confiance**. Il s'est basé uniquement sur sa propre **capacité de conviction**, sans tomber dans la justification défensive, sans démontrer son projet étape par étape, parfois soporifiques pour les jurys, ou engendrant des débats stériles entre spécialistes générateurs de peurs et de doutes. **Projeter son projet en vision globale** et mettre les instances décideuses à contribution comme parties prenantes.
9. **La rationalisation** mais pas la standardisation ; la rationalisation est intéressante, a contrario, la standardisation évite de se poser des questions et tue l'innovation.
10. La capacité de disposer d'une **vision à la fois globale**, mais **aussi détaillée**, et se **projeter à long terme**.
11. Les **instruments** (ou machines) **supports de l'objet d'innovation** qui participent à ce qu'elle soit plus rapidement terminée (gain de temps = avantage concurrentiel).
12. Le **prototypage**, pour rendre l'objet final palpable, pour sensibiliser, convaincre les détracteurs, et former et fédérer les équipes.
13. La capacité à **équilibrer et faire interagir les compromis** dans le projet sans que l'un des métiers prenne le lead sur l'autre : le marketing, l'esthétisme, l'ingénierie, le leadership.

Sans conteste, Filippo Brunelleschi fut le premier artiste « moderne », rompant avec la tradition, qui sut **puiser** son **inspiration** et ses **capacités créatrices** aux **sources gréco-romaines**. En **fondant une technique nouvelle** sur l'**étude de l'art antique**, Filippo Brunelleschi a montré que la **culture humaniste**, loin d'être seulement littéraire, possédait un **contenu scientifique et technologique**.

Filippo Brunelleschi a démontré également que l'**innovation** n'est **pas uniquement** quelque chose d'**entièrement nouveau**.

L'**innovation** démontré par Filippo Brunelleschi, c'est le **génie de la conception** -- basé sur la combinaison de capacités inventives et créatrices, de techniques oubliées et de secrets percés--, **allié à des capacités très structurées de réalisation** -- pour les mettre en œuvre selon un plan pensé à l'avance ou l'improvisation a peu sa place--, le tout **mené par un personnage ambitieux, secret**, et

extrêmement **déterminé** -- pour se prouver à lui-même (et aux autres) qu'il peut aller encore plus loin que ce qu'il croit possible -- disposant de **leadership** -- pour convaincre les juges et mener les équipes vers l'objectif sans faillir--, personnage pour lequel une **réussite** dépassant largement la blessure de son **échec** est vital pour la **reconstruction de son égo et le surpassement de lui-même**.

Nous pouvons apparenter l'**ambition** de ce projet, la **détermination** et de Florence à le mener à bien, ainsi que **les prouesses architecturales de son concepteur**, au projet de la **fondation Louis Vuitton** qui se joue de la pesanteur et repousse les frontières de l'architecture traditionnelle. Comme Filippo Brunelleschi, son architecte, Franck Gehry, est animé par une **quête permanente d'innovation et de sens**, et ses maçons ont relevé de nombreux défis jusque-là inédits, de la conception du projet jusqu'aux finitions de l'ouvrage (*Frank Gehry, l'architecte, fondationlouisvuitton.fr*).

Et, aussi, si le dôme de Florence est toujours debout depuis 600 ans, c'est parce qu'il symbolise l'**esprit florentin : force et ruse, solidité et subtilité...**

---

### 3. Bibliographie phase 2

---

*A quoi tient le succès des innovations, Madeleine Akrich, Michel Callon, Bruno Latour, HAL.* (19 Jun 2009).

Récupéré sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081741/document>

*Apprentissage, Wikipédia.* (2016). Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage>

*Comment tient le dôme de Florence ? Adrien Goetz, http://sante.lefigaro.fr.* (Publié le 06/08/2010 à 19:21).

Récupéré sur <http://sante.lefigaro.fr/actualite/2010/08/06/10352-comment-tient-dome-florence>

*Créateurs d'entreprise: les profils de la réussite, Christine Benoît.* (4 juin 2009). Récupéré sur

<https://jawidvithertent.firebaseio.com/2847691073.pdf>

*Frank Gehry, l'architecte, fondationlouisvuitton.fr.* (s.d.). Récupéré sur

<http://www.fondationlouisvuitton.fr/la-fondation/frank-gehry.html>

*L'homme révolté, essai, Albert Camus.* (1951). Récupéré sur <https://la-philosophie.com/lhomme-revolte-de-camus>

*La culture de la disruption et autres caractéristiques des GAFAs.* (16 janvier 2017). Récupéré sur

<https://fr.linkedin.com/pulse/la-culture-de-disruption-et-autres-caract%C3%A9ristiques-des-babinet>

*La GRANDE ENCYCLOPÉDIE de L'ÉCHEC TOTAL, Yves Hirschfeld, Costric 1er.* (2014). Récupéré sur

<https://books.google.fr/books?id=HEqjBgAAQBAJ&pg=PA39&dq=%C3%A9chec+se+surpasser&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwipoYzw-NLYAhUKSJoKHWn0BdkQ6AEIKDAA#v=onepage&q=%C3%A9chec%20se%20surpasser&f=false>

*L'ambition n'est pas une volonté de puissance, mais de réalisation de soi*, Philippe Laurent, *lexpress.fr*. (Publié le 20/11/2013 à 13:03). Récupéré sur [https://www.lexpress.fr/emploi/gestion-carriere/l-ambition-n-est-pas-une-volonte-de-puissance-mais-de-realisation-de-soi\\_1301058.html](https://www.lexpress.fr/emploi/gestion-carriere/l-ambition-n-est-pas-une-volonte-de-puissance-mais-de-realisation-de-soi_1301058.html)

*LE DÔME DE FLORENCE, 1420-1436*, <http://passerelles.bnf.fr>. (s.d.). Récupéré sur [http://passerelles.bnf.fr/batiments/florence\\_dome\\_planche.php](http://passerelles.bnf.fr/batiments/florence_dome_planche.php)

*Le Duomo de Florence - Mystère de la Renaissance (HD)*, *civilisations*, France 5. (4 févr. 2016). Récupéré sur <https://www.youtube.com/watch?v=t1Pp8Yu3yro>

*Les entrepreneurs sont-ils tous orgueilleux ?*, Xavier Deloffre. (27 juillet 2015). Récupéré sur <https://www.xavierdeloffre.com/point-de-vue/entrepreneur-et-orgueil>

*Les secrets du dôme de Florence*, Karel Vereycken. (8 décembre 2007). Récupéré sur <http://www.solidariteetprogres.org/documents-de-fond-7/culture/les-secrets-du-dome-de-florence.html>

*L'expérience est reine, le prototype est roi*, Olivier Roberget. (16/04/2014). Récupéré sur <http://www.collaboratif-info.fr/edito/l'experience-est-reine-le-prototype-est-roi>

*L'influence de la personnalité sur les styles de management*, N. Corbillon, ESC Bordeaux. (04/03/2014). Récupéré sur <https://docs.school/business-comptabilite-gestion-management/management-et-organisation/cours-de-professeur/influence-personnalite-styles-management-310554.html>

*Qu'est-ce que l'innovation disruptive et comment l'appliquer ?* Harvard Business Review. (Décembre 2016- janvier 2017). Récupéré sur <https://www.hbrfrance.fr/magazine/2016/11/12714-quest-ce-que-linnovation-disruptive/>

*RÉINVENTER L'ENTREPRENEURIAT*, Michel Adams. (Novembre 2009). Récupéré sur <http://www.editions-harmattan.fr/index.asp?navig=catalogue&obj=livre&no=29810&razSqlClone=1>

*Renaissance veut breveter le trading haute fréquence*, *lesechos.fr*, Nessim AIT-KACIMI. (08/07/16 À 17H11). Récupéré sur [https://www.lesechos.fr/08/07/2016/lesechos.fr/0211112029776\\_renaissance-veut-breveter-le-trading-haute-frequence.htm](https://www.lesechos.fr/08/07/2016/lesechos.fr/0211112029776_renaissance-veut-breveter-le-trading-haute-frequence.htm)

*Rome, Naples et Florence*, M. De Stendhal, *Société de Géographie de Lyon*. (1826). Paris: Delaunay, Libraire, Palais Royal. Récupéré sur [https://books.google.fr/books?id=eJSHKiGqsVIC&pg=PA113&lpg=PA113&dq=caract%C3%A8re+des+habitants+de+Florence&source=bl&ots=9KC17xR3x\\_&sig=BqLUsvRVWX6tfK6-aCOJLNuvTjWI&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwj29YSZ9dLYAhWR\\_aQKHWDLA9sQ6AEIRzAF#v=onepage&q=caract%C3%A8re%20des](https://books.google.fr/books?id=eJSHKiGqsVIC&pg=PA113&lpg=PA113&dq=caract%C3%A8re+des+habitants+de+Florence&source=bl&ots=9KC17xR3x_&sig=BqLUsvRVWX6tfK6-aCOJLNuvTjWI&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwj29YSZ9dLYAhWR_aQKHWDLA9sQ6AEIRzAF#v=onepage&q=caract%C3%A8re%20des)

*TRAITÉ DE LA PEINTURE*, Leon Battista Alberti. (Août 1435). Récupéré sur <https://www.universalis.fr/encyclopedie/traité-de-la-peinture-leon-battista-alberti/>

## C. Promising...

Les Lundis de l'Innovation sont organisés par Promising, Université Grenoble Alpes en partenariat avec Grenoble IAE, la Chaire Capital Humain et Innovation et la Structure Fédérative de Recherche Innovacs.

Promising bénéficie d'une aide de l'Etat au titre du programme d'Investissements d'Avenir IDEFI Promising (ANR-11-IDFI-0031).