



**HAL**  
open science

## Synthèse conclusive et prospective

Michel J.F. Dubois

► **To cite this version:**

Michel J.F. Dubois. Synthèse conclusive et prospective. Université de technologie de Belfort-Montbéliard. CRÉATION, CRÉATIVITÉ ET INNOVATION DANS LA FORMATION ET L'ACTIVITÉ D'INGÉNIEUR, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2017, 979-10-9190101-24-6. hal-04515906

**HAL Id: hal-04515906**

**<https://hal.science/hal-04515906>**

Submitted on 21 Mar 2024

**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.

# CRÉATION, CRÉATIVITÉ ET INNOVATION DANS LA FORMATION ET L'ACTIVITÉ D'INGÉNIEUR

SOUS LA COORDINATION DE MICHEL DUBOIS, MARIE-LAURE VITALI ET MICHEL SONNTAG

2017

## SYNTHÈSE CONCLUSIVE ET PROSPECTIVE

*Michel Dubois, UniLaSalle Beauvais*

Pourquoi créativité, invention et innovation ont-elles acquis le statut d'ardente obligation ? Elles étaient peu considérées dans la formation d'ingénieurs, il y a seulement vingt-cinq ans. Les ingénieurs écrivains, peintres, architectes, compositeurs étaient rares et, généralement, considérés comme des curiosités. Aujourd'hui, l'appel insistant est que l'ingénieur doit conserver ses capacités de rigueur et de méthode, mais aussi être capable de mener des recherches, d'inventer de nouveaux procédés, de nouveaux outils, de nouveaux produits finis, et d'innover, c'est-à-dire d'être capable d'accompagner les inventions jusqu'à leur intégration dans la société.

ParisTech Review, en octobre 2013, présente le besoin d'un nouveau type d'ingénieurs. Après avoir reconnu que « *la figure de l'ingénieur n'a pas la netteté de celle du "vrai" savant, pionnier de la découverte scientifique, ni l'éclat de ces nouveaux héros de l'aventure économique que sont les créateurs de start-up ou les entrepreneurs à succès* », les auteurs tentent de décrire l'ingénieur attendu dans des réalisations complexes. Comme, par exemple, l'élaboration, puis le développement d'un alliage composite pour un avion ou un moteur qui peut prendre vingt ans. « *À ce niveau de complexité industrielle, les ingénieurs ne peuvent pas être seulement des techniciens supérieurs ou des exécutants. Ils doivent être de véritables architectes, des "hommes-frontières" capables de faire la jonction entre technologies et cultures différentes. Leur culture scientifique et technologique doit s'accompagner d'une aptitude au management et à la négociation.* »

En conclusion de l'article, l'ingénieur du XXI<sup>e</sup> siècle, tout en maîtrisant l'informatique et les mathématiques, ne se contentera pas d'être un modélisateur et un optimisateur. Il saura prendre en compte les enjeux systémiques tels que la durabilité dans son rôle de concepteur et de pilote d'innovation. Il deviendra un producteur de concepts novateurs en intégrant le raisonnement artistique, estimé plus vaste que le raisonnement classique. Il aura donc développé une sensibilité esthétique et saura se transformer en « architecte », « maîtrisant » l'anthropologie et la sociologie. Et, dans le cadre du développement durable, il aura su développer une éthique nouvelle... C'est une sorte de nouveau modèle d'humanisme qui émerge.

Michel Sonntag a bien montré en introduction l'émergence d'une transformation de la description des compétences nécessaires aux ingénieurs post-modernes ou encore hyper-modernes, ceux et celles qui sont attendu.e.s pour réaliser une transformation sociétale estimée urgente. Notre hypothèse, ici, est que cette nécessité d'innovation n'est pas une sorte d'injonction venue d'une volonté de puissance, voire de domination, ni bien sûr une mode, mais plus précisément, c'est une raison vitale.

La réflexion qui s'appuie sur le temps long, voire très long, même à l'échelle des civilisations, amène à un premier constat que l'humain depuis très longtemps se construit par l'usage de techniques et qu'il n'existe aucune société sans un système technique assez élaboré, et ce indépendamment de système collectif organisé, d'instruction et de formation professionnelle. Les ethnologues, puis les philosophes, le savent bien. On peut ici se référer à minima à Henri Bergson, Marcel Mauss, André Leroi-Gourhan, Maurice Pradines, Gilbert Simondon, François Sigaut, Jacques Derrida, Martin Heidegger et Peter Sloterdijk. L'homme est *Homo Faber*, et cette capacité de fabrication technique incessante est bien antérieure, dans la lignée des hominidés, à l'émergence de l'espèce moderne, *Homo Sapiens*.

L'adaptation humaine est toujours un construit, une fabrication. Face à une nouvelle situation, sa réponse adaptative est toujours l'innovation. Chaque civilisation, depuis le paléolithique supérieur, peut toujours être décrite par son système technique original qui comprend les méthodes d'accès à la nourriture, l'énergie et les autres matières premières, même si ce système technique ne dit pas tout de la civilisation en question. Selon Arnold Toynbee (1994), une civilisation est la conséquence d'un défi surmonté, et il cite précisément les Sumériens et Venise. Dans les deux cas, les défis techniques étaient en effet considérables. Dans les deux cas, on peut considérer que les experts techniques, contribuant à relever les défis de vivre dans

un désert plus ou moins marécageux, entre deux fleuves, ou dans les îles d'une lagune, étaient les ingénieurs de cette époque.

Notre époque a de nombreux points similaires avec ces deux situations, mais à une nouvelle échelle sans commune mesure avec celle qu'ont rencontrée les deux peuples cités. Aujourd'hui, nous entrons dans l'époque de la rencontre des limites physiques planétaires (atmosphère et climat, eaux, surfaces terrestres et surtout agricoles, biodiversité, ressources en énergie, ressources en matières premières), en conséquence d'une croissance accélérée des populations et des activités techno-économiques, et la première attitude, profondément humaine, est de mettre notre capacité technique en correspondance avec la rareté à venir de toutes ces ressources, tant pour les protéger que pour les utiliser de manière optimale.

Cette situation, nouvelle dans le sens où elle concerne l'Humanité globale, même si les situations sont très différenciées et inégales selon les lieux, se trouve synchrone du processus de mondialisation ou globalisation qui met en interaction et en relation tous les pays, ce qui entraîne une combinaison de compétition et de coopération ainsi qu'une succession de transformations techniques, industrielles et organisationnelles. Même si on peut douter que cette mise en place d'une interconnexion planétaire n'est pas, *ex ante*, une réponse adaptative à la problématique générale des limites physiques, il s'avère que ce qu'elle provoque est cohérent avec un besoin d'adaptation par l'innovation. La synchronicité de trois événements – le heurt contre les limites physiques, la mondialisation, l'exigence de créativité et d'innovation – est porteuse de la construction d'un sens pour l'Humanité comme collectif de collectifs.

Certains environnements sont plus propices à la créativité que d'autres tant en formation, ou en recherche, qu'en milieu industriel ; certaines rencontres sont plus stimulantes pour l'invention que d'autres. L'histoire nous enseigne que les périodes d'innovation intense sont le plus souvent localisables dans le temps et dans l'espace. Les écoles ouvertes sur la créativité et les réseaux d'entreprises innovantes, par les interactions entre personnes et entre disciplines qu'elles provoquent, peuvent devenir l'amorçage d'un tel espace. L'implication dans la créativité de la formation et des activités de l'ingénieur, les témoignages sur ce qui se réalise, ainsi que la mise en place de formations par projet, élargissent la gamme des possibles et confortent ceux qui osent.

On ne connaît pas de chemin balisé pour la créativité, même si les créatifs sont ceux qui se mettent en chemin. Et c'est dans ce contexte que les nombreux textes de cet ouvrage revisitent, plus ou moins explicitement, le lien entre arts et industries, sachant que la créativité

suppose une capacité imaginative et dévoile des processus qui engagent un sujet individuel ou collectif dans un travail de transformation du monde et de soi : l'un ne se fait pas sans l'autre et ce qui conduit à l'expression « s'engager dans la création ». « *Le sujet créateur embarque avec lui son vécu et son environnement social et culturel.* » L'engagement dans la création, exigeant, est une prise de risque. Oser cheminer alors même que la destination est inconnue comporte son lot de risques et d'inquiétudes.

L'innovation, multiforme, est devenue une véritable « injonction » qui se pose aux acteurs de la société. La créativité, centrale dans la capacité à innover, dépend pourtant de nombreux autres facteurs. Créativité et capacité à innover font ainsi partie des compétences visées dans les formations d'ingénieurs. Il faut expérimenter la créativité pour mûrir la capacité à innover ; ce qui revient à dire que le développement de la capacité à innover demande une connaissance et un développement de soi en plus de la maîtrise des sciences et des techniques. La formation des ingénieurs ne peut plus se limiter à une culture technoscientifique. Elle doit impliquer ce qui conditionne la capacité à être créatif et à innover.

On ne peut limiter l'abord de la créativité et de la capacité à innover à des approches instrumentales. Cela mène inéluctablement à repenser l'homme comme finalité et non seulement comme moyen des innovations technologiques, fondement de l'éthique (Kant). Finalement, centrer tout sur l'économique revient à favoriser une approche simplificatrice, mortifère, qui nie la place de l'humain et, plus généralement, du vivant. C'est nier la complexité. En termes de praxis, la reconnaissance de la complexité dans la formation des ingénieurs conduit à la question de l'éthique.

Intégrer arts et industries, comme Eiffel, ou arts et sciences, comme Felix, mène semble-t-il, au rêve et à l'inconscient. C'est également le message de Denis Laming qui lui aussi souligne l'importance du rêve et de la nuit dans le processus d'invention<sup>1</sup>. Dans les temps anciens, les rêves créateurs étaient souvent perçus comme venus des Dieux. Souvenons-nous de Kékulé et de son rêve mythique d'un serpent se mordant la queue, image de l'Ourobouros mythique, qui lui a permis de « voir » la molécule de benzène. L'Ourobouros rejoint ou s'associe à celui du Phénix qui renaît de ses cendres. Cette expérience du « travail de l'inconscient » est vécue par une multitude de chercheurs, dans le processus qui conduit à émettre des hypothèses nouvelles, ou de développeurs, qui « reçoivent » intérieurement l'image du produit final à

---

<sup>1</sup> Séminaire public de recherche sur les expériences de création, le 31 mars 2017, organisé par la chaire UNESCO du CNAM de Paris. Denis Laming, architecte concepteur du Futuroscope de Poitiers, expose, en des termes semblables à ceux de Félix, comment viennent les idées de création. Voir <http://culture.cnam.fr/mars/les-experiences-de-creation-denis-laming-893875.kjsp?RH=mar07>.

mettre en œuvre. Le terme de révélation semble le plus adéquat, cette révélation, multiforme, à laquelle se réfèrent les penseurs antiques du VI<sup>e</sup> siècle avant l'ère de référence moderne qui ont fondé les approches qui nourrissent encore notre époque. L'acte individuel de création n'est pas un commencement, mais la saisie d'un commencement qui se donne à être vue intérieurement et qui est vécue comme une révélation.

Dans l'expérience de la créativité, se confrontent le sentiment de liberté et la pression des contraintes, et cela tant pour le chercheur, l'inventeur, le développeur que l'artiste... Créer devient aussi la réalisation de soi et la réponse à une finalité engageant l'humain et le vivant. Mais ce qui ressort également des textes présentés, c'est qu'il existe une véritable créativité dans le travail, généralement parlant. Bernard Stiegler redéfinit le terme « travail » en opposition au terme « emploi » (Stiegler, 2015). Le travail dans cette définition a toujours à voir avec la création et la réalisation de soi. Les professionnels de l'information, des arts et des spectacles, malgré les incertitudes de la réussite, affirment une grande satisfaction dans le travail, et mettent le travail au cœur de ce qui leur importe (Gollac et Baudelot, 2003 ; Caves, 2002). Les œuvres artistiques ne sont-elles pas un modèle des biens les plus durables ? Certes, mais pour ces professionnels, l'incertitude est présente dans l'accomplissement du travail lui-même et dans la valeur qui sera attribué au résultat (Menger, 2009).

Cela signifie que le futur ingénieur doit apprendre aussi à travailler, concevoir, créer dans l'incertain. C'est déjà le cas pour tout ingénieur-manager : il doit apporter sans cesse des réponses spécifiques, originales, à des situations toujours inédites. C'est encore plus important quand l'impératif d'innovation devient l'injonction collective. Face à l'incertitude, c'est bien la créativité qui est demandée. Si celle-ci est de plus en plus étudiée comme processus, la question peut être aussi de comprendre à quelle logique elle répond.

Lucas Degryse y répond de manière précise : « *Ce principe doit être compris comme un non-principe, au sens où sa définition est d'être indéfini, sa détermination est d'être indéterminé. [...] [II] doit être compris dans un cadre logique paradoxal, donc non aristotélicien, échappant au principe d'identité, de non-contradiction et du tiers-exclu. [...] [II] ne se laisse donc pas saisir au sein du logos occidental classique, tel que défini par les Grecs et le monothéisme* » (Degryse, 1999). Cette conclusion est une sorte d'écho de l'analyse par Simondon du principe hylémorphique, lequel ne peut être un principe qui s'incarne. Il ne peut exister un principe d'individuation, mais seulement un processus d'individuation. Si principe il y avait, ce serait aussi un non-principe impliquant l'union de l'indéterminé et du déterminé.

Degryse rappelle qu'Edgar Morin expose ce cadre logique de pensée dans son *Introduction à la pensée complexe* : « Cette pensée complexe possède une structure contradictoire et non contradictoire à la fois, et permet de décrire le monde comme mixte d'ordre et de chaos, d'Un et de Multiple. » On parle d'*unitas multiplex* ou de conjonction des opposés. « Il s'agit d'une logique du Devenir, logique de la stabilité, mais aussi du mouvement incessant engendré par l'union des contraires *apeiron et peras*, [...] proche d'une philosophie orientale telle que le Taoïsme, où les opposés archétypaux Yin et Yang se transforment l'un dans l'autre tout en restant eux-mêmes. Ce cadre général est celui d'une pensée du paradoxe, compréhensible et non compréhensible, pensable et non pensable à la fois. »

Accéder à une conception de ce qu'est la créativité reste un exercice très difficile, et finalement, c'est par l'action créatrice elle-même qu'il est possible d'en suivre le processus et d'en rendre compte. Cela a pour conséquence qu'il n'est guère possible de transmettre par la pensée et l'exposition de cette pensée, ce qu'est « la pensée créatrice ». Il faut à la fois la penser et la mettre en œuvre. L'aspect cognitif de ce qu'est l'action créatrice, innovante, ne peut se construire que dans et avec l'action créatrice. Cela conforte la nécessité, dans les écoles d'ingénieur, de mettre en œuvre des formations par apprentissage, par réalisation de projets et par la pratique d'activités artistiques.

Cette révolution cognitive qu'appelle Edgar Morin (2011) de ses vœux est particulière dans ce sens qu'elle est un retour apparent à la primauté de l'action, rejoignant ainsi le pragmatisme de John Dewey. Elle est analysée par Pierre Steiner à partir de l'hypothèse que la technique rend possible les formes les plus générales de l'activité cognitive humaine (Steiner, 2010). Là aussi sont montrées les oppositions canoniques de la philosophie qui ont « contribué à opposer et à subordonner la *tekhne* au *logos* et à l'*épistémê* ». En mettant l'activité créatrice au cœur des compétences de l'ingénieur, tout ce livre ouvre vers un monde nouveau où l'activité cognitive, dans une démarche active et dynamique, intègre ce qui paraissait propre à l'activité artistique. Mais pour ce faire, il faut autant reconnaître l'importance de la technique, telle qu'elle peut être inventée et développée, que celle d'une capacité créatrice de nouvelles techniques et de nouveaux outils.

« Ce n'est que lorsque l'outil ou la machine sont défectueux ou viennent à manquer que m'apparaissent alors leur technicité, leur réticularité (le fait qu'ils nécessitent d'autres objets et infrastructures techniques pour fonctionner), et leur caractère de prothèse ou de prolongement nécessaire de mes capacités, entre autres cognitives. [...] Il est difficile de voir le rôle constitutif de la technique dans nos vies cognitives – et dans nos vies tout court – étant

donné que la possibilité de ce rôle constitutif (et de son succès) semble bien souvent dépendre d'une nécessité, pour la technique, d'être oubliée. Pour que la technique puisse être partout, il faut qu'elle ne soit (presque) nulle part dans notre champ d'attention » (Steiner, 2010). Il pourrait en être de même de toute créativité fondamentale nécessaire pour une utilisation optimale, c'est-à-dire adaptée, des techniques les plus diverses. Cette créativité, nous l'avons vue ci-dessus, semble multiforme et quasi universelle.

Ainsi, mettre la pratique de la créativité dans la formation des écoles d'ingénieurs devient un juste équilibre qui associe la formation aux disciplines scientifiques et aux savoirs techniques à une formation à la créativité et à l'innovation. C'est, en quelque sorte, un processus de conscientisation de la démarche cognitive et praxéologique dans la formation globale de l'ingénieur du XXI<sup>e</sup> siècle, faisant de la technique et de la créativité des constituants de son activité.

## Références bibliographiques

- CAVES, Richard E. *Creative Industries, Contracts between arts and commerce*, Harvard : Harvard University Press, 2002.
- DEGRYSE, Lucas. La loi des contrastes comme principe de la créativité artistique, *Le Philosophoire*, 1999/1, n° 7, Paris, Vrin, 1999. DOI : 10.3917/phoir.007.0129.
- GOLLAC, Michel et BAUDELLOT, Christian. *Travailler pour être heureux ? Le bonheur et le travail en France*, Paris : Fayard, 2003.
- MENGER, Pierre-Michel. *Le travail créateur. S'accomplir dans l'incertain*, Paris : Gallimard-Seuil, coll. Hautes Études, 2009.
- MORIN, Edgard. *La voie – Pour l'avenir de l'humanité*, Paris : Fayard, 2011.
- PARISTECH REVIEW. *Qui seront les ingénieurs de demain ?*, octobre 2013, <http://parisinnovationreview.com/2013/10/28/monde-manquer-ingenieurs/>.
- STEIGLER, Bernard. *L'emploi est mort, vive le travail !*, Paris : Mille et une nuits, 2015.
- STEINER, Pierre. Philosophie, technologie et cognition – État des lieux et perspectives, *Intellectica*, 2010, vol. 53, n° 54, p. 7-40.
- TOYNBEE, Arnold. *La grande aventure de l'Humanité* (trad. fr.), Paris : Payot, 1994.