



**HAL**  
open science

# Approche pédagogique et gestionnaire du projet : Une alternative pour la formation des ingénieurs

Emilien Jacob, Florian Magnani

## ► To cite this version:

Emilien Jacob, Florian Magnani. Approche pédagogique et gestionnaire du projet : Une alternative pour la formation des ingénieurs. *Alterpédagogie et altergestion : de nouvelles approches pédagogiques, de nouvelles pratiques de gestion et de communication*, ACFAS, May 2023, Montréal, Canada. hal-04110795

**HAL Id: hal-04110795**

**<https://hal.science/hal-04110795v1>**

Submitted on 31 May 2023

**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.

# **Approche pédagogique et gestionnaire du projet par le biais du design : Une alternative pour la formation initiale des ingénieurs**

Emilien JACOB, Florian MAGNANI

## **Introduction**

L'enseignement de la gestion de projet devient un incontournable dans les programmes de grandes écoles. Ces programmes se basent sur des cours théoriques issus des sciences de gestion (Garel, 2011), ou encore sur des mises en pratique apportées par des enseignants ou des partenaires industriels de ces écoles. Dans le cadre de cet enseignement unidisciplinaire, il est possible d'initier une approche alternative des sciences de gestion, par le biais de la pluridisciplinarité. C'est ce qui a été mis en place à l'école Centrale Méditerranée. Elle repose sur l'enseignement pluridisciplinaire combinant ainsi la gestion de projet et le design. En mobilisant ces deux éléments, ce dispositif a comme objectif d'enseigner de nouvelles pratiques de gestion s'inscrivant dans une formation ingénieur se voulant pluridisciplinaire, ce qui permettrait d'aller au-delà des cloisonnements disciplinaires mis en lumière dans les systèmes éducatifs en France (Morin, 2015). Ainsi, la pluridisciplinarité est au cœur de la réflexion menée sur les pratiques de gestion alternatives. Face à ce dispositif, plusieurs questions émergent : En quoi la pluridisciplinarité via le design et la gestion de projet contribuent à enseigner des pratiques de gestion alternatives ? Comment est construit ce dispositif ? Quels sont les apprentissages des étudiants dans ce contexte d'apprentissage ? Quels sont les effets de ce dispositif pédagogique sur les pratiques de gestion ?

Pour répondre à ces questions, cet article propose un modèle alternatif de l'enseignement de la gestion de projet en s'appuyant sur une double approche disciplinaire (gestion de projet et design). La première partie de cet article est une revue de la littérature construite suivant deux axes : l'alter-pédagogie en sciences de gestion, le projet comme approche pédagogique et gestionnaire et la pédagogie par projet. La deuxième partie décrit la méthodologie mobilisée s'appuyant sur une recherche-action (Roy & Prévost, 2013), et sur une étude qualitative centrée sur les apprentissages des étudiants. La troisième partie décrit la structuration des projets mise en œuvre, l'inclusion du design, les modalités d'évaluation et les apprentissages ou retours d'expériences après trois cycles complets de recherche-action. La quatrième partie discute des résultats. Pour finir, une conclusion est donnée, présentant les limites du travail et les axes de recherches futures.

## **1. Revue de la littérature**

### **1.1. Alter-pédagogie en sciences de gestion**

La littérature illustre la mobilisation de diverses approches pédagogiques pour enseigner les sciences de gestion dans l'enseignement supérieur. Les études se concentrent sur des thématiques spécifiques en sciences de gestion, notamment la gestion de projet (Atkinson, 2006, 2008) ; ou encore sur des approches pédagogiques innovantes : l'évaluation par le biais d'un questionnaire (Tormey & Laperrouza, 2023), l'approche interdisciplinaire (MacLeod & van der Veen, 2020). Plus spécifiquement, avec une approche critique des sciences de gestion,

les recherches du groupe MACCA questionnent la formation et l'apprentissage du management par le prisme des mutations actuelles (mondialisation entre autres), des pratiques pédagogiques des enseignants-chercheurs en management et les compétences utiles pour le manager de demain afin de répondre à ces enjeux actuels (Vandangeon-Derumez et al., 2022).

Au niveau de la formation en école d'ingénieur, de nombreux travaux récents montrent des approches pédagogiques innovantes afin d'enseigner une multitude de thématique : la transition énergétique (Huijben et al., 2022), l'enseignement du design (Bissett-Johnson & Radcliffe, 2021; Edmondson & Sherratt, 2022), la réflexivité dans l'enseignement des sciences humaines et sociales (Gouttenoire & Guillot, 2017; Gouttenoire & Loizon, 2022), l'enseignement des "soft-skills" (Ballesteros-Sánchez et al., 2017). Ces travaux montrent majoritairement des dispositifs pédagogiques mobilisant la pédagogie par projet (Adderley, 1975) ou encore l'approche empathique (Guanes et al., 2022) qui consiste à enseigner une compétence permettant de comprendre les points de vue des diverses parties prenantes dans un contexte organisationnel. Ces travaux soulignent des effets positifs au niveau des apprentissages des étudiants.

Malgré un nombre important de travaux sur des dispositifs pédagogiques alternatifs en école d'ingénieur, la combinaison de la gestion de projet et du design n'a pas été abordée et réalisée dans le cadre d'activités pédagogiques longues - en comparaison avec les autres dispositifs pédagogiques mis en lumière par la littérature. D'autant plus que le design et son enseignement ouvrent aujourd'hui des perspectives de recherche, c'est-à-dire en affirmant que le design est à la fois une didactique disciplinaire et une discipline à part entière (Tortochot & Didier, 2023) ; et s'inscrit dans une logique de projet (Didier & Tortochot, 2021). L'étude d'un dispositif pédagogique combinant la gestion de projet et le design viendrait nuancer et contribuer à ces travaux.

## 1.2. Le projet : approche pédagogique et gestionnaire

Avant de définir ce que l'on entend par gestion de projet, il faut définir la notion de projet. Pour Boutinet (2012), le projet est un « concept doué de propriétés logiques à expliciter dans leurs connexions avec l'action à conduire. (...) celle d'une capacité à créer, d'un changement à opérer. Le projet serait alors l'avatar individuel et collectif d'un désir primitif d'appropriation ». Cette approche du projet ne s'applique pas nécessairement à un contexte organisationnel, elle se veut transdisciplinaire. D'un point de vu gestionnaire, le projet est défini selon les aspects suivants : le projet doit répondre à des objectifs, il y a donc un besoin de performance ; le projet est singulier, il ne peut pas être reproductible à l'identique ; le projet doit répondre à un besoin clairement exprimé ou flou ; le projet est soumis à l'incertitude, pour palier aux imprévus, il faut structurer les objectifs et les ressources ; le projet repose sur une approche combinatoire et pluridisciplinaire ; le projet est temporaire, il a un début et une fin défini ; enfin, le projet est soumis à des variables exogènes (Midler, 1996).

Dans une approche critique de la notion de projet, Boltanski et Chiapello (1999) ont défini la notion de « cité par projets ». Selon les auteurs, elle représente une ou plusieurs organisations comprenant une multitude de projets constituée d'individus variés. Ces mêmes individus alternent entre différents projets à l'intérieur d'une organisation ou entre plusieurs organisations. Ce fonctionnement organisationnel est critiqué par les auteurs, du fait qu'il produirait des contraintes sur les individus : brouillage des frontières entre vie privée et vie professionnelle, temps de travail allongé, mode de rémunération variable (salaire, honoraire) ce

qui pourrait amplifier l'instabilité du travail. Enfin, cette notion de « cité par projet » est liée au nouvel esprit du capitalisme (Boltanski & Chiapello, 1999).

Ensuite, dans une approche pédagogique, Morgan (1983) trois modèles de pédagogies existants sur le projet, qui sont liés à la pédagogie par projet :

- Le projet d'exercice : les étudiants appliquent les connaissances et les techniques dans le cadre d'un projet. Ces connaissances ou techniques ont déjà été mobilisées et apprises dans le cadre d'un cours académique.
- Le projet constituant : ici, le projet est interdisciplinaire et lié à des questions « réelles ». Il est demandé aux étudiants de résoudre un problème et d'être indépendant. En parallèle de la séquence projet, des cours plus « traditionnels » ou « académiques » sont donnés aux étudiants.
- Le projet d'orientation : le projet constitue ici le cœur de la formation universitaire, les enseignements dit « traditionnels » sont là pour compléter les exigences du projet. [Traduction de l'auteur]

Malgré les liens entre les approches éducatif et gestionnaire du projet, la mobilisation de ces approches pour réfléchir sur l'enseignement des pratiques de gestion des étudiants, n'a pas été exploré dans la littérature en sciences de l'éducation et de la formation ou encore en sciences de gestion - en comparaison avec ces approches de la notion de projet qui se cantonne aux sciences de gestion ou aux sciences de l'éducation et de la formation.

### 1.3. Pédagogie par projet

D'autres approches pédagogiques alternatives du projet sont explicitées par Boutinet (2012), qui peuvent être définies selon les conceptions de Morgan (1983). Deux d'entre elles nous intéressent particulièrement : le « learning by doing » et la pédagogie par projet.

Le « learning by doing » est une approche pédagogique ayant comme objectif d'être ouverte pour l'apprenant. En effet, l'élève est acteur de sa formation par le biais des apprentissages concrets. Ici, l'enseignant doit mettre en place les conditions nécessaires aux apprentissages ou aux activités auto-éducatives via l'expérience (Thievenaz, 2019) et collabore avec les élèves afin de favoriser les apprentissages (Dewey, 2019). Les intérêts des étudiants dans les activités proposées sont fondamentaux à prendre en compte pour l'enseignant. Quant au lien entre le projet et le « learning by doing », il réside dans la mobilisation d'une approche pragmatique des apprentissages, avec des résultats à atteindre sur un temps donné. Ensuite, la pédagogie par projet est définie à partir des critères suivants :

- « (1) Les projets impliquent de la solution à un problème ; pas nécessairement mais elle est souvent définie par l'étudiant ;
- (2) Ils impliquent l'initiative venant d'un étudiant ou d'un groupe d'étudiant, et elle nécessite une variété d'activités pédagogiques ;
- (3) Ils aboutissent généralement à un produit final (par exemple, un rapport ou un modèle) ;
- (4) Le travail s'étend souvent sur une durée considérable ;

- (5) Les encadrants du projet jouent un rôle consultatif plutôt qu'autoritaire sur l'ensemble des étapes (initiation, conduite et conclusion du projet) » (Adderley, 1975) [Traduction de l'auteur]

Boutinet (2012) expose les différentes étapes constitutives de la pédagogie par projet (Tableau 1). À propos de la partie en amont du projet, le « diagnostic de la situation pédagogique » définit le temps où le pédagogue et les stagiaires commencent le projet. Ces acteurs font les estimations relatives aux éléments à mobiliser pour réaliser le projet. Ensuite, la « négociation d'un objectif d'action » est un temps où le diagnostic est prolongé, mais il concerne les actions à réaliser. Pour finir, la dernière phase en amont du projet permet de déterminer les moyens nécessaires au groupe pour réaliser le projet et pour planifier des séquences du projet. Pour la partie en aval du projet, elle correspond à la mise en œuvre du projet, où chaque activité ou action est réalisée selon la planification initiale. Ces activités sont contrôlées pour correspondre aux objectifs. Enfin, le projet se clôture par l'évaluation du projet, elle est définie selon les objectifs préétablis en amont du projet.

Amont du projet	Aval du projet
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnostic de la situation pédagogique</li> <li>- Négociation d'un objectif d'action</li> <li>- Détermination des moyens à mettre en œuvre et programmation des séquences</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planification des activités</li> <li>- Réalisation et contrôle</li> <li>- Évaluation terminale</li> </ul>

**Tableau 1 : La pédagogie par projet et les étapes essentielles (issu de Boutinet, 2012)**

Enfin, des travaux mettent en lumière les effets positifs de cette approche pédagogique, notamment au niveau des stratégies d'apprentissages et cognitives, des compétences, de l'engagement dans la réalisation des tâches en groupe, le langage, la confiance et la performance des artefacts construits, le développement de compétences (Guo et al., 2020; Helle et al., 2006; Kolmos et al., 2021).

Face à ces éléments bibliographiques manquant au niveau de la littérature, cet article tente de répondre à la question suivante : Comment allier l'enseignement de la gestion de projet et le design, en s'appuyant sur des approches gestionnaires et éducatives afin de favoriser des apprentissages pluridisciplinaires de la gestion pour les étudiants ingénieurs ? Cette question amène à comprendre les effets de ce dispositif sur les apprentissages en gestion de projet et en design pour ensuite améliorer le dispositif.

## 2. Méthodologie

Afin de traiter cette question, il apparaissait important d'avoir une approche ancrée sur un terrain expérimental et c'est pour cela que la recherche-action a été choisie. La recherche-action est un processus itératif impliquant la collaboration entre chercheuses, chercheurs et praticien-ne-s pour agir ensemble dans un cycle d'activités comportant l'identification du problème, la planification, la mise en œuvre, l'évaluation des solutions et la réflexion (Avison et al., 1999).

Au sens de Roy et Prevost (2013), nous avons suivi plusieurs cycles, au moins 3 cycles complets, nous permettant d'affiner et d'ajuster en permanence le plan d'action et les résultats de ces actions correctives. Ce travail de recherche-action s'est fondé sur 3 années d'immersion et de participation dans une école d'ingénieur, l'Ecole Centrale Méditerranée. Destinés à des étudiants du cycle d'ingénieur, ces projets ont été proposés dans un but de rendre actionnable le savoir et les ressources issues de la formation d'ingénieur via de la résolution d'une problématique par l'exploration, l'idéation et la confrontation des idées à un marché pour en déterminer le caractère innovant, et finalement mettre en œuvre une solution d'intérêts pour les parties prenantes et partenaires de l'école. Cette nouvelle structuration des projets a vu le jour en capitalisant sur les années passées à expérimenter et est donc présentée. Les auteurs ont donc participé à la structuration de la démarche des projets innovation, à sa mise en œuvre et à son amélioration continue de septembre 2019 à septembre 2022.

En complément de cette approche ancrée, la progression des apprentissages des étudiants a été étudiée. Issu d'une thèse portant sur les apprentissages en gestion de projet (Jacob, 2022), 3 groupes ont été observés pendant une année de réalisation du projet et onze entretiens semi-directifs et collectifs ont été réalisés avec les groupes d'étudiants en première année et en deuxième année. Ces entretiens ont duré entre 30 et 60 minutes et se sont déroulés de septembre 2020 à juin 2021. Pour les étudiants en première année, la grille d'entretien se concentraient sur l'explicitation des apprentissages, les formes d'organisations choisies ainsi que les outils mobilisés pour réaliser le projet. Tandis que pour les étudiants en deuxième année, la grille était centrée sur les apprentissages en gestion de projet en deuxième année ainsi que sur les apports des projets innovation en première année chez les étudiants. Ainsi, cette méthodologie prend en compte les multiples acteurs prenant part à ce dispositif pédagogique : les étudiants (16 étudiants de 1<sup>ère</sup> année impliqués dans les projets parmi les 300 impliqués) et 11 étudiants de 2<sup>ème</sup> année pour leur regard réflexif), les 5 membres du bureau des projets et enfin, les enseignants (4 enseignants designers et les 30 enseignants de Centrale Méditerranée qui ont accompagnés les étudiants). En complément de ces données, les documents produits par les étudiants dans le cadre des projets innovation ont été collectés, ce qui a permis de collecter 119 documents dont les outils de gestion de projet et de design mobilisés par les groupes d'étudiants, ce qui permettrait d'identifier les pratiques de management des étudiants qui pourraient avoir des effets positifs en termes d'innovation.

L'objectif de cette méthodologie est de présenter la structuration de l'approche, en précisant les différentes étapes et acteurs qui y participent et les apprentissages *in fine* des étudiants, en mettant en exergue l'inclusion du design dans l'enseignement de la gestion de projet. Ceci permettra d'analyser les étapes d'évaluations et leur relation avec le référentiel de compétence de l'ingénieur centralien.

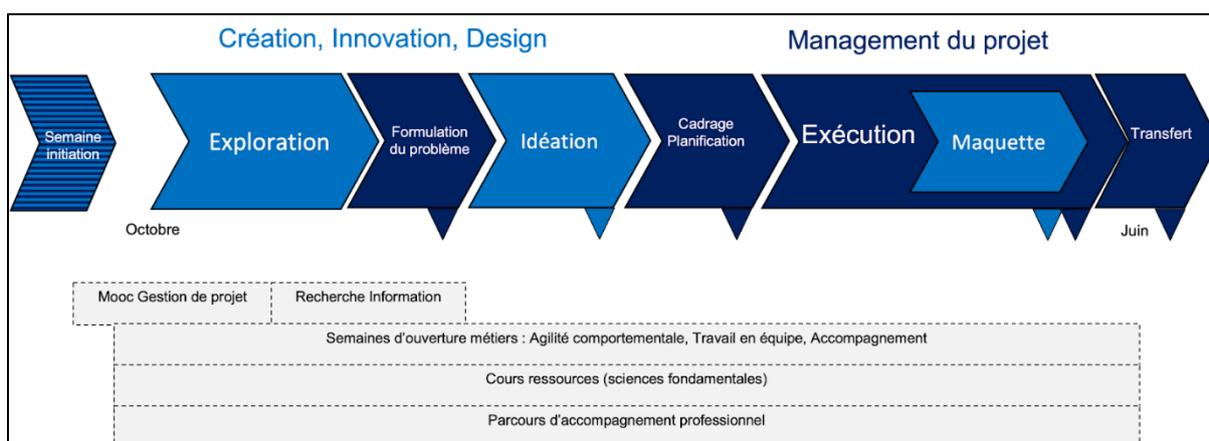
### **3. Résultats**

Les projets innovation sont des projets pluridisciplinaires d'idéation et de réalisation de solutions innovantes destinées à résoudre des problèmes actuels, menés par des groupes de 6 à

8 étudiants de 1ère année du cycle d'ingénieur en relation avec des acteurs professionnels et institutionnels. Le projet, en mêlant gestion de projet, ingénierie et design, associe les aspects créatifs de l'innovation, aux aspects techniques et humains de la gestion de projet. Les étudiants doivent répondre de façon pragmatique à une problématique actuelle (comme la précarité énergétique) venant de partenaires industriels (SNCF, Sopra Steria, Colas, EY, Plastic Odyssee, STMicroelectronics, Canal de Provence) ou institutionnels (Chaire Hope, Ville de Marseille, Région Sud, Enactus) et proposer des idées innovantes, adaptées aux besoins réels des usagers, qu'ils doivent pouvoir formaliser et mettre en œuvre.

### 3.1. Structuration des projets innovation

Les étudiants suivent un parcours allant de l'exploration (recherche documentaire et entretiens des usagers cibles), la formulation d'un problème et l'identification d'opportunité (lié à une étude de marché), puis une phase d'idéation (idées soumises à un jury pluridisciplinaire), une phase de cadrage et d'organisation, à une phase de réalisation de la solution, pour se clôturer lors d'une journée de présentation sous forme de poster/pitch devant un jury. Tout au long de ces étapes, les étudiants s'appuient sur des cours théoriques (liés aux enseignements des sciences fondamentales) mais aussi sur des temps de formation spécifiques à la gestion de projet, au design Thinking, à la créativité et au maquettage, au travail en équipe et aux dynamiques de groupe (voir figure 1 et tableau 2).



**Figure 1 : Enchaînement des étapes des projets innovation et lien avec les activités d'enseignements**

	Contenu	Objectifs pédagogiques	Heures allouées
Recherche d'information	Méthodologie et outils de recherche Evaluation des sources Plagiat et citations	Identifier l'information Accéder à l'information Évaluer de façon critique Produire et communiquer	<b>6h</b>
Exploration / Créativité	Principes d'exploration	Développer l'esprit et la démarche d'innovation	<b>12h</b>

	Observation, Enquête Méthodologie et outils de créativité Maquette/Vision 3D	Acquérir des connaissances, des outils méthodologiques en lien avec la pensée design Produire et ajuster ses choix en fonction d'observations et de retours usagers	
Gestion de projet	Principes Techniques Cycle de vie Travail équipe	Concevoir et cadrer un projet Gérer les parties prenantes Maîtriser le cycle projet Définir les responsabilités	<b>8h (+14h de MOOC)</b>

**Tableau 2 : Apport de cours complémentaires à la démarche des projets innovation (en plus des enseignements d'ingénierie et des sciences fondamentales)**

L'objectif du dispositif est de sensibiliser par la pratique les étudiants à la démarche d'innovation en format projet long (sur une année complète), et de leur faire acquérir à l'occasion de multiples rencontres interdisciplinaires (ingénierie et design) des savoirs pluridisciplinaires. Un objectif secondaire est de renforcer le croisement culturel qui permet aux actrices et acteurs de chaque discipline de se connaître et de prendre conscience des exigences singulières de chacun, d'avoir un vocabulaire commun etc., d'anticiper sur les futures collaborations dans l'industrie par l'usage des méthodologies de créativité et de gestion de projet en mobilisant des compétences techniques et comportementales, tout en faisant également appel aux sciences humaines et fondamentales. L'innovation, au-delà d'être un élément de compétitivité, constitue un moyen efficace de faire face à la complexité grandissante des problématiques sociétales contemporaines. C'est en s'appuyant et en utilisant les méthodes de créativité des designers qui traitent les questions dans un cadre prospectif avec réalisme et empathie les grands enjeux actuels que les étudiants ingénieurs développent leur regard pragmatique. Cela leur permet d'initier une approche plus sensible, plus critique, plus créative et plus complète du projet. Ce travail réalisé par les groupes d'étudiants est aussi en rupture avec ce qui leur a été demandé en classes préparatoires, et cela contribue à la création d'une dynamique de promotion, et peut même éveiller des ambitions d'entrepreneuriat chez les étudiants.

À noter aussi que l'encadrement des groupes d'étudiants est multiple : des enseignants-chercheurs de l'école leur apporte un soutien technique et méthodologique, des groupes de 2ème année viennent en aide et en support aux étudiants pour assurer un bon déroulement et un transfert des éléments à maîtriser, et des enseignants designers et de l'école apportent leur méthodologie et leur expertise métier. D'autres acteurs comme le bureau des projets, la cellule entrepreneuriat de l'école, et les partenaires viennent s'assurer du bon déroulement des étapes du projet mais aussi aider à l'identification de solutions prometteuses.

### 3.2. Inclusion du design

Plusieurs apports sont à souligner pour le design. Premièrement, comme l'a souligné la revue de littérature, les dispositifs pédagogiques en école d'ingénieur n'enseignent pas à la fois la gestion de projet et le design. Ce dispositif vient combler ce manque dans la littérature en essayant d'enseigner des pratiques de gestion pluridisciplinaires qui sont issues du design et des sciences de gestion. Cette approche pluridisciplinaire encourage les étudiants à développer leur

créativité. Elle fait aussi la part belle à l'exploration par la pratique, ce qui s'inscrit en rupture avec les autres enseignements disciplinaires de l'école davantage pragmatique et théorique. Cette approche pluridisciplinaire peut aussi avoir des effets positifs chez les enseignants ayant diverses cultures disciplinaires, puisqu'elle peut les amener à penser et à repenser leur pratique pédagogique.

Deuxièmement, cette combinaison pluridisciplinaire mène à la mobilisation des outils de design des étudiants dans le cadre d'un projet. En effet, les résultats relatifs aux documents produits par les étudiants montrent l'utilisation des outils issus du design par les étudiants. On compte la mobilisation de six *empathy maps*, quatre *personas*, cinq *storyboards* et une *mind map* par les trois groupes suivis durant la première semaine des projets innovation.

Troisièmement, les interactions avec les enseignants et étudiants designers sont présentes dans trois phases majeures de la démarche des projets innovation : lors de la phase d'exploration, les étudiants ingénieurs sont accompagnés dans leur approche du terrain ; lors de phase d'idéation, les étudiants ingénieurs bénéficient de l'expertise des enseignants et étudiants designers pour faire émerger une multitude d'idées accompagnés de cas d'usage et d'une identité visuelle ; lors de la phase d'exécution, en particulier lors de la réalisation des maquettes, les étudiants ingénieurs sont épaulés afin de rendre concret et fonctionnel le développement de leur idée. La particularité et la valeur ajoutée de l'association du design à cette démarche des projets innovation permet d'aborder de manière large et complète des problématiques concrètes apportées par des acteurs du territoire, en intégrant les bénéfices de la pensée design. Cela se traduit par la prise en compte des éléments contextuels du projet notamment par le biais d'une analyse terrain, qui grâce à une phase d'observation et d'enquêtes auprès des personnes directement concernés alimentent la réflexion des étudiants en données réalistes et tangibles leur évitant de s'engager dans une proposition qui serait hors de propos.

Ainsi, l'apport du design se situe à plusieurs niveaux : la pluridisciplinarité, la mobilisation effective des outils de design et la pratique de l'innovation. Ces éléments permettent à de futurs ingénieurs de traiter la complexité (Morin, 2015) tout en faisant communiquer une didactique de la conception, qui correspond à "une activité complexe qui mobilise des phases de recherche, de questionnement, de génération d'idées, de gestion des contraintes, de création d'hypothèses, d'anticipation et de résolution de problèmes souvent mal définis" (Tortochot & Didier, 2023) et les pratiques de gestion de projet.

### 3.3. Modalités d'évaluation

Avant de démarrer les projets innovation, les étudiants suivent un MOOC de gestion de projet qui constitue un premier prérequis pour pouvoir démarrer. Rapidement ensuite, les étudiants devront suivre un module de cours sur la recherche d'information, évalué, qui sert également de second prérequis au démarrage. Par la suite, les évaluations sont diverses et variées afin de vérifier les acquis en termes de connaissances et de compétences individuelles et collectives. Elles prennent la forme de livrables par étapes (voir figure 2), de vidéo didactique, de présentation devant des jurys composés d'enseignants de l'école, d'enseignants et étudiants designers et des partenaires, de cross-évaluation entre les groupes d'étudiants, d'auto-évaluation entre membres du groupe. L'ensemble est clôturé par une journée de présentation sous forme de poster/pitch dans laquelle les étudiants exposent plusieurs fois le résultat de leur travail à des jurys différents.

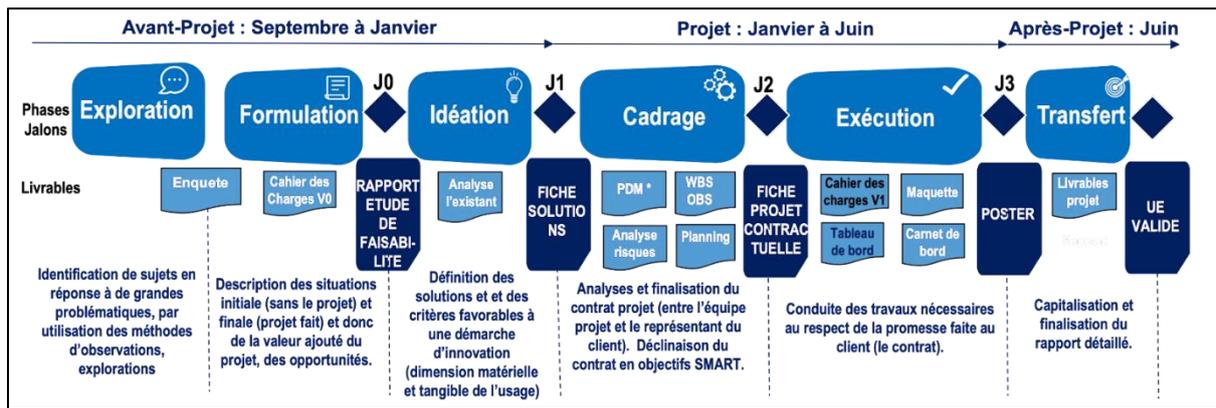


Figure 2 : Objectifs des étapes des projets innovation et présentation des livrables

De plus, la démarche des projets innovation s’inscrit dans le cadre de l’évaluation des compétences de l’ingénieur centralien. La temporalité et la diversité des sous-activités que constituent les projets innovation permettent d’évaluer les 5 compétences du référentiel sur la durée. Le tableau 3 résume par étapes les compétences et leurs sous-compétences qui sont évalués, par étapes des projets innovation.

COMPÉTENCES	SOUS-COMPÉTENCES	Projets Innovation					
		Exploration	Formulation	Idéation	Cadrage	Execution	Transfert
CRÉER DE LA VALEUR	Faire émerger	X	X	X			X
	Oser	X		X		X	
	Concrétiser & créer valeur		X	X	X		
MAITRISER LA COMPLEXITÉ	Représenter & modéliser		X	X			
	Résoudre & arbitrer		X	X		X	
	Penser & agir en environnement imprédictible & incertain	X					
CONDUIRE DES PROGRAMMES	Concevoir un projet, un programme	X			X		
	Piloter, conduire			X	X	X	
	Clôturer et capitaliser par retour d'expérience						X
MANAGER DE MANIÈRE ETHIQUE ET RESPONSABLE	Se connaître, se construire	X		X	X	X	
	Générer de la performance individuelle et collective		X	X		X	
	Conduire les transformations dans son organisation				X	X	
S'INSCRIRE DANS UNE VISION STRATEGIQUE	Anticiper & s'engager	X		X	X	X	
	Donner du sens		X		X		
	Construire & pérenniser					X	X

Tableau 3 : Lien entre les différentes étapes des projets innovation et les compétences du référentiel de l’ingénieur centralien.

### 3.4. Apprentissages et retour d’expérience

Par rapport aux données issues de la recherche-action et du terrain, il est possible de retranscrire les éléments suivants des différentes parties prenantes internes à l’école.

Les étudiants sont globalement très satisfaits, et ils ont pu expliciter des apprentissages sur cette séquence. En effet, les entretiens montrent une explicitation des apprentissages en gestion de projet des étudiants en première année : “adapter son discours, planifier un projet, apprendre la gestion de projet, ce qui en fait une bonne expérience” [étudiant en première année] ; “on n’est pas tout seul et le travail en équipe, c’est important, il faut bien répartir les tâches

[étudiant en première année]. Ces apprentissages concernent le travail en équipe. Pour autant, ces apprentissages ne concernent pas le design ou encore l'innovation à proprement parler. En complément, d'autres entretiens avec des étudiants en première année et des étudiants en deuxième montrent des limites dans les apprentissages sur cette séquence : «rien appris (sur les projets innovation) comparé au TPE » [étudiant en première année] ; « Moi j'ai l'impression que, du coup c'est un peu plus clair parce que on sait à quoi s'attendre, on sait ben tous les outils d'organisations dont la matrice des risques euh on avait déjà fait donc euh, c'est plus simple. Et puis euh, c'est vrai que peut-être euh dans ces parties projets à Centrale, on est vraiment libre, c'est-à-dire qu'on nous donne pas vraiment beaucoup d'informations jusqu'à la dernière minute, il y a des choses à rendre (...) j'avais l'impression d'être toujours à la dernière minute alors que là, vu que l'on sait à quoi s'attendre euh, on prévoit des choses en avance et quand on nous dit, même si c'est dans longtemps, on anticipe déjà un peu plus. J'ai l'impression par rapport à l'année dernière donc euh. » [étudiante en deuxième année]. Ces extraits mettent en lumière un manque de ligne directrice par rapport à l'accompagnement pédagogique des étudiants.

Les apprentissages concernent principalement la gestion de projet, les éléments liés au design ne sont pas présents dans les entretiens. Pourtant, les données collectées montrent des traces d'une utilisation des outils issus du design, comme des *storyboard*, des *Empathy map* et des maquettes... Ce constat peut s'interpréter de deux manières. Premièrement, les étudiants ont répondu ponctuellement à des attentes pédagogiques spécifiques, sans pour autant assimiler les outils de design afin de les mobiliser dans d'autres contextes d'apprentissages. Deuxièmement, les éléments relatifs à la gestion de projet, tels que le travail en groupe et le management d'équipe, prennent le pas sur les éléments relatifs au design, ce qui impacte la progression du projet vers l'innovation. Ainsi, il est difficile de parler de pratique pluridisciplinaire et alter-gestionnaire chez les étudiants ingénieurs.

À propos des enseignants, ils sont satisfaits de l'intégration et de la mise en œuvre des connaissances techniques par les groupes d'étudiants. Cette intégration est contextualisée et répond aux problématiques concrètes apportées par les partenaires. Les résultats des phases d'exploration, de formulation et d'idéation sont généralement ambitieux mais innovants. Le fait de faire le lien entre l'idée et sa réalisation permet de recadrer l'intention de l'idée sur des compétences que détiennent les étudiants, appuyés par l'expertise des enseignants de l'école. En ce qui concerne les éléments de gestion de projet et de design, le retour sur l'assimilation des contenus est positif. Une progression de l'apprentissage est mesurable et l'intégration des compétences dans les modalités/critères d'évaluations rend leur qualification observable. Les éléments utilisés pour évaluer le niveau d'apprentissage des étudiants sont les suivants : l'analyse des récits d'activités des étudiants et leur retour d'expérience recueilli via des entretiens semi-directifs avec une approche sociologique ; l'examen de la qualité des livrables, outils de créativité et de gestion de projet mobilisés par les étudiants. La comparaison avec des enseignements plus traditionnels n'a pas été faite pour en extraire la plus-value de cette nouvelle approche. Il est à noter que les enseignants des sciences plus fondamentales regrettent le temps alloué et l'espace que prennent ces projets dans les enseignements. Ils y voient une réduction des heures d'enseignements allouées à leur discipline et ne considèrent pas toujours les projets comme un support à leur enseignement dans lequel ils peuvent faire le lien entre la théorie et la pratique.

Pour le bureau des projets, chaque année, des évaluations des enseignements associés aux projets innovation sont réalisées. L'ensemble des retours des apprenants et des enseignants participants ont été pris en compte afin d'améliorer de manière continue le dispositif. À la suite des retours des étudiants et des enseignants, la direction de la formation a pris la décision au fur

et à mesure des années d'allouer de plus en plus d'heures à ces projets, en servant aussi à la démarche compétence initiée par le groupe des écoles centrale. Même si le modèle s'est construit sur la base de ces feedbacks et sur les apports réflexifs des entretiens, le modèle reste en l'état perfectible afin de tirer pleinement partie des avantages de ce type d'approche pédagogique. En particulier, les phases d'autonomie peuvent être perçues comme longues et "sans structure" par les parties prenantes, habituées à des approches d'enseignement plus traditionnelles. Autre point notable, les ressources allouées pour gérer les projets innovation se sont réduites avec le temps dû à des successions de projets stratégiques de développement pour l'école. Des allègements de la démarche ont été proposés afin de coller aux ressources mises à disposition. La communication et les modalités des échanges sont clés dans le dispositif pour assurer leur engagement et maximiser leur valeur ajoutée.

## 5. Discussion

Face à ces résultats, plusieurs éléments de discussion sont à développer. Au niveau du dispositif des projets innovations en lui-même, des apports ont été amenés au fur et à mesure des trois itérations et continuent à ce jour d'évoluer. D'abord, l'enseignement théorique du design a été restructuré. Lors de la première année, des designers intervenaient sur une semaine pour accompagner les étudiants ingénieurs durant la semaine de lancement du projet. Durant la deuxième itération, les étudiants ingénieurs ont suivi des enseignements disciplinaires en design (deux fois deux heures) et ont tiré profit d'une intervention des designers pendant deux semaines (en début d'année, lors du lancement et lors de la semaine de maquettage du projet). Enfin, lors de la troisième itération, les enseignements disciplinaires ont été augmentés (six fois deux heures) et les designers sont intervenus ponctuellement pour accompagner les groupes tout au long de l'année (en plus de l'accompagnement fourni l'année précédente), avec une participation au jury poster à l'issue des projets innovation. Ainsi, les changements dans le dispositif font écho à la littérature puisqu'ils permettent d'articuler l'enseignement théorique et pratique du design, en mobilisant l'identité disciplinaire du design et en les incorporant à la logique projet et des activités de conception (Didier & Tortochot, 2021; Tortochot & Didier, 2023).

En complément, des apports ont aussi été apportés au niveau de l'accompagnement des étudiants. Durant la première itération, deux enseignants accompagnaient les groupes sur les projets innovation : le premier se concentrait sur les aspects scientifiques et le second sur les aspects méthodologiques liés aux sciences de gestion. Pour la seconde itération, les groupes étaient accompagnés par un enseignant pour les aspects scientifiques et un coach externe à l'école pour la partie gestion de projet. Enfin, durant la troisième itération, les étudiants pouvaient solliciter ponctuellement des groupes d'enseignant associés à une discipline (la chimie par exemple), et étaient accompagné par un enseignant, un groupe de référent méthodologique externe à l'école, un groupe d'étudiant volontaire en deuxième année et la cellule "entrepreneuriat" de l'école. A ce jour, les éléments d'accompagnement restent encore perfectibles, puisque les apprentissages entre groupes d'étudiants restent inégaux et le niveau d'engagement apparaît variable d'un enseignant à l'autre. Au regard de ce constat, l'engagement de l'ensemble des acteurs de la formation apparaît nécessaire. Ce constat rejoint des éléments avancés dans une étude des apprentissages en gestion de projet des étudiants dans cette même école (Jacob, 2022).

Concernant l'engagement des étudiants, il gagnerait à être renforcé au travers d'une interaction plus forte entre les étudiants de 1ère année qui réalisent leur projet innovation et les étudiants de 2ème et 3ème année. D'un côté, les étudiants de 1ere année profiteraient du retour d'expérience des autres étudiants pour mieux s'approprier le dispositif et les connaissances en

termes de gestion de projet et de design. De l'autre, les étudiants de 2ème et 3ème année renforceraient leur connaissance par le transfert de celles-ci en adaptant leur posture d'encadrement. Cette approche mobilisant les trois niveaux d'étudiants reposerait donc sur l'apprentissage par l'expérience (Dewey, 2019; Thievenaz, 2019) où les étudiants auraient des pratiques auto-éducatives favorisées par les pairs. Ceci permettrait de ne plus voir les projets innovation comme un simple jalon académique mais de faire valoir les compétences professionnalisantes et les expériences acquises dans la réalisation et la supervision de ces projets. En ce sens, cela rejoint la volonté affichée de l'école de faire de cette expérience un moment clé de formation aux savoir-faire et au savoir-être. L'engagement est aussi délicat et variable de part la répartition des tâches en autonomie et des tâches tutorées. Aujourd'hui le dispositif propose  $\frac{2}{3}$  de tâches en autonomie et  $\frac{1}{3}$  de tâches tutorées. Il semble important donc de trouver d'autres leviers de maintien de l'engagement des étudiants en donnant la possibilité aux étudiants de choisir et faire évoluer ce ratio au cours du projet en fonction de leurs besoins. Cela donnerait encore plus d'importance aux acteurs les accompagnant (enseignants, bureau des projets, étudiants).

Aussi, l'engagement des enseignants permettrait d'accentuer les aspects pluridisciplinaires de la formation en gestion de projet, en allant au-delà des cloisonnements disciplinaires (Morin, 2015). Mais cet élément semble être conditionné par la formation disciplinaire de ces enseignants en gestion de projet et en design (Tortochot & Didier, 2023; Vandangeon-Derumez et al., 2022) pour les sensibiliser à l'intérêt de cette alter-pédagogie. Cela nécessite une ouverture à d'autres disciplines, comme le design, et une compréhension claire des enjeux et des intérêts à la fois pour les enseignants et les étudiants. Cela peut concerner aussi les enseignants designers qui pourraient contribuer à l'évolution du dispositif pour fluidifier les échanges, tout en ayant un regard disciplinaire sur l'enseignement du design adapté aux ingénieurs. De plus, une action de sensibilisation aux enjeux de l'enseignement des humanités en école d'ingénieur (Lemaître, 2003), et plus spécifiquement les enjeux contemporains du projet (Boltanski & Chiapello, 1999; Boutinet, 2012) pourraient permettre aux enseignants de contextualiser leur accompagnement. Les enseignants pourraient alors s'appuyer sur les expériences vécues par les étudiants (Dewey, 2019; Thievenaz, 2019) afin de les amener à être réflexif sur leur pratique pluridisciplinaire des sciences de gestion et du design, et plus largement sur les sciences humaines et sociales. Cette approche s'appuierait sur d'autres dispositifs mis en place dans la formation des ingénieurs s'étant concentré sur ces questions (Gouttenoire & Guillot, 2017; Gouttenoire & Loizon, 2022; Guanés et al., 2022).

Pour terminer au sujet de l'engagement, il est apparu primordial que l'organe de direction de l'école s'engage dans ce type de dispositif. Cela permettrait de renforcer la crédibilité de ces nouvelles approches auprès des étudiants et enseignants mais aussi d'assurer les moyens/ressources mis à disposition par rapport aux ambitions qu'ils ont fixées. L'analyse de l'engagement de ces trois groupes d'acteurs nous permettrait de mettre en perspective les apprentissages des groupes d'étudiants. Ainsi, l'engagement de l'ensemble des acteurs, couplés avec une connaissance des écrits scientifiques sur les pédagogies mobilisables pour ce dispositif, permettrait de favoriser les apprentissages des pratiques pluridisciplinaires et alternatives en gestion.

Enfin, sur la structure du dispositif en lui-même, il reprend la structure pédagogique de la pédagogie par projet sans en avoir l'intention en amont. En effet, les phases en amont (diagnostic de la situation pédagogique, négociation d'un objectif d'action, moyen et programmation des séquences) et en aval du projet (planification, réalisation et contrôle, évaluation) sont similaires à la pédagogie par projet défini par Boutinet (2012). Malgré cette structure, les résultats ont montré des apprentissages inégaux, surtout au niveau du design. Afin

d'améliorer les apprentissages, il faudrait mobiliser les écrits scientifiques relatifs à la pédagogie par projet (Bissett-Johnson & Radcliffe, 2021; Edmondson & Sherratt, 2022; Guo et al., 2020; Helle et al., 2006; Kolmos et al., 2021) ainsi que ceux relatifs aux dispositifs pédagogiques mis en place en école d'ingénieur ou plus largement dans l'enseignement supérieur (Atkinson, 2006, 2008; Vandangeon-Derumez et al., 2022). Leur mobilisation permettrait d'avoir des effets positifs sur les apprentissages des pratiques de gestion pluridisciplinaires et donc alternatives.

## Conclusion

Cet article repose sur la proposition d'un dispositif nouveau mobilisant la gestion de projet et le design, afin de penser/repenser les pratiques de gestion des ingénieurs ; et ainsi proposer des alternatives aux pratiques de gestion dites unidisciplinaires. Ce dispositif pédagogique a été détaillé selon plusieurs aspects : sa structuration, l'inclusion du design, les modalités d'évaluations et nos retours d'expériences. Malgré l'apport théorique et pratique de cette proposition pédagogique, plusieurs éléments restent à peaufiner, notamment au niveau de l'engagement des acteurs de la formation (les étudiants, les enseignants, la direction) et sur les apprentissages effectifs des étudiants des approches alternatives et pluridisciplinaires des sciences de gestion. Cette étude n'est pas exempte de limites puisqu'elle s'intéresse à un dispositif unique et donc à un cas isolé. La méthodologie de recherche-action amène à une forte implication des chercheurs, ce qui a pour effet de générer des biais dans la présentation des résultats. Le nombre de groupes d'étudiants observés pour en tirer les effets sur l'apprentissage n'est pas suffisamment représentatif et pourrait donc être augmenté. Malgré cela, il convient de présenter des pistes de recherches futures. Nous pourrions confirmer les résultats de recherche constatés sur d'autres groupes en adoptant une méthodologie prenant en compte une ou plusieurs promotions complètes et en étudiant les acquis sur l'ensemble du parcours de formation des ingénieurs. Une nouvelle itération du dispositif pourrait être proposée et expérimentée, en s'appuyant sur le travail d'analyse qui a été réalisée au travers de la rédaction de cet article. Le dispositif pourrait également être complété par d'autres approches pédagogiques incitant les étudiants à avoir des pratiques de gestion pluridisciplinaires et donc alternatives prenant en compte les enjeux sociaux actuels des crises contemporaines.

## Bibliographie :

- Adderley, K. (Éd.). (1975). *Project methods in higher education*. Society for Research into Higher Education.
- Atkinson, R. (2006). Excellence in teaching and learning for project management. *International Journal of Project Management*, 24(3), 185-186.
- Atkinson, R. (2008). Excellence in teaching and learning project management. *International Journal of Project Management*, 26(3), 221-222.
- Avison, D. E., Lau, F., Myers, M. D., & Nielsen, P. A. (1999). Action research. *Communications of the ACM*, 42(1), 94-97.
- Ballesteros-Sánchez, L., Ortiz-Marcos, I., Rivero, R., & Ruiz, J. J. (2017). Project management training : An integrative approach for strengthening the soft skills of engineering students. *International Journal of Engineering Education*, 33(6), 1912-1926.

- Bissett-Johnson, K., & Radcliffe, D. F. (2021). Engaging engineering students in socially responsible design using global projects. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 4-26.
- Boltanski, L., & Chiapello, È. (1999). *Le nouvel esprit du capitalisme*. Gallimard.
- Boutinet, J.-P. (2012). *Anthropologie du projet*. Presses Universitaires de France.
- Dewey, J. (2019). L'Éducation progressiste et la science de l'éducation. *Recherche & formation*, 92, 71-82.
- Didier, J., & Tortochot, È. (2021). Former aux compétences du xxie siècle à l'aide du design. *Questions vives recherches en éducation*, N° 35.
- Edmondson, V., & Sherratt, F. (2022). Engineering judgement in undergraduate structural design education : Enhancing learning with failure case studies. *European Journal of Engineering Education*, 47(4), 577-590.
- Garel, G. (2011). *Le management de projet*. La Découverte.
- Gouttenoire, L., & Guillot, M. (2017). Mettre en situation et accompagner la construction de connaissances : Un parti pris pour la formation à l'accompagnement de projets en agriculture. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 33(2).
- Gouttenoire, L., & Loizon, A. (2022). Quelle réflexivité les étudiants ingénieurs ont-ils à propos de leurs pratiques d'apprentissage? Analyse d'écrits réflexifs et propositions pour le renforcement des capacités réflexives. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 38(3).
- Guanes, G., Wang, L., Delaine, D. A., & Dringenberg, E. (2022). Empathic approaches in engineering capstone design projects : Student beliefs and reported behaviour. *European Journal of Engineering Education*, 47(3), 429-445.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586.
- Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-Based Learning in Post-Secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots. *Higher Education*, 51(2), 287-314.
- Huijben, J. C. C. M., Van den Beemt, A., Wieczorek, A. J., & Van Marion, M. H. (2022). Networked learning to educate future energy transition professionals : Results from a case study. *European Journal of Engineering Education*, 47(3), 446-466.
- Jacob, E. (2022). *La professionnalité émergente des ingénieurs généralistes en France au prisme de l'apprentissage de la gestion de projet : Le cas de la formation des élèves à l'école Centrale de Marseille*. Aix-Marseille.
- Kolmos, A., Holgaard, J. E., & Clausen, N. R. (2021). Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 67-89.
- Lemaître, D. (2003). *La formation humaine des ingénieurs*. Presses universitaires de France.
- MacLeod, M., & van der Veen, J. T. (2020). Scaffolding interdisciplinary project-based learning : A case study. *European Journal of Engineering Education*, 45(3), 363-377.
- Midler, C. (1996). Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception. In G. de Terssac & E. Friedberg, *Coopération et conception* (p. 63-85). Octarès.
- Morgan, A. (1983). Theoretical Aspects of Project-Based Learning in Higher Education. *British Journal of Educational Technology*, 14(1), 66-78.
- Morin, E. (2015). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Éditions Points.
- Roy, M., & Prévost, P. (2013). La recherche-action : Origines, caractéristiques et implications de son utilisation dans les sciences de la gestion. *Recherches qualitatives*, 32(2), 129-151.

- Thievenaz, J. (2019). *Enquêter et apprendre au travail. Approcher l'expérience avec John Dewey*. Éditions Raison et Passions.
- Tormey, R., & Laperrouza, M. (2023). The development, validation and use of an interprofessional project management questionnaire in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 1-16.
- Tortochot, E., & Didier, J. (2023). Enjeux d'une approche didactique de l'enseignement du design : Les exemples suisses et français. *Journal de recherche en éducations artistiques (JREA)*, 1, 10-23.
- Vandangeon-Derumez, I., Lépinard, P., & Calcei, D. (2022). *Former les managers de demain—Kit créatif pour les formateurs*. Presses des Mines.