

## 7.1 *Sujet de thèse de doctorat portant sur « les compétences »*

### Titre

"Adaptation continue des formations professionnelles (initiales et alternantes) à l'évolution des besoins en compétences dans les organisations"

### Résumé

Les processus de reconfiguration de la formation professionnelle initiale et alternante doivent s'inscrire dans un continuum avec les processus managériaux et métiers des entreprises pour répondre aux enjeux économiques. Si les formations évoluent régulièrement pour prendre en compte les besoins des entreprises, la temporalité des évolutions n'est pas toujours adaptée à la réalité économique. Il conviendrait de synchroniser la réactivité d'adaptation de la formation avec celle de l'activité professionnelle à l'aide de mécanismes de régulation. Ces mécanismes pourraient s'appuyer sur des indicateurs relatifs à l'activité au sein des entreprises pour réguler les activités de formation. Les besoins d'agilité et de flexibilité dans la configuration collective du travail, et notamment dans la recherche de compétences pour répondre aux besoins des entreprises, engendrent des besoins d'agilité sur les processus de reconfiguration de la formation professionnelle.

Le travail de recherche proposé dans le cadre de cette thèse concerne la caractérisation de la régulation de l'offre de formation, voire des activités de formation, en fonction de l'évolution des besoins en compétences dans les activités professionnelles.

### Projet de recherche détaillé

#### Contexte

L'industrie du futur se caractérise par des changements profonds dans le management des organisations, dans l'informatisation et l'analyse des données, et notamment par une plus grande flexibilité dans les activités professionnelles en vue d'augmenter la capacité d'adaptation des entreprises. Pour s'adapter à la demande des marchés, l'anatomie de l'entreprise devra être à géométrie variable. Une telle adaptabilité implique une régulation suivant les lois de la systémique. Pour que cette reconfiguration dynamique soit possible, la formation doit être associée au système de l'entreprise par un couplage entre les activités professionnelles en son sein et les processus de construction des formations en dehors de celle-ci.

Si cette vision systémique de l'entreprise couplée avec la formation semble répondre aux besoins actuels d'agilité et de flexibilité, elle doit s'accorder avec la volonté croissante de mettre l'individu au cœur du système, et de tirer le meilleur de ses compétences pour créer l'activité de l'entreprise. En effet, depuis plusieurs années, les recruteurs se focalisent sur les talents plutôt que sur la volonté d'apparier des candidats et des profils de postes prédéfinis. L'individu peut alors développer son potentiel et s'épanouir dans son activité professionnelle, où il se sent reconnu et confiant.

Les deux visions précitées (vision systémique et vision centrée utilisateur) présentent un paradoxe qui constitue un verrou scientifique : i) adapter la formation professionnelle à l'évolution de l'activité de l'entreprise en vue de s'adapter à la demande des marchés ii) adapter l'activité de l'entreprise à son potentiel de compétences en vue de les mobiliser avantageusement et d'augmenter la performance. Cette vision centrée sur les individus, qui s'oppose à la logique prescriptive classique centrée sur les fiches de postes, favorise l'émergence de talents et minimise le turn-over coûteux pour les entreprises.

#### Positionnement scientifique

Le sujet proposé par le laboratoire SYMME s'inscrit dans la perspective d'ingénierie d'un système de régulation dynamique du processus de reconfiguration de la formation professionnelle.

Pour répondre à la **vision centrée utilisateur**, le travail de recherche que nous voulons mener s'appuie sur une approche scientifique fondée sur l'analyse des données d'interactions avec les systèmes numériques, à l'aide d'un système à base de compétences. Pour répondre à la **vision systémique de l'entreprise** couplée avec la formation, nous évaluerons le différentiel entre le potentiel de l'entreprise en termes de compétences effectives et ses besoins pour s'adapter à la demande des marchés. Le mécanisme de régulation dynamique du processus de reconfiguration de la formation professionnelle devra prendre en compte à la fois les besoins des utilisateurs et ceux de l'entreprise.

Les problématiques sous-jacentes se situent à l'intersection des domaines constitués par l'analyse informatique des compétences, et l'analyse en sciences de gestion des spécificités des compétences menant à la performance. Généralement, le processus de reconfiguration de la formation professionnelle est une activité collaborative que nous pouvons analyser avec le modèle classique du trèfle (clover model), qui définit trois classes de fonctionnalités intitulées "production", "communication" et "coordination", auquel nous ajoutons la classe "régulation".

Nous traiterons alors la question de recherche suivante : **Quels sont les indicateurs caractérisant l'adaptabilité de l'entreprise dans un contexte donné qui permettront de formaliser, à l'aide d'un mécanisme de régulation, les transformations nécessaires dans l'offre de formation ?**

#### Descriptions scientifique et technique et résultats attendus

Nous proposons de travailler avec une méthodologie double : d'une part, nous nous appuyerons sur les compétences recueillies à partir de l'activité effective au sein de l'entreprise partenaire pour élaborer la cartographie des compétences. D'autre part, nous utiliserons une méthodologie s'appuyant sur l'étude de cas de l'entreprise partenaire à partir

d'entretiens avec les dirigeants et les équipes de projets. Nous chercherons à identifier le potentiel de compétences dans l'entreprise et tenterons de chercher l'origine du différentiel entre ce potentiel et les besoins en compétences pour les projets en cours ou à venir. Le mécanisme de régulation de l'offre de formation pourra s'appuyer sur un référentiel de compétences (ex. ESCO<sup>5</sup>) commun à l'entreprise et à la formation.

### Étapes

- Dans un premier temps, le travail de recherche consiste à spécifier la cartographie des compétences effectives au sein de l'entreprise, et celle des compétences acquises dans le cadre de la formation. Il s'agit notamment d'identifier le potentiel de l'entreprise en termes de compétences pour déterminer sa capacité à répondre à une demande du marché et à identifier les compétences manquantes le cas échéant. Cette première étape pourra être réalisée soit à partir d'une instrumentation logicielle des environnements numériques de travail, soit à partir d'observation pour recueillir les compétences existantes.
- Dans un deuxième temps, le travail de recherche consiste à spécifier le lien entre le processus de construction de l'offre de formation et la reconfiguration dynamique des équipes de travail pour répondre aux demandes du marché.
- Dans un troisième temps, nous tenterons de valider les modèles précédents en spécifiant un modèle opérationnel au travers d'expérimentation au sein d'une structure de formation (lycée partenaire du dossier) et d'une entreprise partenaire.

### Références

Soumaya Yahiaoui, Christophe Courtin, Pierre Maret, Laurent Tabourot. Competences Network Based on Interaction Data for Recommendation and Evaluation Aims. Complex Network 2017, 2017, Lyon, France. pp.989-1001. (hal-01994599)

Christophe Courtin, Miguel Tomasena. A benchmarking platform for analyzing corpora of traces: the recognition of the users' involvement in fields of competencies. Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Conference on Big Data Computing, Applications and Technologies, Dec 2016, Shanghai, China. (hal-01537995)

Article dans une revue

Soumaya Yahiaoui, Christophe Courtin, Pierre Maret, Laurent Tabourot. Decision-making system for recommending and evaluating competences networks based on interaction data. Applied Network Science, Springer, 2019. (hal-02191132)

### Encadrement

Laboratoire SYMME USMB, IREGE USMB

## 7.2 Sujet de thèse de doctorat portant sur « les démarches de progrès »

### Titre

« Démarches de progrès – Étude des maturités individuelles et collectives pour renforcer la formation des talents »

### Contexte

Les démarches de mise en œuvre de l'excellence opérationnelle (qu'elles soient de type démarche d'amélioration continue (Lean, Six Sigma...) ou qu'elles abordent une vision plus globale et transverse de l'organisation telles les approches Supply Chain) **peinent à être déployées efficacement dans de nombreuses entreprises**. Et ce, malgré l'existence de collaborateurs/animateurs experts des outils et méthodologies associées aux démarches. Pourtant, de plus en plus, la faculté d'une organisation à s'approprier ses démarches de progrès est un passage important si ce n'est nécessaire à sa pérennité.

Mise en œuvre difficile, pérennisation impossible : la maturité de l'organisation et son appropriation des outils sont des facteurs essentiels dans la réussite des actions.

Cependant, cette maturité de l'organisation ("maturité collective") est très certainement conditionnée par la maturité des individus qui composent l'organisation et participent à la mise en œuvre des démarches. En effet, une difficulté récurrente de ces approches réside notamment dans le fait. Pilotées par des experts (techniciens ou ingénieurs en Génie Industriel), ces démarches ancrent néanmoins leur réussite sur **l'appropriation que se font les collaborateurs de la démarche elle-même et de ses résultats**. La réussite de leur déploiement ne repose alors pas uniquement sur la connaissance et la maîtrise des outils par les experts/animateurs dont c'est le cœur de métier, mais sur la prise de conscience de la **dimension globale et philosophique des démarches qui est un facteur clef de succès incontournable**. La pratique des outils souvent dévolue à un acteur "expert" est un élément de succès non négligeable. Au-delà de cette pratique, l'implication des équipes et le soutien de la direction ont depuis longtemps été identifiés comme des éléments incontournables pour la réussite des démarches de progrès.

Cependant, l'implication et/ou la contribution des collaborateurs ne passe-t-elle pas par **la maturité de chacun**, quel que soit son niveau d'expertise et son positionnement dans l'organisation et dans la dynamique de progrès ? Peut-on, à l'instar d'une maturité collective, évaluer des maturités individuelles ? **Existe-t-il des connexions** - et sous quelles formes - entre ces maturités individuelles et la maturité collective de l'organisation ? Comment faire pour que les collaborateurs techniques (secondaire comme tertiaire) **puissent acquérir un niveau de maturité individuel plus contributif à la maturité collective** vis-à-vis de ces démarches, par nature transversales ? Comment façonner les talents pour qu'ils soient sensibles aux démarches de progrès et catalyseurs de leur réussite ?

---

<sup>5</sup>European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (ESCO) : <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>

## Objectifs

Notre objectif dans ce travail est **d'identifier les éléments clés dans la maturité individuelle** face aux démarches de progrès : ces éléments ont trait à la personnalité, à des facultés cognitives propres à chaque individu mais aussi à une sensibilité, un niveau de compréhension des enjeux ou une vision transversale de l'organisation.

Nous nous attacherons ensuite à **identifier les liens entre cette maturité individuelle et la maturité collective** (et donc efficace) de l'organisation face aux démarches de progrès et d'excellence opérationnelle.

Une fois ce lien établi, notre intérêt se portera sur la façon de **contribuer à cette maturité individuelle** - à travers les programmes de formation existant ou à venir - pour in fine, amener l'organisation vers une meilleure maturité collective et ainsi une dynamique de progrès.

Ainsi, la thèse devra mettre en lumière les « connaissances / sensibilité / expériences » - éléments de maturité individuelle - qui permettent de mettre un animateur de ces démarches d'excellence opérationnelle dans une posture favorable à la réussite de la mise place mais aussi à la pérennisation des actions de progrès. La maturité des organisations, grâce à l'ensemble de maturités individuelles, pourrait se construire plus efficacement, à travers des éléments de formation des collaborateurs, en particulier ceux plutôt destinés à des postes opérationnels.

## Étapes

- Évaluer la maturité des individus et équipes vis-à-vis du déploiement des démarches de progrès. Cette évaluation pourra se baser sur des travaux de recherche réalisés au sein du laboratoire Symme. Une étude bibliographique complémentaire sera menée afin d'adapter les travaux au contexte. L'évaluation de la maturité devra être réalisée à la fois à un niveau microscopique (au niveau des individus) et macroscopique (au niveau de l'équipe).
- Identifier les leviers de la maturité individuelle favorisant la maturité collective. Il s'agira d'analyser les niveaux de maturités individuelle et collective préalablement obtenus afin de définir les liens potentiels entre eux. Les relations identifiées entre maturité individuelle et maturité collective devront être caractérisées pour mettre en évidence leur impact. La part du vécu formatif de l'individu pourra être prise en compte dans cette étude.
- Exploiter les liens entre maturité individuelle et maturité collective dans l'optique de compléter le processus de formation. Il s'agira de proposer, par exemple, des contextes de formation favorisant la compréhension individuelle des approches afin de rendre les apprenants plus enclins à la dynamique collective de progrès.

## Références

- Backlund, F., Chronéer, D. and Sundqvist, E. (2015), "Maturity assessment: towards continuous improvements for project-based organisations?" International Journal of Managing Projects in Business, Vol. 8 No. 2, pp. 256-278.
- Bhasin, S. (2012), "Performance of Lean in large organisations", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 31, pp. 349-357.
- Bortolotti, T., Boscari, S., Danese, P., (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. International Journal of Production Economics, Vol. 160, pp. 182-201.
- Chirinos, O., Pralus, M., Habchi, G. and Messaoudène, Z. (2017), "Company sustainability, an overview of the existing literature: in search of a common definition and its influence over continuous improvement endeavours", paper presented at The 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC2017), 9-14 July, Toulouse, France.
- Chirinos-Colmenares, O. (2018), « Dynamique des démarches d'amélioration continue : Maintien du cycle de la performance ». Thèse en Sciences pour l'Ingénieur, Communauté Université Grenoble Alpes, USMB.
- Iskander Zouaghi. Maturité supply chain des entreprises : conception d'un modèle d'évaluation et mise en oeuvre. Gestion et management. Université de Grenoble, 2013
- Lyonnet, B. (2010), "Amélioration de la performance industrielle: vers un système de production Lean adapté aux entreprises du pôle de compétitivité Arve Industries Haute-Savoie Mont-Blanc" Thèse en Génie Industriel, Université de Savoie, Annecy.
- Real R., Pralus M., Pillet M., Guizzi L. (2007) A study of supporting programs for small and medium enterprises: a first stage going to "Lean", IEEE Int. Conf. on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM2007), Singapore, 2-5 December 2007.
- Soliman, M. and Saurin, T. (2017), "Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 45, pp. 135-148.
- Uche Okongwu, Risako Morimoto, Matthieu Lauras. The maturity of supply chain sustainability disclosure from a continuous improvement perspective. International Journal of Productivity and Performance Management, Emerald, 2013, 62 (8), pp.827 - 855.

## Encadrement

Laboratoires SYMME USMB, LISTIC USMB, IREGE USMB

## 7.3 Sujet de thèse de doctorat portant sur la « fabrication additive »

### Titre

« Évaluation et amélioration des prédictions de simulations numériques du procédé de fabrication additive métallique sur lit de poudres »

### Résumé

Le projet de recherche proposé vise à améliorer la maîtrise du procédé de fabrication additive par fusion laser sur lit de poudre, en rapprochant des partenaires académiques et industriels. Ce sujet est intéressant à deux points de vue. C'est d'une part un sujet d'actualité qui préoccupe la communauté scientifique comme en témoigne les thématiques scientifiques du GDR

ALMA (*Alliages métalliques par/pour la fabrication*) créé en janvier 2020 sous l'égide du CNRS. C'est d'autre part un sujet stratégique d'un point de vue industriel car malgré l'expérience et le savoir-faire, les entreprises du secteur sont encore confrontées à des difficultés techniques conduisant parfois à des pièces non-conformes. Les retombées attendues pour le projet sont donc multiples : (i) scientifiques avec la mise en commun d'informations, de données, d'outils d'analyse, le développement de compétence et d'expertise pour les partenaires, (ii) académiques avec la publication de communications et d'articles scientifiques, (iii) économique car aboutissant à une meilleure maîtrise du procédé, une meilleure réactivité et une diminution du nombre de pièces mises au rebut.

## Projet de recherche détaillé

### Contexte

Pour la fabrication additive de pièces en métal, le territoire haut savoyard possède un atout majeur avec la présence de la société Initial Design & Production Prodways, leader en France en développement de produits par fabrication additive. La société basée à Seynod, à proximité d'Annecy, met en œuvre la technologie de fusion métal ou ALM (Additive Layer Manufacturing). L'expertise de l'entreprise est unique et s'appuie sur une expérience de 15 années dans des secteurs comme l'aéronautique, le médical ou encore l'automobile. Malgré son savoir-faire, l'entreprise est toujours confrontée à des difficultés techniques. Même si de plus en plus d'outils numériques existent sur le marché afin d'anticiper le bon déroulement du processus de fabrication additive sur lit de poudre, la multiplicité des facteurs machine et numérique influant sur le processus conduisent parfois à des non-conformités de pièce. C'est dans ce contexte plus précis que les travaux de thèse vont être développés afin de lever les principales incertitudes impactant le développement et l'intégration industrielle de ces nouveaux procédés de fabrication additive.

La démarche scientifique mise en œuvre s'appuiera sur une méthode scientifique classique comportant 4 volets détaillés dans les paragraphes qui suivent.

### Démarche scientifique

**État de l'art :** La recherche bibliographique doit permettre d'évaluer l'état de l'art et de confirmer les incertitudes scientifiques contemporaines. Outre les aspects liés à la fabrication additive, les post-traitements mécaniques et thermiques, cette revue bibliographique devra se focaliser sur les connaissances scientifiques autour des domaines microstructuraux et macrostructuraux ainsi que les travaux en lien avec le développement d'outils de simulation numérique pour les procédés de fabrication additive. Au terme de cette étude et au regard des résultats qui seront analysés, le matériau qui engendre le plus de non-conformité de fabrication sera sélectionné (probablement l'acier martensitique Maraging MS1).

**Caractérisation métallurgique et mécanique :** Ce volet nécessite la mise en œuvre de moyens matériels et de compétences afin d'obtenir un ensemble de données expérimentales (i) nécessaire à l'identification des paramètres matériaux des modèles de comportement sélectionnés et (ii) en vue de mieux comprendre l'origine des contraintes résiduelles au sein des pièces à l'issue du procédé de fabrication additive. Sur la base d'éprouvettes modèles fabriquées par le partenaire industriel, différents essais mécaniques seront réalisés en traction, compression, fatigue et fluage. Parallèlement, une étude microstructurale et une analyse tomographique des échantillons seront conduites. Les résultats obtenus à ces différentes échelles permettront d'orienter le modèle de comportement à retenir et de constituer une base de données matériaux en fonction de son état : TTH, détente, revenu, recuit...

**Modélisation et simulation numérique :** Ce volet vise au travers de la modélisation et de la simulation numérique à (i) mieux comprendre les phénomènes physiques à l'origine des défauts (porosité, fissures, déformations liées aux contraintes résiduelles), (ii) prédire en fonction des paramètres opératoires les états de contrainte et déformation et (iii) fournir *in fine* une aide à la conception des pièces. La mise au point des simulations numériques passera tout d'abord par une phase d'identification des paramètres matériaux des modèles de comportement. Le calage des modèles à partir des données expérimentales est un point délicat qui pourra être abordé à partir de méthodes de type recalage de modèles EF par exemple. Les modèles retenus (modèles compartimentés, prenant en compte simplement les hétérogénéités du matériau) devront conduire à des temps de calcul compatibles avec les exigences industrielles et fournir des résultats suffisamment fiables tant du point de vue des tendances observées que de la précision des résultats. Ces travaux initialement mis au point sur un code de calcul EF maison seront alors déployés sur des codes de calcul industriels tels Amphyon ou Ansys. La démarche se clôturera par la mise en place d'un processus méthodologique permettant de fiabiliser la mise en donnée numérique ainsi que maximiser la fiabilité des résultats.

**Confrontation modèle/expérience :** Il s'agira ici de construire un benchmark numérique afin de confronter les différents codes de calcul. Une pièce de référence sélectionnée par le partenaire industriel sera fabriquée. Un ensemble d'observables sera mesuré sur cette pièce et comparé aux résultats numériques. L'accent sera tout particulièrement mis sur la capacité de la démarche à prédire les déformations des pièces et les contraintes résiduelles à l'origine de la fissuration des pièces.

### Encadrement

Laboratoire SYMME USMB