



# **Industrie du futur : le challenge de la transition numérique des PME relevé par la mobilisation des capacités dynamiques<sup>1</sup>**

**ST-AIMS 3 : Industrie du futur : vers un nouveau paradigme industriel**

**Dechamp, Gaëlle**

Université J. Monnet, Saint-Etienne

[gaelle.dechamp@univ-st-etienne.fr](mailto:gaelle.dechamp@univ-st-etienne.fr)

**Mosconi, Elaine**

Université de Sherbrooke

**De Santa-Eulalia, Luis**

Université de Sherbrooke

**Perdreau, Frédéric**

Université J. Monnet, Saint-Etienne

## **Résumé**

---

La transition numérique (TN) des PME, enjeu fondamental de l'industrie du futur, est un phénomène complexe. Peu d'études abordent le parcours de la TN d'un point de vue intégrateur et holistique, permettant aux gestionnaires de comprendre comment convertir les technologies disponibles dans les organisations dans un objectif de transformation à long terme. Ce papier présente une approche conceptuelle du rôle des capacités managériales dans le parcours de la TN des PME. En nous appuyant sur le cadre conceptuel adapté de Bordeleau et al. (2021) et sur les résultats d'une table ronde d'experts organisée lors des Entretiens Jacques Cartier 2020, nous mettons en évidence l'importance des capacités managériales dans le processus de transformation digitale des PME, aussi bien françaises que québécoises.

---

**Mots-clés :** Transition numérique, capacités dynamiques, PME, industrie 4.0,

---

<sup>1</sup> Une 1<sup>ère</sup> version sous forme de résumé long (6 pages) de cette communication a été présentée au CIFEPME 2021. Deux chercheurs supplémentaires, appartenant au programme de recherche Joint Research Chair qui finance en partie ces travaux, avaient alors participé à la réflexion et à la rédaction du texte.



# **Industrie du futur : le challenge de la transition numérique des PME relevé par la mobilisation des capacités dynamiques**

## **INTRODUCTION**

Les technologies associées à la 4<sup>e</sup> Révolution industrielle (4RI), aussi connue comme Industrie 4.0 dans le domaine industriel ou encore transformation numérique (TN), sont des outils puissants qui représentent souvent des investissements et des efforts d'intégration importants (Liao et al., 2017), et résultent en une numérisation des activités opérationnelles et managériales (Lee et al., 2015). Les bénéfices attendus sont notamment des cycles de développement et d'innovation plus courts, la réduction du temps de mise en marché de produits et services, la fabrication sur mesure au prix de production de masse, une plus grande flexibilité en production et une augmentation de l'efficacité et de l'efficacités des ressources (Lasi et al., 2016).

Afin de soutenir les entreprises face aux défis de la 4RI et profiter de ces opportunités, au Québec, le programme « Manufacturier innovant » a été lancé par Investissement Québec en 2016, engageant plus de 800 M CAD pour le secteur. Du côté français, le programme national « Industrie du futur » a été lancé en 2015. Un programme dédié à l'accompagnement à la TN des PME a également été mis en œuvre depuis 2018 avec un budget de 500 M Euros. Malgré ces initiatives nationales, les PME ont encore de la difficulté à entreprendre leur TN (France Num, 2020).

La TN est définie par une transformation, précipitée par une technologie de l'information transformationnelle, impliquant des changements fondamentaux sur les processus d'affaires, les routines opérationnelles, les capacités organisationnelles et sur le modèle d'affaires (Lee et al., 2018). C'est donc une transformation digitale au sens de : « *a change in how a firm employs digital technologies, to develop a new digital business model that helps to create and appropriate more value for the firm* » (Verhoef et al., 2021, p. 889). Cette TN, aussi appelée digitalisation, n'a rien d'homogène, encore moins pour les PME. Elle dépend avant tout du secteur d'activité, de la taille de la structure, (par exemple les TPE accusent un retard



plus important - France Num, 2020), mais aussi de la localisation qui joue un rôle important. La digitalisation ne concerne pas uniquement les relations externes (les ventes, la relation client, les fournisseurs, la chaîne d'approvisionnement), mais également la transformation des activités internes et/ou supports (Berger-Douce et al., 2018). Avec une moyenne globale inférieure à 30% sur la digitalisation des fonctions supports (RH, comptabilité, gestion, organisation) les PME françaises conservent un retard certain (étude sur la transformation digitale de [francenum.gouv.fr.](http://francenum.gouv.fr), 2019; APEC, 2019). Au Québec les résultats d'études ont également souligné une certaine inertie au niveau des PME (Deslauriers et al., 2019; STIQ, 2019), notamment dû au manque de compréhension du potentiel d'innovation de la TN et de la valeur créée par le virage numérique. Cependant, malgré la littérature croissante sur la transformation numérique (Durand 2015 ; Lee, Bagheri, & Kao, 2015 ; Dachs, Kinkel, & Jäger, 2019 ; Cézanne, Lorenz & Saglietto, 2020), peu d'études abordent le parcours de la TN d'un point de vue intégrateur et holistique permettant aux gestionnaires de comprendre comment convertir les technologies acquises et implantées dans les organisations dans une quête d'innovation, en vue de sa pérennité. Ce papier vise à combler cette lacune par la discussion du rôle des capacités managériales dans le parcours de la TN des PME. Grâce à une étude exploratoire, nous avons collecté des données auprès d'experts (praticiens et académiques) sur le thème des capacités managériales des PME dans la TN. Nos conclusions préliminaires nous ont permis d'explorer le cadre conceptuel adapté de Bordeleau et al. (2021) mettant en évidence l'importance d'une stratégie claire permettant l'exploitation de capacités actuelles et d'exploration de capacités à développer les innovations possibles autour de la valeur, permettant de créer l'entreprise de la nouvelle génération.

## **1. REVUE DE LA LITTÉRATURE**

### **1.1 FONDEMENTS THEORIQUES DE LA TRANSFORMATION NUMERIQUE**

En tant que domaine émergent, la recherche sur la transformation numérique (TN) des organisations, est encore fragmentée et se concentre davantage sur les aspects technologiques (Rayna, & Striukova, 2016 ; Reischauer, 2018) et logistiques (Luthra et al., 2020) même si quelques chercheurs intègrent également l'aspect humain dans la réflexion (Ansari, Erol, & Sihm, 2018). Puisque la littérature n'offre pas de consensus sur sa définition, nous avons choisi



d'adopter un cadre conceptuel large, proposé récemment par Bordeleau et al. (2021). Basé essentiellement sur la littérature en Management des systèmes d'informations, il s'agit d'un cadre intégrateur allant au-delà des technologies, axé sur la création de valeur et sur l'innovation. Avec une vision holistique de la TN, ce cadre met en avant quatre composantes de la TN (Bordeleau et al., 2021), à savoir :

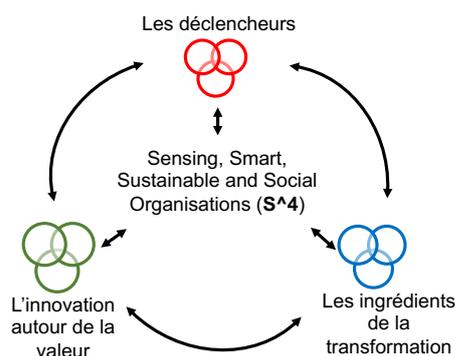
- **Les déclencheurs.** Les technologies émergentes du monde numérique (p. ex, l'intelligence artificielle ou l'infonuagique), physique (p. ex., les matériaux avancés) et du biologique (p. ex., la génétique avancée) sont les déclencheurs de la transformation, surtout grâce à leur potentiel de convergence vers des systèmes sophistiqués (p. ex. l'impression 3D de tissus humains).
- **Les ingrédients ou principes de la transformation.** Ces technologies (déclencheurs) offrent aux gestionnaires de nouvelles capacités ou habiletés, comme la dématérialisation des systèmes, la capacité à travailler en temps réel, la décentralisation, l'autonomie, l'interopérabilité des systèmes ou encore l'automatisation accrue. Ces capacités sont organisées en trois groupes, à savoir : les capacités humaines (p. ex., l'humain a une capacité de visualisation améliorée avec l'usage de la réalité augmentée), technologiques (p. ex., le traitement de données sera beaucoup plus rapide avec l'ordinateur quantique) et organisationnelles (p. ex., les organisations sont capables d'avoir un canal direct avec presque tous les clients à travers les médias sociaux). Ces capacités peuvent être combinées et permettent la création de valeur différemment, favorisant l'innovation.
- **Les innovations autour de la valeur.** Les capacités soutenues par les principes de la TN sont essentielles à la proposition, création, livraison et gestion de la valeur. Selon Bordeleau et al. (2021), la notion de valeur prend une place centrale dans le processus de TN. Les auteurs mentionnent trois formes d'innovation autour de la valeur. Tout d'abord une notion de valeur augmentée (p.ex., la valeur d'une montre intelligente va au-delà de fournir l'heure), ensuite une façon nouvelle de créer et distribuer de la valeur (p. ex., la production des pièces super-personnalisées à travers la manufacture additive et la livraison par drones), et finalement une gestion inédite de la chaîne de création de valeur (p. ex., une chaîne d'approvisionnement dans une plateforme d'impression 3D, comme 3DHubs ou Thingiverse, peut inclure de milliers de fournisseurs, au lieu des centaines, ce qui force les gestionnaires à repenser la façon de



développer et évaluer les fournisseurs). Ces trois types d'innovation, ensemble ou séparément, ont le potentiel de générer une entreprise de la nouvelle génération, qui a une vision de la TN avec une ambition plus large que seulement orientée vers la technologie.

- Les sens ou les intentions de la TN.** Les innovations possibles autour de la valeur permettent à l'entreprise de la nouvelle génération de devenir plus sensitive (« *sensing* », en anglais), puisqu'elle est capable de mieux sentir ou appréhender son environnement interne et externe, grâce à un vaste accès à des données (méga-données). Ces données, une fois traitées par les nouvelles générations d'algorithmes (p. ex., l'apprentissage profond) offrent la possibilité aux entreprises d'être plus intelligentes et connectées (« *smart* »). Les entreprises intelligentes sont capables de prendre de meilleures décisions en tenant compte des générations futures ; par conséquent, elles ont l'occasion d'être plus durables dans ces actions (« *sustainable* »). Finalement, les entreprises sont aussi capables de dynamiser un aspect important de l'adaptation et de l'évolution de l'être social que nous sommes, c'est-à-dire soutenir l'intelligence collective et la coopération (« *social* »). Les entreprises, les humains et les objets sont connectés comme jamais entre eux. Les quatre aspects (*sensing, smart, sustainable, social*) permettent de créer les organisations de la nouvelle génération, appelée par Bordeleau et al. (2021), des organisations « S<sup>4</sup> ». Ce cadre intégrateur est schématisé dans la Figure 1.

**Figure 1** : Cadre conceptuel global de la TN (d'après Bordeleau et al., 2021)



Ces quatre aspects (déclencheurs, ingrédients, innovations et sens/intentions) interagissent entre eux de façon cyclique afin de guider la TN des organisations dans un propos plus ample, pour leur permettre de devenir des organisations plus conscientes de leur rôle et de leur impact.



## 1.2. LES CAPACITES MANAGERIALES DANS LE CADRE DE BORDELEAU ET AL. (2021)

Le cadre intégrateur de Bordeleau et al. (2021) dépasse le point de vue technologique (incarné dans les « déclencheurs »), le plus courant dans la littérature sur la TN, mais il n'explique pas comment concevoir l'articulation entre ses différentes composantes (déclencheurs, ingrédients/principes, innovations autour de la valeur) pour assurer une TN réussie. Considérant cette lacune, une approche par les ressources et compétences telle que proposée par Teece (2018), distinguant capacités dynamiques et capacités opérationnelles, pose les capacités managériales au cœur de cette dynamique. Elle s'accorde particulièrement bien au cadre intégrateur proposé par Bordeleau et al. (2021) et invite à approfondir les compétences managériales qui animent le parcours de la TN des PME.

Teece (2018) a avancé que les capacités dynamiques se comprennent mieux dans le contexte du portefeuille global de capacités d'une organisation, qui peut s'appréhender comme fonctionnant sur deux niveaux (Winter, 2003). À la base se trouvent les capacités opérationnelles et autres capacités ordinaires, les routines qui permettent à une organisation de poursuivre un ensemble d'activités définies, plus ou moins efficacement. Au-dessus se trouvent une strate de capacités dynamiques, qui peut être divisée en « microfondations » et capacités « d'ordre supérieur » (Teece, 2007). Les microfondations, qui impliquent l'ajustement et la recombinaison des capacités ordinaires existantes, tout comme la création de nouvelles, sont des capacités dynamiques de second ordre. *“Guiding these are the high-order dynamic capabilities by which management, supported by organizational processes, senses likely avenues for the future, devises business models to seize new or changed opportunities, and determines the best configuration for the organization based on its existing form and the new plans for the future”* (Teece, 2018, p. 41). Cette appréhension du portefeuille de capacités en deux niveaux fait clairement ressortir les capacités dynamiques comme relevant de la sphère managériale et appropriées pour représenter l'articulation entre ses différentes composantes (déclencheurs, ingrédients/principes, innovations autour de la valeur) pour une TN réussie.

Les éléments du cadre intégrateur de Bordeleau et al. (2021) peuvent être qualifiés au regard de cette approche. Les « ingrédients ou principes » de la TN, quand bien même ils sont transformés par les déclencheurs et incorporent un contenu technologique, ressortent alors comme des capacités ordinaires. C'est seulement à travers une bonne compréhension de ces capacités, leur acquisition ou leur recombinaison par des capacités dynamiques managériales



au sein de l'organisation, que ces capacités ordinaires peuvent soutenir la TN de la PME. Ces premières capacités dynamiques managériales peuvent se situer, dans les PME, au niveau de l'encadrement ou de la direction et sont assimilables aux « micro-fondations ». Enfin, les capacités managériales qui vont permettre les innovations autour de la valeur amènent la PME à donner son sens/intention (sa direction) à la TN de la PME et ressortent comme les capacités dynamiques d'ordre supérieur. Elles se situent au niveau de la direction de la PME exclusivement.

La réunion d'une dizaine d'experts de la TN lors d'une demi-journée de conférence nous a permis d'approfondir nos premières réflexions et intuitions autour de ce modèle intégrateur global de la TN.

## 2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

À travers une approche qualitative exploratoire, nous avons organisé un groupe de discussion sous forme d'un atelier d'experts en TN dans les PME, début novembre 2020, dans le cadre du cycle de conférences des « Entretiens Jacques Cartier »<sup>2</sup>. Ce groupe de discussion a réuni onze experts, plus précisément neuf universitaires et deux professionnels canadiens et français, pendant 4 heures. Le déroulé de cet atelier a eu lieu en quatre temps de présentation puis discussion d'une thématique. Les deux premiers ont été animés par les professionnels (le responsable de Digital League de la région Auvergne Rhône-Alpes d'une part, et le coordinateur du CEGEMI et membre de l'IntelliLab du Québec d'autre part), et les deux temps suivants ont été animés par des binômes de chercheurs français et québécois. Les quatre thématiques discutées ont été les suivantes :

- Le soutien à l'innovation et à la collaboration pour la transition numérique.
- La digitalisation des services dans les petites et moyennes entreprises industrielles.
- Les défis d'une transition numérique responsable en PME.

---

<sup>2</sup> Les présentations faites lors de l'atelier ont été enregistrées et sont disponibles via le lien suivant : <https://www.youtube.com/watch?v=yNvTgx9izgA>



-Les pistes de solutions aux enjeux actuels de la transition numérique et industrie 4.0 pour les PME françaises et québécoises.

Tout au long de l'atelier deux chercheurs ont pris des notes et travaillé en direct à une synthèse des principales idées ou arguments développés dans chaque thématique, mais aussi des éléments saillants de discussion liés aux questions ou remarques du public. Cette synthèse a été présentée à la fin de l'atelier à l'ensemble des participants et validée. Elle constitue la base principale des résultats présentés dans cette communication et est, en grande partie, à l'origine du modèle conceptuel proposé par les auteurs.

Le groupe de discussion est une méthode recommandée dans le but de cibler les principales problématiques à explorer dans le cadre d'une enquête plus approfondie (Morgan, 1998), tel que l'objectif poursuivi dans ce papier. Cette méthode est également utile quand il y a une diversité de points de vue et que l'on cherche à identifier les divergences ou les convergences sur un sujet en particulier. Les groupes de discussion contribuent à mettre en lumière et à comprendre les divers points de vue pouvant aider à préciser un concept, un besoin ou une démarche (Prévost & Roy, 2015).

Les résultats de cet atelier de discussion, qui ont permis des allers-retours entre la théorie et la réalité du terrain, sont donc issus d'une analyse abductive. Il est fréquent, dans les recherches de type qualitatif, que l'on observe une certaine circularité ou récursivité qui compose nécessairement avec des moments de déduction (Anadón & Guillemette, 2006).

### **3. PROPOSITION D'UN CADRE D'ANALYSE CONCEPTUEL DE LA TN DES PME**

#### **3.1. PRINCIPAUX RESULTATS**

La discussion entre experts et entre les experts et le public de l'atelier ont mis en évidence les 5 idées majeures suivantes :

- La technologie est uniquement le déclencheur de la transformation digitale ou numérique, il faut élaborer une stratégie globale d'entreprise pour la mettre en place ;
- L'humain est primordial dans la transformation numérique : sans engagement des équipes, les nouveaux outils seront délaissés et se solderont par un échec ;
- La transformation numérique n'est pas synonyme de puissance financière ;



- Les PME et les TPE éprouvent le plus de difficultés dans cette transformation numérique ;
- Peu de différences majeures entre la France et le Québec sont notables, excepté les personnes responsables de la transformation numérique (Responsable digital en France, Directeurs financiers au Québec). Une problématique de priorité des missions est alors mise en avant.

Dans un premier temps, les experts exposent les idées clés de la transformation numérique. Un point d'attention est accordé à la manière de mettre en place cette transformation, car c'est un élément fondamental. En effet, les experts s'accordent à dire qu'il est important d'aligner la transformation avec la stratégie d'entreprise car la technologie est un outil déclencheur du changement. Il est alors plus qu'essentiel d'aller au-delà de la technologie et de son processus d'implantation pour réfléchir à l'entreprise de manière globale.

La transformation numérique dans le secteur manufacturier est généralisée sous le terme d'Industrie 4.0. Dans ce contexte, les organisations se sentent obligées de repenser la proposition de valeur et de démontrer leur capacité à créer une nouvelle proposition au client final (Piccarozzi, Aquilani, & Gatti, 2018). Le problème qui survient le plus souvent est le besoin d'intégrer l'ensemble des éléments du contexte, incluant les aspects technologiques, humains et organisationnels. Les experts mettent alors en exergue l'erreur la plus fréquente : chercher à améliorer les problématiques existantes plutôt que de travailler sur une stratégie en lien avec le métier et la finalité de l'entreprise.

L'humain doit être au centre des préoccupations selon les experts, car il s'agit du facteur qui va faire en sorte que cette transformation numérique se réalise réellement (Ansari, Erol, & Sihm, 2018). Les experts prennent l'exemple des nouvelles pratiques liées à la Covid-19 avec l'utilisation de Zoom dans les organisations. Ils notent toutefois que cette transformation numérique avec l'utilisation de nouveaux outils va engendrer du stress pour certains individus. Les professionnels de l'atelier insistent alors sur la nécessité d'entourer les équipes par des personnes qui seront motrices de cette transformation numérique.

Même si les PME ont plus de difficultés que les grandes à entrer dans l'ère de l'Industrie 4.0, elles comprennent qu'elles sont dans l'obligation d'opérer ce changement pour leur survie. Ces entreprises méritent un réel point d'attention car ce sont elles qui, en réalité, ont le plus besoin d'aide. Les experts sont unanimes : il est nécessaire d'implanter une innovation



collaborative pour démarrer. Pour cela, les experts évoquent les capacités dynamiques d'une entreprise, c'est-à-dire sa capacité à faire face au changement. Cela se mesure entre autres, par la capacité à faire de la veille technologique, la capacité à saisir les opportunités ainsi que la flexibilité pour reconfigurer ses ressources internes afin d'obtenir un avantage concurrentiel. Lorsque l'on parle de transformation numérique, la question n'est pas de savoir s'il faut effectuer cette dernière, mais plutôt comment l'effectuer. Pour cela, l'intégration des médias sociaux organisationnels est évoquée. Ces derniers sont très abordables et permettent de réduire les frontières, partager les connaissances, rendre intuitives les relations de travail. Le problème le plus souvent soulevé sur ce sujet est la réticence des collaborateurs face au changement, d'où la nécessité de les engager dans la démarche au plus tôt.

Dans la phase de présentation de la thématique sur la digitalisation des services, les résultats de l'atelier mettent également en évidence le « *digital paradox* » qui correspond à l'idée reçue que la digitalisation est synonyme d'augmentation de performance financière... ce qui en réalité n'est pas le cas selon les experts. Les professionnels présentent alors les leviers mutuels entre « servicisation » et digitalisation. Ils abordent différentes stratégies possibles dans une stratégie de services telle que le service ajouté ou « *do it themselves* », la reconfiguration d'activités, le « *do it with them* » et la reconfiguration de modèles d'affaires c'est-à-dire le « *do it for them* ». La théorie veut que la performance financière soit augmentée par la servicisation, mais dans la pratique, les constats sont différents. Ce problème est similaire dans le digital. C'est ce qu'on appelle le « *digital paradox* ». Les experts se demandent alors comment faire pour dépasser ce « *digital paradox* » ? Leurs pistes de réponse préconisent de trouver une opportunité de croissance, de développer la construction d'un modèle relationnel lié au client, de mesurer les coûts importants ayant une structure complexe et de maintenir, à maturité, une performance financière importante.

Pour terminer les experts se sont interrogés sur l'existence ou non de différences entre la situation française et québécoise à propos de la TN des PME. Les 3 enjeux de la transformation numérique convergents entre la France et le Québec sont le besoin d'une veille active sur le sujet, le développement d'un capital humain et les bénéfices globaux recherchés. De même, l'importance des soutiens publics dans les infrastructures pour permettre la transformation numérique est essentielle. Les experts prennent l'exemple d'Uber qui n'existerait pas si les réseaux de télécommunication n'étaient pas bien déployés... Il existe cependant une différence majeure entre les 2 pays : la personne responsable du digital. En



France, il s'agit majoritairement de responsables digitaux voir de Directeur des services informatiques. Au Québec, ce sont essentiellement des directeurs financiers qui cumulent ces 2 fonctions... il en résulte que la problématique financière reste souvent prioritaire sur les projets numériques.

A partir de ces résultats, et notamment par le levier des ressources et compétences qui ressort clairement du travail des experts, nous avons enrichi le modèle théorique de Bordeleau et al., (2021) présenté en partie 1.1. Celui-ci nous permettra de mettre en œuvre la deuxième partie de notre programme de recherche<sup>3</sup>, à savoir une étude in vivo de la TN dans des PME françaises et québécoises.

### **3.2. VERS UN MODELE CONCEPTUEL D'ANALYSE**

#### **3.2.1. Un engagement managérial nécessaire**

La transition numérique représente un défi majeur pour les PME, et leur impose une adaptation profonde, voire parfois disruptive. En 2022, elles doivent être capables d'utiliser des compétences digitales pour imaginer de nouveaux produits et services, et des nouveaux modèles économiques.

Fondamentalement, cette transition « conduit à une véritable transformation de l'organisation du travail : pas tant parce qu'elle permet de numériser tous les processus de l'organisation, mais surtout parce qu'elle nécessite de reconstruire en profondeur pour chaque entreprise un nouvel équilibre entre autonomie et contrôle des salariés » (Dudézert, 2018, p. 20).

L'étude de BPI France et Le Lab (2017) propose des profils de dirigeants de PME (sceptiques, apprentis, conquérants) pour expliquer les raisons pour lesquelles certaines petites entreprises sont plus avancées dans leur processus de transition numérique. Pour Dejoux et Léon (2018), la transformation numérique doit être considérée comme une stratégie de l'émergent au sens de la théorie de l'énaction (Berger-Douce et al., 2018). Ces auteurs considèrent en effet que le succès de la transition numérique repose sur la propension de l'entreprise à « structurer l'émergent, faire une synthèse des pratiques transformantes, repérer les ambassadeurs de cette culture [...] et créer des occasions informelles de partage » (Dejoux et Léon, 2018, p. 26). Sur

---

<sup>3</sup> Ce programme est financé dans le cadre d'une *Joint research chair* intitulée « Entreprendre et Innover dans l'industrie 4.0 », conjointe entre les universités des auteurs, français et québécois.



ces principes, une stratégie de consolidation basée sur trois piliers managériaux pourra être développée : (1) affirmer dans la stratégie générale que la transformation numérique représente une priorité ; (2) définir de nouvelles méthodes de travail et (3) accompagner le manager dans sa métamorphose.

Les dirigeants de PME sont donc au cœur de la mise en place mais également de l'accompagnement de la TN au sein de leurs entreprises. Ils doivent en faire un enjeu de stratégie globale, et faire adopter leur conviction à tous les salariés. Les experts ont souligné l'importance pour les dirigeants de se faire aider pour gérer cette phase managériale délicate (cabinets de conseils, universités, ...).

Un autre challenge managérial à relever par les PME dans la mise en place de la TN est la dimension du développement durable. L'industrie 4.0 a normalement non seulement le potentiel d'améliorer la productivité et la compétitivité des entreprises industrielles, mais elle peut aussi contribuer à une utilisation plus efficace de l'énergie et à des modes de consommation et de production plus durables (Stock et Seliger, 2016 ; Stock et al., 2018). Conformément aux récentes données empiriques sur le lien entre le big data et l'analyse prédictive, d'une part, et la durabilité environnementale, d'autre part (Dubey et al., 2019), les principales technologies de l'industrie 4.0 peuvent être considérées comme de solides prédicteurs de la performance environnementale. Il y a la promesse que les technologies de transformation de l'industrie 4.0 peuvent favoriser les principes de l'économie circulaire au niveau des entreprises (production plus propre et écoconception) et au niveau territorial (écologie industrielle et villes intelligentes) (Cezanne et al. 2020).

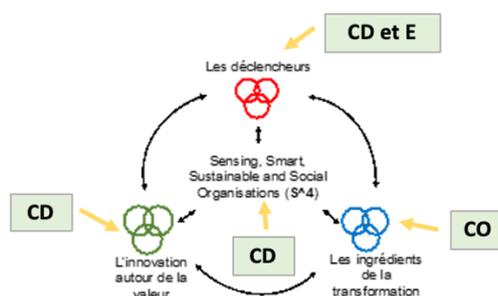
Les experts ont soulevé cette problématique de l'impact de l'environnement de l'entreprise et son effet probable sur la dynamisation des enjeux environnementaux par la transition numérique, et là-encore, un engagement managérial fort est requis pour réussir. Cependant, l'étude exploratoire présentée par Berger-Douce et al. en 2018, en proposant une lecture originale de la transition numérique mettant en avant les dimensions gestionnaire (De Vaujany, 2006) et technologique (Simondon, 1969), montre que la dimension technologique est majoritairement perçue par les PME à travers une approche par les outils technologiques à déployer, tandis que leur utilité au niveau gestionnaire semble moins prégnante. Autrement dit, « les PME semblent s'intéresser principalement au déploiement d'outils numériques sans, pour l'heure, se préoccuper des enjeux managériaux qui pourraient être retirés de leur utilisation :



mise en perspective de réingénierie des processus de l'entreprise par exemple » (Berger-Douce et al., 2018, p.19).

Pour chercher à pallier ce manque de compréhension des enjeux managériaux de la TN, nous proposons, à ce stade, un premier modèle des activateurs managériaux à mobiliser pour favoriser la TN.

**Figure 2 : Modèle des activateurs managériaux de la transition numérique**



Nous considérons que les déclencheurs du modèle de Bordeleau et al., (2021) peuvent être favorablement influencés par les capacités dynamiques (CD) de types micro-fondations, le dirigeant, et l'environnement (E) (conseils, experts, ...). Les capacités dynamiques vont également intervenir efficacement sur l'innovation autour de la valeur et sur les 4^S. Les capacités ordinaires (CO), pour leur part, vont avoir un impact sur les ingrédients de la transformation. Nous allons voir tout cela plus en détail dans la section suivante.

### 3.2.2. Proposition d'un modèle conceptuel d'analyse

À partir des données collectées, nous avons procédé à une relecture du cadre conceptuel global de la TN (Bordeleau et al., 2021) au travers d'une approche par les ressources et compétences, distinguant capacités dynamiques et capacités opérationnelles (Teece, 2018). Ainsi, lors du parcours de la TN, l'acquisition de nouvelles technologies (déclencheurs) permet la constitution d'ingrédients pour favoriser l'innovation et la création de valeur (conséquences de la TN).

Les éléments qui ont émergé lors du groupe de discussion nous ont permis de mettre en exergue le rôle central des capacités de l'entreprise, notamment grâce aux préoccupations soulevées par les participants. Ces préoccupations ont été basées sur leurs expériences vécues sur le terrain dans le cas des professionnels et par les études de cas réalisées par les acteurs

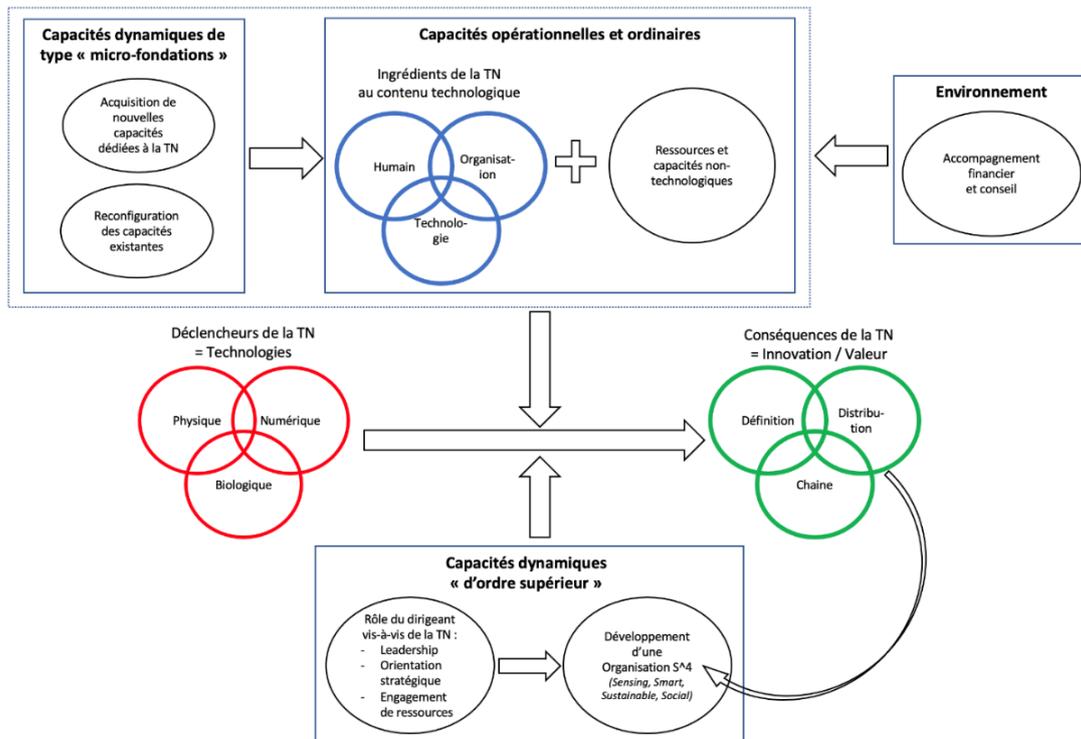


académiques. Dans le contexte de la PME, la valeur se concrétise seulement si la PME est capable (grâce aux capacités dynamiques de type « micro-fondations » par Teece (2018)) de reconcevoir ses capacités opérationnelles à l'aune des possibilités octroyées par les technologies acquises, et d'en développer de nouvelles plus spécifiques. Pour y parvenir, malgré ses ressources limitées, elle peut s'appuyer sur son environnement afin d'obtenir le soutien des experts et des moyens pour financer la TN, comme l'a largement souligné notre atelier d'experts. Néanmoins, selon une perspective rationnelle, elles devraient conduire à une augmentation des performances de l'entreprise (Birkinshaw et al., 2008). Ces performances devraient en particulier être visibles au niveau des mesures de performance économique et financière.

De plus, cette transformation devra également s'inscrire dans une démarche stratégique intentionnelle. Le dirigeant de PME devra aligner cette transformation avec ses objectifs stratégiques, engager les ressources nécessaires et reconfigurer son organisation pour en faire une entreprise plus alerte, intelligente et durable (fruit de ses capacités dynamiques « d'ordre supérieur ») (Bordeleau et al., 2021). En accord avec l'approche par les capacités dynamiques, l'orientation stratégique du dirigeant, incluant son leadership organisationnel, est un modérateur de la relation entre l'acquisition de technologies et les innovations managériales. Selon la littérature, le leadership démontré par le dirigeant d'une entreprise peut grandement influencer le succès ou l'échec des transformations organisationnelles (Rafferty, 2015). Cette relecture du cadre conceptuel global de la TN nous amène à proposer le cadre suivant (Figure 3).



**Figure 3 : Cadre conceptuel de la TN sous le prisme des capacités**



Ce modèle, complexe, reprend les éléments mis en avant par les experts pour compléter la proposition initiale de Bordeleau et al., (2021). Nous retrouvons les quatre aspects (déclencheurs, ingrédients/principes, innovations et sens/intentions) qui interagissent entre eux de façon cyclique, mais ils sont mis en action par des capacités ordinaires (CO), des dynamiques d'acteurs (CD) et par l'environnement (E) (via de l'accompagnement).

Micro-CD, CO et E permettent une exploitation et en parallèle une reconfiguration des capacités existantes. Ces nouvelles CO permettent aux ingrédients de la TN d'optimiser les déclencheurs pour créer de l'innovation valeur. Tout cela est rendu possible par la forte implication du dirigeant qui impulse les CD d'ordre supérieur.

Au final, l'entreprise se rapproche d'une entreprise de type « 4<sup>S</sup> » : elle devient plus sensible, plus intelligente, plus durable et plus sociale.

Cette approche, en qualifiant les éléments du modèle intégrateur en termes de capacités, remet les capacités managériales et en particulier celle de la direction des PME, au centre de la TN et répond à la problématique du comment mobiliser au mieux les nouvelles technologies pour créer de la valeur nouvelle.



## CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

La TN est un phénomène complexe et riche en opportunités, mais également en défis. Pour cela, elle nécessite un regard ample sur la création de valeur et les innovations qu'elle apporte. Peu d'études abordent le parcours de la TN d'un point de vue intégrateur et holistique permettant aux gestionnaires de comprendre comment convertir les technologies disponibles dans les organisations en vue de sa pérennité. Ce papier présente une exploration empirique réflexive pour développer une discussion du rôle des capacités managériales dans le parcours de la TN des PME. Grâce à une étude exploratoire, appuyée sur le cadre conceptuel adapté de Bordeleau et al. (2021) nous avons mis en évidence l'importance d'une stratégie claire des dirigeants permettant l'exploitation de capacités actuelles en parallèle de l'exploration (ambidextrie organisationnelle) de capacités nouvelles à développer les innovations liées à la TN. Cette création de valeur permet à la PME de devenir une entreprise de la nouvelle génération, une entreprise de type « 4<sup>S</sup> »

Comme le rappelle Berger-douce et al. (2018, p.9), « les PME doivent disposer de trois ressources clés pour s'engager dans la transition numérique. Ces ressources clés ne sont pas perçues comme devant être nécessairement disponibles au préalable, mais comme devant être

rendues accessibles au fil du projet : ressources humaines, temps et ressources financières ». Notre modèle intégrateur permet l'accumulation et la mobilisation, au fil du parcours de la TN, de ces trois ressources. Ce modèle conceptuel, après avoir été soumis aux remarques de nos pairs lors de conférences, doit maintenant faire l'objet d'une vérification et validation auprès d'un panel de PME engagées dans la TN. C'est la prochaine phase de notre programme de recherche Joint research Chair dont le démarrage est prévu au printemps 2022, à la fois en France et au Québec.



## Références

- Anadón, M., & Guillemette, F. (2006). La recherche qualitative est-elle nécessairement inductive. *Recherches qualitatives*, 5(1), 26-37.
- Ansari, F., Erol, S., & Sihn, W. (2018). Rethinking human-machine learning in industry 4.0: how does the paradigm shift treat the role of human learning?. *Procedia manufacturing*, 23, 117-122.
- Berger-Douce, S., J. De Benedittis, J.M. Degeorge, F. Jaujard, et T. Métailler (2018). Transition numérique et dynamiques intra- et inter-organisations dans les PME, *CIFEPME Toulouse*.
- Birkinshaw, J.; Hamel, G.; Mol, M. (2008). Management innovation. *Academy of Management Review*, 33, 825-845.
- Bordeleau, F.-E.; Santa-Eulalia, L.A.; Mosconi, E. Digital Transformation Framework: Creating Sensing, Smart, Sustainable and Social (S<sup>4</sup>) Organizations. In: Proceedings of the HICSS 54 (Hawaii International Conference on System Sciences), January 5-6.
- Bordeleau, F., E. Mosconi, & L.A. de Santa-Eulalia (2020). Business intelligence and analytics value creation in Industry 4.0: a multiple case study in manufacturing medium enterprises. *Production Planning & Control*, 31 : 2-3, 173-185
- BPI FRANCE & LE LAB. (2017). *Histoire d'incompréhension : Les dirigeants de PME et : ETI face au digital*.
- Brennen, S., & D. Kreiss (2014). Digitalization and Digitization. Retrieved December 19, 2018, from <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/>
- Cézanne C., E. Lorenz and L.Saglietto (2020). Exploring the economic and social impacts of Industry 4.0 , *Revue d'économie industrielle* [Online], 169.
- Dachs, B., S. Kinkel, & A. Jäger (2019). Bringing it all back home? Backshoring of manufacturing activities and the adoption of Industry 4.0 technologies. *Journal of World Business*, 54 : 6, 101-17.
- De Vaujany, F.-X. (2006). Pour une théorie de l'appropriation des outils de gestion : vers un dépassement de l'opposition conception-usage. *Management & Avenir*, 9(3), 109–126.
- Dejoux C., E. Léon (2018), *Métamorphose des managers à l'ère du numérique et de l'intelligence artificielle*, Paris: Pearson.
- Deloitte (2016). *Économie numérique : Le digital, une opportunité pour les PME françaises*.
- Deslauriers, J.; R. Gagné, J. Paré (2019). *Manufacturier 4.0: Dynamiser l'activité manufacturière au Québec*. Fondation Walter-J.-Somers, HEC Montréal. Septembre.



- Dubey, R., A. Gunasekaran, S. J. Childe, T. Papadopoulos, Z. Luo, S. F. Wamba & D. Roubaud (2019). Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability?. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 534-545.
- Dudézert, A. (2018). *La transformation digitale des entreprises*. Paris: La Découverte.
- Durand, T. (2015). *Technology intelligence in the era of Open innovation*. Wiley Encyclopedia of Management, 1-14.
- Eswaran, A. (2017). “Competing in 2020: winners and losers in the digital economy”. *Harvard Business Review Analytic Services Report*, 1–20.
- Forbes Insights. (2016). *How to win at digital transformation: Insights from a global survey of top executives*.
- Forsman H., S. Temel (2011), “Innovation and business performance in small enterprises. An enterprise-level analysis”, *International Journal of Innovation Management*, 15(3), 641-665.
- France Num (2020). Partage des résultats de l'étude sur les besoins des TPE/PME <https://www.francenum.gouv.fr/comprendre-le-numerique/besoins-des-tpe-pme-et-pratiques-numeriques-etude-dge-2020>
- Hatchuel, A., & B. Weill (1992). *L'expert et le système, suivi de quatre histoires de systèmes-experts*. Economica.
- Jiang, R., R. Kleer, & F.T. Piller (2017). Predicting the Future of Additive Manufacturing: A Delphi Study on Economic and Societal Implications of 3D Printing for 2030. *Technological Forecasting and Social Change*, 117 : 84–97.
- Lasi, H.; P. Fettke., H.-G. Kemper, T. Feld, M. Hoffmann (2014). Industry 4.0, *Business & information systems engineering*, 6: 4, 239–242.
- Lee, J; B. Bagheri, & H.-A. Kao (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- Liao, Y.; F. Deschamps, R. Loures, & L. F. Ramos (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55 : 12, 3609–3629.
- Livre blanc de l'IMT (2016). *Entreprise du futur : les enjeux de la transformation numérique*.
- Luthra, S., Kumar, A., Zavadskas, E. K., Mangla, S. K., & Garza-Reyes, J. A. (2020). Industry 4.0 as an enabler of sustainability diffusion in supply chain: an analysis of influential strength of drivers in an emerging economy. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1505-1521.



- Morgan, D.L. (1998). «*The focus group guidebook* », *Focus Group Kit*, Thousand Oaks, Sage Publications, p. 30.
- Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability*, 10(10), 3821.
- Prévost, P., & M. Roy (2015). Les approches qualitatives en gestion. *Les Presses de l'Université de Montréal*.
- Rafferty, A. E., N. L Jimmieson, & A. A. Armenakis (2013). Change Readiness. *Journal of Management*, 39 : 1, 110-135.
- Rayna, T., & Striukova, L. (2016). From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 102, 214-224.
- Reischauer, G. (2018). Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing, *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 26-33.
- Simondon, G. (1969). *Du mode d'existence des objets techniques*. Editions Mouton
- STIQ (2019). Baromètre industriel québécois – 10e édition (Montréal).
- Stock, T., & G. Seliger (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia Cirp*, 40, 536-541.
- Stock, T., M. Obenaus, S. Kunz, & H. Kohl (2018). Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 254-267.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance, *Strategic Management Journal*, 28 : 13, 1319–1350.
- Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities, *Long Range Planning*, 51 : 1, 40-49.
- Tezenas du Montcel, B., & T. Durand (2020). Manager à l'heure de l'industrie 4.0. HAL.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.
- Winter, S. G. (2003). Understanding dynamic capabilities, *Strategic Management Journal*, 24: 10, 991–995.