



HAL
open science

Obstacles et opportunités de la servicisation numérique des PME

Marine Liard, Marie-Anne Le Dain, Lamiae Benhayoun-Sadafiyine, Judy
Matthews

► **To cite this version:**

Marine Liard, Marie-Anne Le Dain, Lamiae Benhayoun-Sadafiyine, Judy Matthews. Obstacles et opportunités de la servicisation numérique des PME. AIM 2021 : 26ème Conférence de l'Association Information & Management, Jun 2021, Nice, France. hal-03251078

HAL Id: hal-03251078

<https://hal.science/hal-03251078v1>

Submitted on 5 Jun 2021

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.



Obstacles et opportunités de la servicisation numérique des PME

*Marine Liard**
*Marie-Anne Le-Dain**
*Lamia Benhayoun***
*Judy Matthews****

* Génie Industriel, Univ.Grenoble.Alpes, France

** Institut Mines Télécom Business School, Univ.Paris.Saclay, France

***Queensland University of Technology, Australie

Résumé:

Adopter une stratégie de numérisation de l'offre dite de servicisation numérique permet aux PME de se positionner non plus comme des vendeurs de produits ou de services mais comme des offreurs de solutions numériques intégrant des produits et des services intelligents afin de faire face à une concurrence accrue et apporter plus de valeur à leurs clients. Ces solutions numériques intégrées qualifiées de système produit-service (SPS) intelligent peuvent couvrir un large spectre de proposition de valeur pour le client. Elles peuvent aller d'une offre orientée produit qui associe au produit un service additionnel à une offre plus complexe orientée sur l'usage où le produit se substitue au service. En s'appuyant sur un *focus group* impliquant des managers en charge de la stratégie de numérisation au sein de 9 PME de secteurs divers, ce papier vise à identifier les obstacles et les opportunités liées à une telle stratégie pour les PME. De plus, nos résultats mettent en évidence une variabilité de ces obstacles et opportunités en fonction du type de solution SPS intelligente proposée par la PME aux clients.

Mots clés :

Servicisation numérique ; obstacles ; opportunités, transformation numérique, PME

1. Introduction

Pour faire face à une concurrence accrue et apporter plus de valeur à leurs clients, les entreprises industrielles développent des stratégies de *servitization* ou servicisation en se positionnant non plus comme des vendeurs de produits ou de services mais comme des offreurs de solutions intégrant des produits et des services. Ces solutions intégrées qualifiées de *Product Service System* ou Système Produit Service (SPS) peuvent couvrir un large spectre de proposition de valeur pour le client. Elles peuvent aller d'une offre orientée produit qui associe au produit un service additionnel tel que la maintenance ou la réparation, à une offre plus complexe orientée sur l'usage pour garantir la satisfaction de l'utilisateur et où le produit se substitue au service (Tukker, 2004; Baines et al., 2017). Avec la révolution numérique, ces solutions deviennent davantage complexes en intégrant également des technologies numériques pour doter les produits, les services ou les interfaces produit-service d'intelligence (Vendrell-Herrero et Wilson, 2016; Holmstrom et Partanen, 2014). Cette numérisation de l'offre crée plus de valeur pour le client et fournit de nombreuses opportunités d'innovation aux entreprises (Carlborg et al., 2014).

Certaines entreprises ont développé une stratégie de servicisation numérique ces dernières années afin d'accroître leurs services offerts aux clients, ou de proposer des produits en tant que service dans un SPS intelligent (Kans et Ingwald, 2016 ; Pagoropoulos et al., 2017). La servicisation numérique fait ainsi référence à l'innovation du modèle d'affaires des entreprises pour fournir des produits et des services en capitalisant sur les technologies numériques (Paschou et al., 2020). Cette stratégie vise à augmenter les revenus et les bénéfices de l'entreprise en accomplissant un avantage concurrentiel et en fournissant des services sur mesure au client (Landscheidt et al., 2018 ; Lerch et Gotsch, 2015 ; Vendrell-Herrero et al., 2017). La tendance vers une telle stratégie de servicisation s'accompagne toujours de l'adoption croissante des technologies numériques et de la numérisation des entreprises (Gobble, 2018). Plusieurs recherches ont exploré les obstacles et les opportunités de la numérisation pour les entreprises, y compris les petites et moyennes entreprises (PME) (Confente et al., 2015 ; Ghobakhloo et al., 2019 ; Molinillo et Japutra, 2017 ; Müller, 2019 ; Thun et al., 2019 ; Weiss et al., 2016 ; Zangiacomi et al., 2018).

Cependant, peu de recherches abordent les obstacles et opportunités de la numérisation dans le cas particulier de l'adoption d'une stratégie de servicisation numérique par les PME. D'un côté, les SPS intelligents entraînent une restructuration de la chaîne de valeur et des mécanismes de création de valeur dans les entreprises (Chesbrough et Spohrer, 2006 ; Münster et Meiren, 2011). D'un autre côté, les PME, bien qu'elles contribuent à hauteur de 85 % à l'employabilité en Europe, demeurent désavantagées par rapport aux grandes entreprises, du fait qu'elles manquent souvent de ressources financières et de la diversification des connaissances et des compétences. Ces facteurs peuvent engendrer une résistance à l'adoption des technologies pour créer de la valeur auprès des clients en leur proposant des SPS intelligents (Ferreira et al., 2019 ; Verhoef et al., 2019).

Cette recherche vise à comprendre les obstacles et opportunités à la stratégie de servicisation numérique des PME en tenant compte des propriétés des SPS intelligents offerts aux clients. Nous aspirons ainsi à renforcer les contributions théoriques et managériales aux PME en identifiant les relations entre la typologie des services offerts par ces entreprises et les obstacles et opportunités de leur stratégie de servicisation numérique. Cette article est structuré comme suit. La section 2 est consacrée à nos fondements théoriques tandis que la section 3 explique notre méthodologie de la recherche. Nos résultats sont présentés dans la section 4 puis discutés dans la section 5. Enfin, cet article se conclut par ses principales contributions, limitations et perspectives de la recherche.

2. Fondements théoriques

2.1. SPS et types d'offres de services

Les entreprises peuvent proposer une variété de SPS porteurs de valeur auprès des clients, allant des services de base à d'autres plus complexes (Martinez et al., 2017). Différentes classifications de SPS ont été proposées dans la littérature (ex. Park et al., 2012 ; Tukker, 2004). Dans cette recherche, nous adoptons la taxonomie de Cusumano (2014) fondée sur le type de services offerts par l'entreprise, ainsi que la relation de ces services avec les produits en termes de complémentarité ou de substitution.

D'un côté, les services complémentaires correspondent aux services de facilitation et d'adaptation. Les services de facilitation n'altèrent pas de manière significative les fonctionnalités du produit et impliquent un échange sans grande ambiguïté entre l'entreprise et le client. Ce faible couplage entre le service et le produit fait qu'il puisse être fourni par l'entreprise productrice ou par un prestataire de services indépendant. Les services d'adaptation élargissent les fonctionnalités du produit et vise à développer de nouvelles utilisations de ce dernier pour le bénéfice du client. Les connaissances requises pour proposer ce service sont étroitement liées au produit car le service en question permet d'adapter le produit aux besoins variés et spécifiques à chaque client.

D'un autre côté, les services de substitution remplacent l'achat des produits. Le client paie pour l'utilisation du produit et n'est plus responsable de sa réparation ou de son entretien. La substitution diffère ainsi des services complémentaires du fait que le client achète un service au lieu d'un produit, et non un produit avec des services. L'Annexe 1 propose des illustrations de chaque type de service.

2.2. La transformation numérique des PME

Peu de recherches ont examiné les obstacles et opportunités de la servicisation numérique des PME (Pagoropoulos et al., 2017 ; Frank et al., 2019 ; Nambisan, 2013). Cependant, la littérature fait état d'un intérêt croissant pour la transformation numérique de ces entreprises. Dans ce sens, plusieurs auteurs ont souligné des obstacles en termes de stratégie numérique

pour les PME. Premièrement, la déficience en ressources financières pour l'investissement numérique constitue une difficulté majeure pour les PME (Erol et al., 2016 ; Horváth et Szabó, 2019 ; Kiel et al., 2017 ; PwC, 2014). De plus, un retour sur investissement immédiat est une condition distinctive de prospérité pour les PME, mais qui est difficile à mesurer à l'avance dans le cas des technologies numériques (Levy et al., 2005 ; Marcon et al., 2019). Deuxièmement, une stratégie numérique est risquée pour les PME, car les investissements technologiques impactent en profondeur la structure organisationnelle (Grant et al., 2014) et requièrent une maturité de l'infrastructure pour adopter les technologies numériques (Mittal et al., 2018). Troisièmement, Oni et Papazafeiropoulou (2014) ont souligné que le manque de compréhension de la technologie et de son application dans l'entreprise sur le long-terme est le principal obstacle stratégique à son adoption efficace par les PME. En effet, ces entreprises ne sont souvent pas en mesure de choisir la bonne combinaison de technologies pour répondre aux contraintes de complexité des solutions (Ackx, 2014 ; Medini et al., 2019). De plus, Lall et al. (2017) ont souligné la faible capacité des PME pour prendre les bonnes décisions stratégiques d'investissement technologique car elles se concentrent davantage sur les activités quotidiennes et omettent la vision à long terme (Marcon et al., 2019). Quatrièmement, la rigidité de l'innovation des modèles d'affaires constitue un obstacle stratégique pour les PME du fait de l'incertitude de l'acceptation par l'organisation et par le marché de la servicisation proposée (Marcon et al., 2019). Le nouveau modèle d'affaires pourrait ne pas être adapté aux besoins des clients et la faiblesse du leadership interne à l'égard de la stratégie numérique pourrait constituer un fardeau (Zangiacomi et al., 2018).

La transformation numérique peut être une tâche difficile à l'organisation interne des PME pour de nombreuses raisons (Marcon et al., 2019). Les auteurs soulignent le manque de clarté des processus opérationnels, d'outils et de ressources pratiques pour la transformation. En effet, la mise en œuvre de la transformation numérique requière du temps. Lorsque la technologie est partiellement implémentée (Kilimis et al., 2019), une période de transition est nécessaire pour normaliser les procédures. Par ailleurs, il est souvent difficile pour les PME d'ajuster leur fonctionnement de base, notamment l'allocation des ressources (Peillon et Dubruc, 2019) et l'offre finale en termes de taille des lots et de personnalisation afin de faire face à la complexité des nouveaux produits et aux tendances de production suite à l'intégration du numérique (Dachs et al., 2013). Il peut également y avoir une rigidité dans les pratiques de travail lors d'une transformation numérique. Selon une étude réalisée par McKinsey & Company en 2016, la transformation numérique de l'industrie accroît la demande de communication rapide. Cela signifie que la structure sera fortement coordonnée entre les unités organisationnelles et donc que l'ancienne organisation sera restructurée. Aussi, des réticences à l'assimilation des technologies numériques peuvent avoir lieu (Marcon et al., 2019 ; Zangiacomi et al., 2018). Enfin, comme ces technologies évoluent très rapidement, les outils mis en œuvre pourraient devenir rapidement obsolètes, et donc devenir un fardeau financier et structurel.

La technologie numérique modifie non seulement la stratégie et la structure de l'entreprise, mais affecte également les partenaires, les clients et l'écosystème de la firme. Il est nécessaire

de relever ces défis managériaux pour développer une offre plus orientée service (Raja et al., 2017). Le premier obstacle est le manque de compréhension et de proximité avec les clients (Marcon et al., 2019). En effet, selon Klein et al. (2018), les difficultés proviennent des besoins ambigus des clients, et des propositions de valeur floues. Le fournisseur a aussi besoin d'informations approfondies pour développer une solution à proposer au client, mais l'accès à l'information nécessaire est compliqué. Par ailleurs, la réticence des clients à changer leur comportement constitue un obstacle pour les PME. En effet, cette réticence des clients est intimement liée aux problèmes de sécurité des données, à la crainte de leur malencontreuse manipulation (Cimini et al., 2017 ; Horváth et Szabó, 2019 ; Kiel et al., 2017 ; Marcon et al., 2019 ; McKinsey & Company, 2016), de l'atteinte à la vie privée et d'un accès non sécurisé aux systèmes de production et d'entreprise (Klein et al., 2018).

En plus des communications avec le client, la technologie numérique permet aussi à l'entreprise d'interagir avec son écosystème. D'abord, elle offre la possibilité de communiquer sur la valeur de l'entreprise et de développer une réputation numérique. Cependant, les PME n'arrivent souvent pas à faire usage du numérique pour établir une bonne réputation, du fait qu'elles sont soumises aux risques de marque notamment la dilution et le changement de mécanismes (Molinillo et Japutra, 2017). Ensuite, le numérique permet aux entreprises de se construire un réseau d'écosystème s'appuyant sur des valeurs collaboratives. Dans le cas des PME, Mittal et al. (2018) ont constaté que ces entreprises ont une connexion réseau plus faible que les grandes entreprises en raison de l'incompatibilité de leurs technologies de l'information et du développement insuffisant de leurs normes de partage d'informations (Chen et al., 2008; Horváth et Szabó, 2019) et de sécurité des données (Marcon et al., 2019). Toutefois, il est coûteux pour les PME de développer une structure informatique plus solide leur permettant en plus de surmonter la crainte de perdre la propriété intellectuelle via le cloud (Marcon et al., 2019). Par ailleurs, l'écosystème des PME est également composé de structures institutionnelles et gouvernementales qui jouent un rôle majeur dans l'adoption des nouvelles technologies (Weber et Studer, 2016) en régissant les droits d'auteurs et les préoccupations fiscales et juridictionnelles. Ce cadre réglementaire pourrait être considéré comme un obstacle lorsqu'il n'est pas favorable à la transformation numérique des PME (Grant et al., 2014).

Les entreprises ont besoin de capacités humaines particulières pour tirer profit des avantages de la transformation numérique. Dans ce sens, le manque de compétences et de connaissances en matière de technologies numériques constitue un obstacle majeur pour les PME (Marcon et al., 2019 ; Zangiacomi et al., 2018). Ces technologies nécessitent des compétences et un langage spécialisés, ainsi que l'organisation des équipes en fonction de ces nouvelles compétences (Nylén et Holmström, 2015). Il est souvent difficile pour les employés des PME d'intégrer de nouvelles compétences numériques à leurs compétences de base (Peillon et Dubruc, 2019 ; Zangiacomi et al., 2018). La direction peut rencontrer des difficultés pour une telle conduite du changement (Bauer et al., 2015 ; Gioia et al., 2013) notamment pour s'assurer que son personnel développe les bonnes aptitudes d'apprentissage autour des technologies numériques et pour établir une culture numérique propice au changement

(Horváth et Szabó, 2019 ; Kiel et al., 2017 ; Vey et al., 2017 ; von Leipzig et al., 2017). En effet, avec les tendances futures de l'industrie 4.0, plusieurs employés craignent que les machines puissent à terme remplacer les humains dans leurs emplois (Marcon et al., 2019). En plus de cette crainte, la réticence des employés des PME au changement induit par le numérique pourrait résulter de l'inflexibilité et la rigidité de leur état d'esprit (Medini et al., 2019 ; Thun et al., 2019 ; Zangiacomini et al., 2018). Par exemple, Hardwig et al. (2019) ont constaté que les employés n'adhèrent souvent pas à l'auto-organisation ni à la charge de travail supplémentaire et nécessaire induites par le numérique. Les auteurs ont également noté que, comme le numérique permet de travailler à partir de n'importe quelle interface, les gens sont plus souvent invités à être disponibles à tout moment. Ceci peut entraîner des frontières floues entre le temps privé et le temps de travail, ce qui constitue un frein non négligeable à l'adhésion des employés à la transformation numérique dans les PME.

Cette revue de littérature montre ainsi les obstacles de la transformation numérique pour les PME qui se répartissent en quatre thèmes principaux : la stratégie numérique, l'organisation interne et opérationnelle, le réseau écosystémique et les capacités humaines. Cependant, les auteurs ont souvent considéré que ces catégories représentent également des opportunités de croissance et de bénéfice pour les PME. L'Annexe 2 reprend ces catégories et souligne les principaux obstacles et opportunités qui leur sont associés dans les études portant sur la numérisation des PME.

3. Méthodologie de la recherche

Dans cette recherche, nous visons à comprendre les obstacles, opportunités et plus généralement les impacts de la stratégie de servicisation numérique pour les PME, et la mesure selon laquelle ces éléments dépendent du SPS intelligent proposé au client. Nous expliquons ci-après notre approche de collecte et d'analyse de données pour cette recherche exploratoire (Ahmed et Asraf, 2018).

3.1. Collecte de données

Nous avons adopté une approche qualitative à travers un *focus group* constitué de cadres supérieurs de PME opérant dans différents secteurs. Ces représentants étaient tous des experts dans la transformation numérique et possédaient une compréhension approfondie des secteurs de leurs entreprises respectives. Un *focus group* vise à créer des discussions autour d'un sujet en s'appuyant sur les points de vue de participants experts (Asbury, 1995 ; McDonald, 1994). Il encourage leur engagement par le biais d'activités et d'interactions structurées grâce à des questions ouvertes et neutres (Rosenthal, 2016).

Nous avons ainsi organisé en Février 2020 un *focus group* sur une journée impliquant 9 dirigeants expérimentés de PME en France (Annexe 3). Les participants ont été introduits aux objectifs du projet de recherche et aux principaux concepts. Nous leur avons fait état de la

transformation numérique des PME en France et leur avons expliqué les tenants et aboutissants de la servicisation numérique à travers plusieurs exemples. Les participants avaient conscience que l'accent est souvent mis sur les propriétés de l'offre proposée aux clients, et non sur les capacités de l'entreprise. Un participant a ensuite présenté en détails son cheminement en termes de servicisation numérique et les changements induits au regard du modèle économique. Cette présentation a stimulé les autres participants qui ont posé des questions et se sont facilement engagés dans les interactions animées par le présentateur.

Ces interactions ont été initiées par une activité où les participants doivent indiquer l'emplacement actuel de leur entreprise sur un graphique représentant la typologie de servicisation adoptée dans cette recherche (Cusumano et al., 2014) : facilitation, adaptation ou substitution. Ensuite, nous avons recueilli les retours des participants quant aux obstacles, opportunités et impacts de la servicisation numérique. Pour ce faire, des notes autocollantes ont été fournies à chaque participant avec des codes couleurs différents pour noter les obstacles, les opportunités et les impacts. Chaque participant a réfléchi individuellement puis a été amené à expliquer ses idées au moment de les partager avec le reste du groupe. Trois tableaux ont été organisés pour séparer les idées qui correspondent aux obstacles, opportunités et impacts. Lorsque tous les experts avaient partagé leurs idées et positionné leurs notes autocollantes sur les tableaux, nous avons réalisé un exercice de consolidation avec eux pour rassembler les idées similaires ou proches. Enfin, à l'aide d'une application mobile, nous avons demandé à chaque participant de classer les obstacles, opportunités et impacts de la servicisation numérique, en allant du plus important au plus faible.

3.2. Analyse des données

Les interactions ont été enregistrées et entièrement retranscrites pour faciliter l'analyse thématique des opportunités, obstacles et impacts identifiés et permettre leur confrontation avec la littérature (Rosenthal, 2016). Nous avons également pris en photo les idées proposées dans les notes autocollantes pour mieux organiser le rapport des résultats. Quant aux données du vote, nous avons attribué un nombre de points en fonction de la place du thème dans le classement : 2 points pour la dernière proposition, et une incrémentation d'un point au fur et à mesure qu'on monte dans le classement. Le nombre total de points pour une proposition correspondait à la somme de tous les points qu'elle a reçus de la part des participants. Par conséquent, nous avons établi un classement des obstacles, des opportunités et des impacts, en partant de la proposition ayant le plus de points à celle ayant le moins de points. Enfin, nous avons croisé le positionnement des participants quant à la typologie de servicisation avec les thèmes qui ont émergé et les résultats du vote.

4. Résultats

4.1. Obstacles identifiés par les participants

Nous avons identifié 14 obstacles à la servicisation numérique, résumés dans l'Annexe 4. Les trois principaux obstacles identifiés au cours du *focus group* sont relatifs aux catégories « Capacités humaines » et « Réseau écosystémique ». Du côté des capacités humaines, la première barrière la plus importante est le manque de culture numérique tandis que la seconde correspond au manque d'expertise numérique. En effet, les technologies numériques évoluent rapidement et l'organisation interne doit adapter sa culture et acquérir de nouvelles compétences comme expliqué par un participant: « *Nous avons besoin de compétences humaines qui parlent à la fois le nouveau langage numérique, mais qui comprennent aussi le langage mécanique très ancien et c'est une difficulté parce que nous avons besoin de traducteurs* » (Participant B).

La troisième barrière la plus importante concernait l'écosystème particulièrement la sécurité des données : « *Si grâce à votre instrumentation et aux données que vous avez, votre client peut faire une nouvelle invention, avez-vous droit à cette invention, avez-vous le droit de copropriété ?* » (Participant B).

Un résultat inattendu est celui de la place basse dans le classement (10^e/14) occupée par les obstacles financiers, tandis qu'ils constituent une préoccupation majeure dans la littérature. Pour les participants, cet obstacle résulte de la difficulté de prendre en compte les coûts de leurs transformations : « *Je mentionne particulièrement les coûts de développement. Avons-nous suffisamment d'argent pour développer des compétences et des ressources en interne afin de nous engager dans ce processus de servicisation ?* » (Participant G).

Le 12^e obstacle - l'intégration dans les offres existantes - est également important à souligner car le *focus group* était centré sur la numérisation de l'offre. En effet, les entreprises possèdent déjà une offre de base. Parfois, les structures et outils des organisations ne se prêtent pas à la servicisation numérique de ces offres pour des raisons humaines, techniques ou financières.

Enfin, la 14^e et dernière barrière de ce classement correspondait à la dématérialisation, désignée comme un problème humain relatif à la rigidité et au manque de flexibilité des mentalités: « *Il y a encore des gens qui ne sont pas prêts à expérimenter cette dématérialisation si elle n'affecte pas le produit. Ils ont du mal à comprendre le processus et à adhérer au changement de l'organisation* » (Participant I).

4.2. Opportunités identifiées par les participants

Les participants du *focus group* ont identifié et classé 14 différentes opportunités de la servicisation numérique des PME comme le montre l'Annexe 5. Chaque participant a reconnu l'importance et les opportunités de la transformation numérique globalement : « *Nous sommes à un moment clé du numérique mais aussi de la transformation économique.*

Donc, c'est maintenant que cela se passe et que nous devons être là de toute façon » (Participant A).

Les deux catégories d'opportunités ayant reçu le plus de points sont liées à la stratégie numérique et au réseau industriel écosystémique. Premièrement, la différenciation et l'augmentation de la valeur de l'offre (1^e rang) constituent des bénéfices importants de la servicisation numérique pour l'entreprise. Ces bénéfices sont d'ailleurs liés aux potentialités de la servicisation offertes aux PME en leur permettant de se diversifier davantage (3^e rang) et de se différencier des concurrents (5^e rang). Elles peuvent ainsi conquérir de nouveaux marchés et aussi asseoir leur position de leader et de précurseur.

Le deuxième catégorie, relative au réseau écosystémique, inclut la relation proximale avec les clients et leur fidélisation par les services. Grâce aux nouveaux moyens numériques de communication, il est plus facile pour une PME de se rapprocher du client et d'établir une relation de confiance voire un partenariat avec ce dernier : *« Il s'agit de fidéliser la clientèle grâce au service, en plus de le rendre fiable et performant. Aujourd'hui, nos clients veulent que nous atteignons un cahier des charges et ensuite, qu'il s'agisse du fournisseur A ou B, ils s'en moquent. C'est pourquoi la fidélité par le service est importante pour les entreprises plus anciennes. Si nous nous concentrons uniquement sur le coût et la performance, les différences sont tellement disruptives que nous perdons notre avantage concurrentiel. »* (Participant B).

Dans cette même catégorie de réseau systémique, les participants ont placé en 6^e position le renforcement de la réputation numérique de la PME grâce à la communication, à l'innovation et aux partenariats. La majorité des participants ont adopté une approche RSE pour développer davantage de partenariats avec les clients et plus globalement d'écosystèmes : *« Nous devons nous entourer de nouveaux partenaires pour le développement, dans la fourniture de capteurs par exemple. Nous devons développer un écosystème, qui est nécessairement une source de richesses et d'opportunités. »* (Participant E)

Parallèlement aux résultats concernant les obstacles, les opportunités financières n'ont pas été identifiées comme un bénéfice principal de la servicisation numérique. Les participants ont placé au 7^e rang l'augmentation du chiffre d'affaires suite à la mise en œuvre d'un nouveau modèle économique de servicisation. Ils ont aussi positionné au 10^e rang les bénéfices par commodité d'utilisation puisqu'il sera nécessaire aux entreprises de piloter l'usage et de faire de la maintenance préventive. Ces bénéfices n'ont cependant été envisagés que dans l'avenir et ne constituent pas une présente opportunité. Ces opportunités financières sont intrinsèquement liées au potentiel de la servicisation numérique pour optimiser la chaîne de production (12^e rang). Les participants ont souligné que cette optimisation permet à la PME de gagner en productivité et de rentabiliser l'outil de production indépendamment de l'offre.

Une autre opportunité qui a fait l'objet de vives discussions entre les participants mais qui finalement a été classée avant-dernière est relative à la vente de données. Le participant D a mis en évidence deux bénéfices liés à la vente de données : un relais de croissance avec un

canal de revenus supplémentaires à la vente de matériel, et un avantage résultant de la vente d'applications de diagnostic et de leur instrumentation pour des besoins statistiques en support à la prise de décision et à la gestion des performances.

4.3. Impacts de la servicisation numérique identifiés par les participants

Les participants du focus group ont mis en évidence 12 impacts de la servicisation numérique, résumés dans l'Annexe 6. Ces impacts peuvent à la fois constituer des opportunités et des obstacles en fonction de la maturité de la PME et de son contexte sectoriel. Les cinq premiers impacts de la servicisation numérique concernent la catégorie de l'organisation. Les plus importants correspondent au développement de compétences numériques, à la gestion des connaissances et au changement de modèle d'affaires : « *Nous avons déjà été confrontés à un changement dans le modèle d'affaires, qui fut difficile à piloter. Cependant, nous pouvons dire que ce qui suit serait plus facile à gérer. Nous pouvons même maintenir cette dynamique et s'habituer à penser au changement récurrent de modèle d'affaires* » (Participant B).

En 6^e position, l'on retrouve l'unique thème mis en évidence durant le *focus group* pour la catégorie de l'écosystème en termes de partenariats interorganisationnels, à savoir l'innovation ouverte, qui sera plus fréquente mais en même temps obligatoire en raison des évolutions numériques.

Les participants ont ensuite placé trois impacts associés à la catégorie du client, notamment de nouveaux systèmes de maintenance et de nouvelles formes de communication : « *Le prescripteur était historiquement le personnel de maintenance qui est très opérationnel. Demain, pour mettre en place ces nouvelles approches de servicisation, nous devons aller chercher le financeur. Cela modifiera les circuits d'influence et, en fin de compte, les prises de décisions.* » (Participant F). Dans cette même catégorie du client, un autre impact à souligner est relatif à la désintermédiation et au changement de fournisseur. Certains participants ont suggéré que la servicisation numérique permettrait d'optimiser la chaîne de valeur et de réduire le risque de changement de fournisseurs, tandis que d'autres ont insisté sur ses risques de désorganisation de la chaîne de valeur.

Le dernier thème d'impacts appartient à la catégorie d'organisation interne et a reçu très peu de points. Il concerne la façon dont l'offre évoluée aura un impact sur le flux de travail interne, de la restructuration à l'optimisation.

4.4. Croisement des opportunités et obstacles avec la typologie SPS

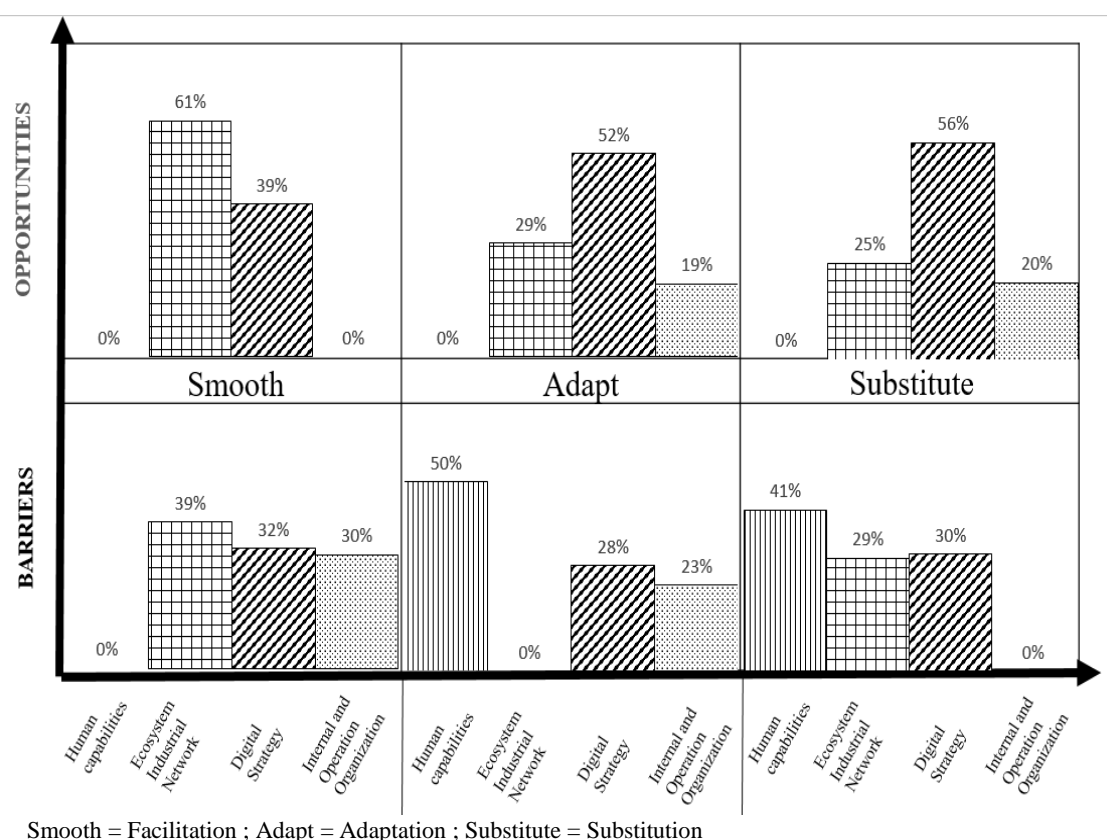
Les classements de chaque opportunité et obstacle par chaque participant ont été répartis selon la typologie SPS de l'offre de son entreprise. Les points de classement ont été agrégés pour constituer la Figure 1. Ce graphique compare les catégories d'obstacles et d'opportunités au sein de chaque typologie de service, et mutuellement entre les trois types

de SPS intelligents. Le pourcentage de chaque barre dans le graphique a été calculé à partir des points accordés par les participants.

En comparant les types entre eux, nous remarquons que, quel que soit le type de service, il n'existe pas d'opportunités en termes de capacités humaines, avec aussi une absence d'opportunités en matière d'organisation interne et opérationnelle pour les services de facilitation. De plus, la catégorie d'opportunité la plus importante correspond à la stratégie digitale pour les services d'adaptation et de substitution, et au réseau industriel écosystémique pour les services de facilitation.

Quant aux obstacles, nous soulignons leur absence pour la catégorie de capacités humaines dans le cas des services de facilitation, pour le réseau industriel écosystémique lorsqu'il s'agit des services d'adaptation, et enfin une absence des obstacles relatifs à l'organisation interne et opérationnelle pour les services de substitution. Par ailleurs, la catégorie d'obstacles la plus importante est celle des capacités humaines pour les SPS d'adaptation et de substitution, puis celle de réseau industriel écosystémique pour les systèmes de facilitation.

Figure 1 : Cartographie des obstacles et opportunités selon la typologie SPS



5. Discussion

5.1. Contributions nouvelles aux travaux antérieurs

Cette étude empirique possède plusieurs contributions au corpus théorique existant. Nous avons d'un côté mis en évidence plusieurs opportunités et obstacles de la servicisation numérique pour les PME qui n'ont pas fait l'objet d'études antérieures. Du côté des opportunités, nous avons tout d'abord identifié deux éléments relatifs à la stratégie numérique. Une offre SPS intelligent permet de générer des profits financiers pour les PME (Eller et al., 2020). Ce profit peut notamment résulter de la vente de données comme canal supplémentaire à la vente de matériel, mais surtout de la vente d'applications de diagnostic. Cette dernière correspond à la génération de données avec des applications liées à l'équipement et utilisées pour des besoins statistiques ou pour la prise de décision. Il s'agit d'une approche des PME pour réaliser des bénéfices tout en diversifiant l'offre à travers la servicisation numérique (Chalal, 2014). Ensuite, les participants du *focus group* ont souligné les opportunités pour les PME en termes de leadership sur le marché (Pellegrin et al., 2011). Ils ont insisté sur le fait que la servicisation numérique leur permet de renforcer leur position de leader, voire de développer un avantage concurrentiel en étant les précurseurs d'une offre de servicisation dans le marché. Notre deuxième contribution en termes d'opportunités est associée au réseau écosystémique. Le *focus group* a souligné que les technologies numériques ont le potentiel de renforcer l'image de l'entreprise auprès des clients, mais aussi de faciliter la construction de partenariats, et d'étendre l'écosystème de la PME en faveur de l'innovation (Mittal et al., 2018). Notre étude a particulièrement insisté sur l'importance d'une approche RSE lors de la communication et l'établissement de relations industrielles entre la PME et son écosystème.

Du côté des obstacles, les participants ont d'abord mis en évidence des barrières liées à l'organisation interne et opérationnelle, notamment la rigidité des pratiques de travail, où les employés se retrouvent coincés dans une organisation cloisonnée, en silos. Il semble assez compliqué de faire évoluer l'organisation d'une structure hiérarchisée vers une nouvelle structure flexible propice à la servicisation numérique (Marcon et al., 2019). Notre recherche a particulièrement souligné que la réticence interne à ce nouveau modèle d'affaires peut freiner l'évolution de la structure organisationnelle pour répondre aux nouvelles offres de servicisation numérique. Un second nouvel obstacle identifié est lié aux capacités humaines, à savoir la rigidité induite par la numérisation. Toutes les nouvelles technologies numériques s'appuient sur la dématérialisation et peuvent ainsi générer un problème d'un point de vue humain. Plusieurs employés ne sont pas en mesure d'adhérer à cette numérisation (Zangiacomini et al., 2018). Le *focus group* a particulièrement souligné que cette rigidité des mentalités et réticence est présente surtout lorsque la servicisation n'affecte pas directement le produit. Cette réticence est non seulement due à un manque d'ouverture d'esprit, mais aussi à une mauvaise compréhension de l'offre et du processus de changement.

Une dernière contribution nouvelle de cette recherche est associée à la désintermédiation et la multiplicité des fournisseurs. Les participants du *focus group* l'ont considérée comme un impact de la servicisation numérique, et ont souligné que cet élément peut être la fois

appréhendé comme opportunité et obstacle en fonction du contexte de l'entreprise. La désintermédiation grâce au développement technologique pourrait représenter un avantage pour la PME en lui permettant de minimiser voire de supprimer les pertes en cas de changement de fournisseur et d'optimiser ses coûts en opérant directement auprès du client final. A l'inverse, cette désintermédiation peut également être perçue comme une menace. En effet, à moins d'être hautement flexibles, les PME peuvent être confrontées au risque accru de désorganisation de la chaîne de valeur suite à la suppression d'acteurs. De plus, en cas d'impossibilité de désintermédiation, les PME semblent vouloir de moins en moins être mono fournisseur pour réduire les risques d'exclusivité. Ceci pourrait constituer une barrière compte tenu de la nécessité d'adapter les pratiques et outils numériques aux différentes solutions proposées par les fournisseurs.

5.2. Thèmes des recherches antérieures manquants dans notre étude

Plusieurs thèmes d'opportunités et d'obstacles de la transformation numérique des PME (Annexe 2) n'ont pas été confirmés par notre étude empirique centrée sur le cas particulier de servicisation numérique. Tout d'abord, en ce qui concerne la stratégie numérique, les participants ont seulement relevé des obstacles en termes de financement ou de réticence au modèle économique. Aucun d'eux n'a mentionné le manque de vision stratégique ni la faiblesse du leadership interne (Lall et al., 2017 ; Zangiacomi et al., 2018). Contrairement aux recherches antérieures, les PME impliquées dans notre étude empirique semblaient très informées de l'importance de la gestion de ces aspects de la servicisation numérique.

Ensuite, au regard de l'organisation interne, les participants ont insisté sur le potentiel de la servicisation numérique pour optimiser les processus et gagner en productivité (Peillon et Dubruc, 2019). Cependant, le *focus group* n'a pas soulevé des opportunités en termes de gestion de la chaîne d'approvisionnement, ni pour l'amélioration et la prédiction de la prise de décision. Il semblerait que ces avantages globaux de la transformation numérique ne s'appliquent pas à la servicisation numérique des PME.

Par ailleurs, concernant l'écosystème, bien que les participants aient exprimé de grandes préoccupations au sujet de la nouvelle relation avec le client, aucun d'eux n'a souligné l'apport des technologies numériques à la coopération entre les fournisseurs et les clients (Klein et al., 2018). Le *focus group* a seulement noté la nécessité de se rapprocher des clients pour construire des SPS intelligents plus adaptés, mais n'a pas souligné l'intérêt de suivre l'évolution dynamique des besoins et des exigences des clients à travers les technologies numériques. Parallèlement, les participants ont constaté qu'avoir une réputation numérique est très intéressant pour une PME, mais ne pas en avoir ne constitue pas pour autant un obstacle. Ils ont justifié qu'une telle réputation n'a pas d'incidence particulière sur la performance ou l'attractivité des SPS intelligents proposés. Aussi, le rôle majeur des politiques institutionnelles pour promouvoir la numérisation grâce au financement et à l'aide au réseautage a été souvent noté dans la littérature (Antoniuk et al., 2017 ; Molinillo et Japutra, 2017 ; Peillon et Dubruc, 2019). Toutefois, aucun participant n'a mentionné ces possibilités et n'a aperçu de barrières relatives au cadre institutionnel. Ceci serait

particulièrement dû aux efforts du gouvernement Français pour renforcer la transformation numérique des entreprises par exemple à travers l'Alliance Industrie du Futur qui œuvre pour promouvoir la numérisation des PME françaises.

Enfin, plusieurs propositions des études antérieures manquantes dans notre recherche sont liées aux facteurs humains. Aucun des neuf participants du *focus group* n'a identifié d'opportunités de la servicisation numérique au regard des capacités humaines. Toutefois, ils ont mis en évidence certains obstacles relatifs au manque d'expertise numérique et à la rigidité des mentalités. Ce résultat suggère que les PME devraient fournir plus d'efforts pour permettre à leurs équipes de monter en compétence au regard du numérique et pour les sensibiliser au potentiel des technologies numériques pour leur productivité et leur évolution au sein de l'entreprise. En effet, si les employés n'identifient que les obstacles, la conduite du changement induit par la servicisation numérique serait très difficile à mener.

5.3. Opportunités et obstacles en fonction du type de SPS intelligent

Nous avons croisé les types de SPS intelligents proposés par les PME participantes avec les opportunités et obstacles de servicisation numérique mis en évidence par les représentants de ces entreprises (Figure 1). Nous avons ainsi relevé plusieurs particularités en fonction de la typologie d'offre de servicisation numérique. Tout d'abord, concernant les capacités humaines, les participants ont noté uniquement des obstacles sans aucune opportunité quel que soit le type de SPS proposé. De plus, ces obstacles ne sont mis en évidence que pour les typologies d'adaptation et de substitution, où elles constituent le problème le plus important comparé aux autres barrières. Il semble que ces deux types de SPS induisent un changement profond au mode de travail interne. Dès lors, les PME adoptant ces approches de servicisation doivent être particulièrement attentives à la réticence des employés pour adapter leurs tâches aux technologies numériques et doivent veiller à les faire adhérer en proposant des opportunités d'amélioration des capacités humaines.

Deuxièmement, l'écosystème constitue l'opportunité et en même temps l'obstacle le plus important pour la typologie de facilitation. Ceci peut s'expliquer par le fait que, pour ce type de SPS, la création d'un réseau est très complexe et prend beaucoup de temps au début. Mais à partir du moment où la PME a développé un nombre initial de partenaires pour créer son SPS, il lui est plus facile d'élargir son réseau à travers les partenaires existants pour améliorer davantage son service de facilitation. Par ailleurs, l'écosystème ne constitue pas un obstacle pour les SPS d'adaptation, car l'entreprise s'appuie surtout sur ses capacités internes pour adapter son offre comme mis en évidence dans le paragraphe précédent.

Troisièmement, nous observons que la servicisation numérique représente très peu ou pas d'opportunités en termes d'organisation interne et opérationnelle pour les trois types de SPS. En effet, cette orientation stratégique peut entraîner une lourdeur structurelle au moins lors des premières phases de transformation. De plus, notons que l'organisation interne et opérationnelle représente un obstacle important pour la typologie de facilitation, modéré pour celle d'adaptation, et aucun obstacle pour l'offre de substitution. En effet, les participants ont

souligné que pour des offres de facilitation et d'adaptation, la numérisation ne transforme pas seulement la structure des coûts, mais aussi le temps opérationnel, les champs de compétences et les pratiques organisationnelles. Pour la typologie de substitution, la structure organisationnelle doit avoir déjà subi un changement en profondeur grâce aux technologies numériques bien avant que l'entreprise ne se décide de s'orienter vers une offre de substitution.

Enfin, en ce qui concerne la stratégie numérique, nos résultats montrent qu'il s'agit d'une préoccupation assez considérable pour les trois types de SPS intelligents. De plus, il est important de noter que plus la PME s'oriente vers davantage de servicisation, i.e. de la facilitation vers la substitution, plus elle a accès à des opportunités pour sa stratégie numérique. Ceci suggère que l'implication croissante d'une PME dans une approche de servicisation numérique lui apporte davantage de bénéfices stratégiques. D'après les participants du *focus group*, ces bénéfices peuvent concerner un profit financier, une innovation plus disruptive et un avantage concurrentiel important.

6. Conclusion

La transformation numérique est désormais reconnue comme l'une des nouvelles tendances de l'industrie visant à améliorer la performance de l'entreprise en termes de productivité, de réduction de coûts et de stimulation de l'innovation. Si certaines PME ont entamé cette transformation avec l'avènement de l'Industrie 4.0, nombreuses sont celles qui ont encore du mal à faire le premier pas. Ceci est particulièrement le cas de la transformation en vue d'une servicisation numérique de l'offre. Si la littérature a souvent souligné les obstacles et opportunités de la transformation numérique en général pour les PME, rares sont les études qui se sont focalisées sur le cas particulier de la servicisation numérique. En effet, cette stratégie requière des aptitudes particulières, ainsi qu'une adaptation spécifique de la structure et de la vision stratégique de la PME. Cette recherche avait donc pour objectif de mettre en évidence les obstacles, opportunités et impacts de la servicisation numérique pour les PME.

Suite à une revue de littérature des obstacles et opportunités de la transformation numérique des PME, nous avons déduit quatre catégories et leurs thèmes associés mis en évidence dans des études antérieures. Cette catégorisation nous a permis de mieux analyser les résultats du *focus group* afin d'identifier les thématiques de la transformation numérique qui s'appliquent à la servicisation ou au contraire que ne s'y prêtent pas, et faire émerger des éléments spécifiques à cette approche stratégique. De plus, cette étude permet de sensibiliser les PME aux opportunités possibles si elles s'engagent davantage dans une démarche de servicisation numérique, et d'améliorer leur compréhension des principaux impacts et obstacles à anticiper et à gérer en fonction de leur type de SPS intelligent. L'hétérogénéité des propositions des participants était en effet en grande partie due à la différence de leurs offres de servicisation. Par ailleurs, l'unique point commun était relatif à l'absence d'opportunités de servicisation numérique pour les PME en termes de capacités humaines.

Ces résultats doivent être considérés avec prudence pour plusieurs raisons. En effet, une recherche qualitative plus approfondie via études de cas ou *focus groups* supplémentaires est nécessaire pour renforcer la robustesse de nos résultats et pour examiner en profondeur les liens entre les types de SPS intelligents et les opportunités et obstacles de la servicisation numérique des PME. De plus, une étude quantitative pourrait mettre en évidence des impacts directs et de médiation entre les différentes catégories d'obstacles et d'opportunités et la réussite de la stratégie de servicisation numérique par une PME. Il serait également intéressant d'explorer quantitativement l'effet de contingence induit par le type de SPS proposé mais aussi par d'autres variables caractérisant le contexte interne de la PME et externe de son secteur.

Références

- Ackx S. (2014), Emerging technologies, disrupt or be disrupted. In: Reimer H, Pohlmann N, Schneider, W. (eds.) *ISSE 2014. Securing electronic business processes: highlights of the information security solutions*, Europe 2014 conference Springer, Wiesbaden, p 177–187.
- Ahmed, S., & Asraf, R.M. (2018), The Workshop as a Qualitative Research Approach: Lessons Learnt from “Critical Thinking through Writing” Workshop, *Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, September (Special Edition), p.1504–1510.
- Antoniuk, L., Gernego, I., Dyba, V., Polishchuk, Y., & Sybirianska, Y. (2017). Barriers and opportunities for hi-tech innovative small and medium enterprises development in the 4th industrial revolution era, *Problems and Perspectives in Management*, vol. 15, n°4, p. 100–113.
- Asbury, J.-E. (1995) Overview of Focus Group Research, *Qualitative Health Research*, vol. 5, n°4, p. 414-420
- Baines, T. Lightfoot, H. Benedettini, O. Kay, J. (2009), The Servitization of Manufacturing: A review of the Literature and Reflection on Future Challenges, *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 20, n°5, p. 547-567.
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., Vocke, C. (2015), Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an “industry 4.0”, *Procedia Manufacturing*, vol.3, p. 417-424.
- Carlborg, P., Kindström, D., Kowalkowski, C. (2014), The evolution of service innovation research: a critical review and synthesis, *The Service Industries Journal*, vol. 34, n°5, p. 373-398.
- Chalal, M. E. (2014), Aide à la décision pour la servicisation des PME industrielles: une approche par modélisation et simulation, *Doctoral dissertation*, Saint-Etienne, EMSE.
- Chen D, Vallespir B, Daclin N. (2008), An Approach for Enterprise Interoperability Measurement, *MoDISE-EUS*, p. 1-12.
- Chesbrough, H., Spohrer, J. (2006). A Research Manifesto for Services Science, *Communication ACM*, vol. 49, p. 35-40.
- Cimini, C., Pinto, R., Pezzotta, G., Gaiardelli, P. (2017), The transition towards industry 4.0: business opportunities and expected impacts for suppliers and manufacturers. In: *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing*. APMS 2017. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, Cham, p. 119-126.
- Confente, I., Buratti, A., Russo, I. (2015), The role of servitization for small firms: Drivers versus barriers. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, vol. 26, n°3, p. 312-331.

- Coreynen, W., Matthyssens, P., Van Bockhaven, W. (2017).), Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers, *Industrial Marketing Management*, vol. 60, p. 42–53.
- Cusumanao, M. Khal, S. Suarez, F. (2015), Services, Industry Evolution and the Competitive Strategies of Product Firms, *Strategic Management Journal*, vol. 36, n°4, p. 559-575.
- Dachs , B. , Biege , S. , Borowiecki , M. , Lay , G. , Jäger , A., Schartinger , D. (2013), Servitization in European manufacturing industries: Empirical evidence from a large scale data base, *The Service Industries Journal*, vol. 33, n°1, p. 1 - 21.
- Eller, R., Alford, P., Kallmünzer, A., Peters, M. (2020), Antecedents, consequences, and challenges of small and medium-sized enterprise digitalization, *Journal of Business Research*, vol. 112, p. 119-127.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., Sihm, W., (2016), Tangible industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production, *Procedia CIRP*, vol. 54, p. 13-18.
- Ferreira, J. J.M., Fernandes, C. I., Ferreira, F. A. F. (2019), To be or not to be digital that is the question: Firm innovation and performance, *Journal of Business Research*, vol. 101, p. 583-590.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., Ayala, N. F. (2019), Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies, *International Journal of Production Economics*, vol. 210, p. 15-26.
- Ghobakhloo, M. & Ching, T.N. (2019), Adoption of Digital Technologies of Smart Manufacturing in PME, *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 16, p. 100-107. .
- Gioia, D. A., Patvardhan, S. D., Hamilton, A. L., Corley, K. G. (2013), Organizational identity formation and change, *Academy of Management Annals*, vol. 7, n°1, p. 123-193.
- Gobble, M.A.M. (2018), Digitalization, Digitization and Innovation, *Research Technology Management*, vol. 61, n°4, p. 56-59.
- Grant, K., Edgar, D., Sukumar, A. Meyer, M. (2014), ‘Risky business’: perceptions of e-business risk by UK small and medium sized enterprises (SMEs), *International Journal of Information Management*, vol. 34, n°2, p. 99-122.
- Hardwig, T., Klötzer, S., Boos, M. (2019), Software-supported collaboration in small- and medium-sized enterprises, *Measuring Business Excellence*, vol. 24, n°1, p. 1-23.
- Holmström, J., Partanen, J. (2014), Digital manufacturing-driven transformations of service supply chains for complex products, *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 19, n°4, p. 421-430.
- Horváth, D., Szabó, R. Z. (2019), Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 146, p. 119-132.
- Kans, M., Ingwald, A. (2016), Business Model Development towards Service Development 4.0, *Procedia CIRP*, vol. 47, p. 489-494.
- Kiel, D., Arnold, C., Voigt, K.-I., (2017), The influence of the industrial internet of things on business models of established manufacturing companies – a business level perspective, *Technovation*, vol. 68, p. 4-19.
- Kilimis, P., Zou, W., Lehmann, M., Berger, U. (2019), A survey on digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany, *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, n°13, p. 2140-2145.
- Klein MM, Biehl SS, Friedli T. (2018), Barriers to smart services for manufacturing companies – an exploratory study in the capital goods industry, *Journal of Business & Industrial Marketing*, vol. 33, p. 846-856.

- Lall, M., Torvatn, H., Seim, E. (2017), Towards Industry 4.0: Increased Need for Situation- al Awareness on the Shop Floor in Springer International Publishing AG 2017, H. Lödding et al. (Eds.), *APMS 2017*, Part I, IFIP AICT 513, p. 322-329.
- Landscheidt, S., Kans, M., Winroth, M., Wester, H. (2018), The future of industrial robot business: Product or performance based?, *Procedia Manufacturing*, vol. 25, p. 495-502.
- Lerch, C., Gotsch, M. (2015), Digitalized product-service systems in manufacturing firms: A case study analysis, *Research Technology Management*, vol. 58, n°5, p. 45-52.
- Levy, M., Powell, P., Worrall, L. (2005), Strategic intent and e-business in SMEs: enablers and inhibitors, *Information Resources Management Journal*, vol. 18, n° 4, p. 1-20.
- Marcon, É., Marcon, A., Le Dain, M.-A., Ayala, N. F., Frank, A. G., Matthews, J. (2019), Barriers for the digitalization of servitization, *Procedia CIRP*, vol. 83, p. 254-259.
- Martinez, V., Neely, A., Velu, C., Leinster-Evans, S., Bisessar, D. (2017), Exploring the journey to services, *International Journal of Production Economics*, vol. 92, p. 66-80.
- McDonald, W.J. (1994). Provider perceptions of focus group research use: A multi-country perspective, *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 22, n°3, p. 265-273.
- McKinsey & Company (2016), *Industry 4.0 after the Initial Hype: Where Manufacturers Are Finding Value and how they Can Best Capture it*, McKinsey Digital.
- Medini, K., Andersen, A.-L., Wuest, T., Christensen, B., Wiesner, S., Romero, D., Tao, F. (2019), Highlights in Customer-driven Operations Management Research, *Procedia CIRP*, vol. 86, p. 12-19.
- Mittal S, Khan MA, Romero D, Wuest T. (2018), A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs), *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 49, p. 194-214.
- Molinillo, S., Japutra, A. (2017), Organizational Adoption of Digital information and Technology: A theoretical Review, *Bottom Line*, vol. 30, n°1, p. 33-46.
- Müller, J.M. (2019), Business model innovation in small- and medium-sized enterprises: Strategies for industry 4.0 providers and users, *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 30, n°8, p. 1127-1142.
- Münster, M., Meiren, T. (2011), *Internet-based Services in Mechanical and Plant Engineering*, Stuttgart: Fraunhofer-Verlag.
- Nambisan, S., (2013), Information Technology and Product/Service Innovation: A Brief Assessment and Some Suggestions for Future Research, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 14, p.1.
- Nylén, D., Holmström, J. (2015), Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation. *Business Horizons*, vol. 58, n°1, p. 57-67.
- Oni, O., Papazafeiropoulou, A. (2014), Diverse views on IT innovation diffusion among SMEs: influencing factors of broadband adoption, *Information Systems Frontiers*, vol. 16, n°4, p. 729-747.
- Pagoropoulos, A., Maier, A., McAloone, T.C. (2017), Assessing transformational change from institutionalizing digital capabilities on implementation and development of Product-Service Systems: Learnings from the maritime industry, *Journal of Cleaner Production*, vol. 166, p. 369-380.
- Park, Y., Geum, Y., Lee, H. (2012). Toward integration of products and services: taxonomy and typology, *Journal of Engineering Technological Management*, vol. 29, n°4, p. 528-545.
- Paschou, T., Adrodegari, F., Rapaccini, M., Saccani, N., Perona, M. (2018), Towards Service 4.0: A new framework and research priorities, *Procedia CIRP*, vol. 73, p. 148-154.

- Peillon, S., Dubruc, N. (2019), Barriers to digital servitization in French manufacturing SMEs, *Procedia CIRP*, vol. 83, 146-150.
- Pellegrin, C., Peillon, S., & Burlat, P. (2011). Caractérisation d'un système de production orienté service (SP-OS) dans un contexte de servicisation. *9e Congrès International de Génie Industriel*.
- PwC (2014), *Industry 4.0- Opportunities and Challenges of the Industrial Internet*.
- Raja JZ, Frandsen T, Mouritsen J. (2017), Exploring the managerial dilemmas encountered by advanced analytical equipment providers in developing service-led growth strategies, *International Journal Production Economics*, vol. 192, p. 120-32.
- Rosenthal, M. (2016), Qualitative research methods: Why, when, and how to conduct interviews and focus groups in pharmacy research, *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, vol. 8, n°4, p. 509-516.
- Thun, S., Kamsvåg, P. F., Kløve, B., Seim, E. A., Torvatn, H. Y. (2019), Industry 4.0: Whose revolution? The digitalization of manufacturing work processes, *Nordic Journal of Working Life Studies*, vol. 9, n°4, p. 39-57.
- Tukker, A. (2004), Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet, *Business Strategy and the Environment*, vol. 13, n°4, p. 246-260.
- Vendrell-Herero. F., Bustinza, O.F., Parry, G. Georgantzis, N. (2017), Servitization, digitization and Supply Chain Interdependency, *Industrial Marketing Management*, vol. 60, p. 69-81.
- Vendrell-Herrero, F., Wilson, J. R. (2017), Servitization for territorial competitiveness: Taxonomy and research agenda, *Competitiveness Review: An International Business Journal*, vol. 27, n°1, p. 2-11.
- Verhoef, P.C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., Haenlein, M. (2019), Digital transformation: A multidisciplinary reflection and re- search agenda, *Journal of Business Research*, vol. 122, p. 889-901.
- Vey, K., Fandel-Meyer, T., Zipp, J.S., Schneider, C., (2017), Learning & development in times of digital transformation: facilitating a culture of change and innovation, *International Journal Advanced Corporate Learning*, vol.10, n°1.
- von Leipzig, T., Gamp, M., Manz, D., Schöttle, K., Ohlhausen, P., Oosthuizen, G., Palm, D., von Leipzig, K., (2017) Initialising customer-orientated digital transformation in enterprises, *Procedia Manufacturing*, vol. 8, p. 517-524.
- Weber, R.H., Studer, E., (2016), Cybersecurity in the internet of things: legal aspects. *Computer Law Security Review*, 32, 715–728.
- Weiss, A., Schade, C., Riedl, M., & Matt, D. (2016), Present and Future of Digitalization in South Tyrolean SMEs. *Proceedings of the 27th ISPIM Conference*, Porto, Portugal.
- Zangiacomi, A., Sacco, M., Pessot, E., De Zan, A. Bertetti, M. (2018), A Perspective on the Implementation of a Path Towards the Factory of the Future: The Italian Case. *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, Stuttgart, Germany, p.1-9.

Annexes

Annexe 1. Typologie des services élaborée à partir de la littérature

Service de facilitation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maintenance, réparations, option de financement, assurance et garantie, support et assistance technique (Cusumano, 2014)
--------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ex. Entretien correctif de l'ascenseur par des fournisseurs partenaires (Ardolino et al., 2018)
Service d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formation et conseil qui introduit de nouveaux usages pour le client, intégration du produit de base avec d'autres solutions (assemblage de produits et services sur mesure) (Cusumano, 2014) ▪ Ex. Maintenance prédictive des ascenseurs grâce à des capteurs et à la surveillance à distance (Ardolino et al., 2018)
Service de substitution	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Services de traitement de données vendus au lieu de la location d'équipement d'entretien, de téléphone ou d'impression et paiement à l'utilisation (Cusumano, 2014) ▪ Ex. Développement d'une solution d'ascenseur grâce à l'apprentissage automatique pour proposer des services de surveillance et de maintenance prédictive qui minimisent les temps d'arrêt et accélèrent la restauration des équipements (Ardolino et al., 2018)

Annexe 2. Opportunités et obstacles à la transformation numérique des PME

Opportunités	Thèmes	Obstacles
Profit financier	Stratégie numérique (Business, global)	Absence de stratégie de financement numérique
Innovation du modèle d'affaires		Manque de vision stratégique numérique
Leadership externe – obtenir un avantage concurrentiel		Réticence à l'innovation du modèle économique
Gestion efficace des opérations		Faiblesse leadership interne
Optimisation de la gestion de la chaîne d'approvisionnement	Organisation interne et opérationnelle	Gestion des opérations de base
Prise de décision complexe et prédictive		Rigidité dans les pratiques de travail
Facilitateur de coopération		Réticence à l'assimilation des technologies numériques
Relation plus profonde et proche des clients	Réseau industriel écosystémique	Manque de proximité avec les clients
Responsabiliser la réputation numérique		Réticence du client au changement
Une meilleure connectivité des systèmes		Manque de réputation numérique
Facilitateur de l'identité communautaire		Faible réseau écosystémique
		Peur de perdre la propriété

		intellectuelle
Dynamique de réseautage d'affaires		Limites imposées par les cadres et les politiques institutionnels
Nouvelle dynamique de l'apprentissage	Capacités humaines	Manque d'expertise numérique
Organisation axée sur les personnes		Gestion du changement non ciblé
Autonomiser la culture digitale		Manque de culture digitale
Favoriser le travail collaboratif		Rigidité et inflexibilité

Annexe 3. Caractéristiques des participants du *focus group*

Société	Secteur	Fonction	Offre
A	Logiciel	Directeur commercial	Outil collaboratif pour gérer la performance industrielle en tant que système de suivi des déchets
B	Énergie	Directeur R&D	Solutions pour utiliser des sources d'énergie alternatives et améliorer les technologies connexes existantes
C	Produits chimiques	Directeur	Produits chimiques pour le traitement et l'entretien des pierres naturelles (marbre et granit)
D	Biens d'équipement	Directeur de fabrication numérique	Roulements mécaniques (roulements, guides linéaires, joints, pièces détachées de véhicules, etc.)
E	Biens d'équipement	Gestionnaire analytique	Fabricant industriel de solution de pompe à vide
F	Biens d'équipement	Responsable informatique	Détecteurs de fuites, pompes turbo moléculaires, systèmes de contrôle de l'étanchéité
G	Matériaux	Coordonnateur des ventes	Produits longs en acier inoxydable et alliages : barres, fils de machine et fils tirés
H	Logiciel	Directeur commercial	Applications construites autour d'un smartphone pour explorer les capacités du circuit intégré de géolocalisation
I	Biens d'équipement	Directeur commercial	Moules pour l'injection de pièces en plastique, composites et outils pour moulage

Annexe 4. Obstacles identifiés par les participants

Catégorie identifiée dans la littérature	Thèmes émergents du focus group	Points	Classement
Capacités humaines	Changement culturel interne - externe	88	1
Capacités humaines	Compétences humaines et technologiques (internes)	86	2
Réseau industriel écosystémique	Partage de données avec le client (droit d'utilisation) - sécurité des données	82	3
Réseau industriel écosystémique	Adoption client - maturité - gestion du changement	78	4
Stratégie numérique	Inadéquation du produit	76	5
Organisation interne et opérationnelle	Organisation des silos	72	6
Stratégie numérique	Difficulté à concevoir, et à choisir une solution	55	7
Stratégie numérique	Changement de modèle d'affaires (suppression d'intermédiaires, etc.)	53	8
Organisation interne et opérationnelle	Rupture technologique	52	9
Stratégie numérique	Finance - coût de développement	48	10
Stratégie numérique	Économie	43	11
Organisation interne et opérationnelle	Intégration dans les offres existantes	39	12
Stratégie numérique	Obligation de résultats (en termes d'acceptation)	32	13
Capacités humaines	Dématérialisation	29	14

Annexe 5. Opportunités identifiées par les participants

Catégorie identifiée dans la littérature	Thèmes émergents du focus group	Points	Classement
Stratégie numérique	Différenciation et augmentation de la valeur de l'offre	84	1
Réseau industriel écosystémique	Relation proximale avec les clients	83	2
Stratégie numérique	Diversification (en termes de secteur et de marché)	74	3

Réseau industriel écosystémique	Fidélisation des clients par le service	71	4
Stratégie numérique	Différenciation des concurrents	67	5
Réseau industriel écosystémique	Renforcer l'image de l'entreprise (RSE, marque, partenaires)	66	6
Stratégie numérique	Augmentation du chiffre d'affaires	63	7
Organisation interne et opérationnelle	Amélioration des processus (grâce à la communication)	60	8
Réseau industriel écosystémique	Développement des écosystèmes	55	9
Stratégie numérique	Bénéfice par utilisation	50	10
Réseau industriel écosystémique	Facilité d'utilisation par le client	47	11
Organisation interne et opérationnelle	Optimisation de la chaîne de production	44	12
Stratégie numérique	Vendre des données	41	13
Organisation interne et opérationnelle	Normalisation qui facilite l'accès aux marchés	28	14

Annexe 6. Impacts de la servicisation identifiés par les participants

Catégorie	Thèmes émergents du focus group	Points	Classement
Organisation interne et opérationnelle	Nouvelles compétences – Gestion des connaissances	79	1
Organisation interne et opérationnelle	Agilité d'affaires (changement de modèle d'affaires)	72	2
Organisation interne et opérationnelle	Évolution culturelle	72	3
Organisation interne et opérationnelle	Nouvelle philosophie pour les équipes	60	4
Organisation interne et opérationnelle	Marketing stratégique	55	5
Réseau industriel écosystémique	Innovation ouverte	50	6
Réseau industriel écosystémique avec un focus sur le client	Une meilleure gestion de l'entretien	48	7
Réseau industriel	Nouvelle communication client	45	8

écosystémique avec un focus sur le client			
Réseau industriel écosystémique avec un focus sur le client	Intégration du cloud client	42	9
Organisation interne et opérationnelle	Canal de distribution	42	10
Réseau industriel écosystémique avec un focus sur le client	Minimisation des pertes par changement de fournisseur	38	11
Organisation interne et opérationnelle	Recentrage du flux de travail interne	27	12