



Offrir aux PME régionales un outil d'auto-audit pour arrimer virage numérique et développement durable : le projet PME 4.0 au Saguenay–Lac-Saint-Jean

Stéphanie Vallée^a

DOI : <https://doi.org/10.1522/revueot.v32n3.1685>

RÉSUMÉ. Dans le contexte VICA (volatil, incertain, complexe et ambigu) actuel, le numérique a le potentiel de soutenir la création de valeur des PME et de contribuer à développer leur résilience dans l'atteinte des objectifs stratégiques. Il est désormais possible, à l'aide des technologies de l'industrie 4.0, de mesurer une productivité soutenue par un contrôle de gestion arrimé aux pratiques durables. Étant donné que le virage numérique n'a été effectué que par une minorité des PME au Québec et en considérant que la maturité technologique des PME régionales, particulièrement au Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ), reste à définir, la présente étude vise à innover grâce à un modèle d'analyse du niveau de la maturité numérique incorporant un indice des pratiques durables de la PME.

Mots clés : Audit, auto-audit, maturité numérique, industrie 4.0, PME

ABSTRACT. In the current VUCA (volatility, uncertainty, complexity and ambiguity) context, digital technology has the potential to support SME value creation and to help develop their resilience in achieving strategic objectives. It is now possible, using Industry 4.0 technologies, to measure productivity supported by management control tied to sustainable practices. Given that the digital technology shift has only been implemented by a minority of SMEs in Quebec and considering that the technological maturity of regional SMEs, particularly in the Saguenay-Lac-Saint-Jean region, remains to be defined, this study aims to innovate with an analysis model of the level of digital technology maturity incorporating an index of sustainable practices for SMEs.

Key words: Assessment, self-readiness assessment, maturity levels, industry 4.0, SME

Introduction

En 2023, les entrepreneurs et gestionnaires sont de plus en plus amenés à saisir le virage numérique (Schwab, 2016). Ceux de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (SLSJ) de tous secteurs et filières confondus n'y feront pas exception. Ils doivent se préoccuper des enjeux qui incombent aux petites et moyennes entreprises (PME), dont ceux liés au développement durable, et encore trop peu le font (Banque de développement du Canada, 2023). Ce double effort n'est pas toujours aisé, même si les petites entreprises ont fait preuve d'une résilience

incroyable (Trudeau, s. d., cité dans Cabinet du premier ministre, 2022; Priyono et collab., 2020), d'autant plus lorsqu'elles opèrent en région éloignée des grands centres urbains (Institut de la statistique du Québec [ISQ], 2021). Souvent, les PME manquent d'informations et de sensibilisation sur les nouvelles possibilités numériques (Kergroach, 2020) et le long processus d'aide des gouvernements en matière d'audit numérique peut parfois demander des ressources que les PME n'ont pas.

^a LaboNFC, Département des sciences économiques et administratives, Université du Québec à Chicoutimi, membre du Comité de pilotage d'innovation et de transformation durable pour l'Itinéraire stratégique de Tourisme Saguenay–Lac-Saint-Jean

Ainsi, dans le but de soutenir les PME de la région dans leurs efforts de numérisation, cet article présente le projet de recherche-action PME 4.0, soutenu par MITACS et visant à développer un outil d'autoaudit de maturité technologique 4.0. Outre l'apport concret d'un outil permettant aux PME de se positionner sur le plan de leur maturation technologique 4.0 (Priyono et collab., 2020), l'étude vise également plus largement à répondre à la question suivante : *Quel est le degré de maturité numérique des PME au SLSJ en 2023?*

Le modèle s'adresse aux PME de tous secteurs d'activité, filières et tailles, suivant les recommandations de Brozzi et collab., (2018). Il incorpore également le numérique et l'économie circulaire par le thème de la durabilité, selon les relations établies par Rosa et collab., (2020).

L'économie circulaire et l'industrie 4.0 représentent les deux paradigmes industriels les plus importants ces dernières années (Antikainen et collab., 2018; Suárez-Eiroa et collab., 2021; Rosa et collab., 2020). Terme communément accepté (Winans et collab., 2017), l'économie circulaire réfère à un :

« système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités. (Bibliothèque et Archives nationales du Québec [BAnQ], 2021)

Le projet PME 4.0 suit les recommandations d'études scientifiques portant sur l'histoire de l'évolution des audits numériques (Hizam-Hanafiah et collab., 2020) ainsi que les modèles d'audit et d'autoaudit numérique s'adressant aux petites PME de tous les secteurs d'activité (Brozzi et collab., 2018; Hizam-Hanafiah et collab., 2020). Il repose également sur le modèle d'audit pour le domaine manufacturier de Gamache (2019), considérant que le numérique peut apporter jusqu'à 85% d'amélioration dans la précision des prévisions de l'entreprise (Gregolinska et collab., 2022). De même, il prend

pour base conceptuelle le virage numérique allié au concept de l'économie circulaire, un terme communément accepté (Winans et collab., 2017) qui réfère à un système industriel restaurateur ou régénératif par intention et par conception, interactif (Frimousse et Peretti, 2021). Enfin, il met en lumière les tendances en matière de développement durable (Ertz et collab., 2022) des PME du SLSJ alliant l'économie circulaire à l'industrie 4.0 (Berger-Douce, 2014).

La contribution majeure de cette étude est donc double. D'une part, elle propose un outil numérique permettant à tout type de PME de s'autoévaluer afin de comprendre son actuel niveau de maturité technologique 4.0. D'autre part, les données collectées par l'outil permettront d'évaluer globalement l'état d'avancement de la maturité technologique des PME du SLSJ ainsi que de leur indice de gestion durable.

1. Revue de littérature

Le virage numérique, tel qu'il est défini par la Vitrine linguistique (OQLF, 2022), désigne le « Fait, pour une organisation ou une personne, de recourir aux technologies numériques afin d'accroître son efficacité, et de s'adapter aux nouvelles réalités du numérique. » Il est une conséquence de l'industrie 4.0 (Hoyer et collab., 2020), qui a mis en branle la quatrième révolution industrielle (Schwab, 2016). Le passage des méthodes traditionnelles de travail à l'intégration de technologies modifie les interactions humaines, la gestion, les tâches des employés et celles des dirigeants, ce que des auteurs hors Québec appellent aussi la transformation digitale (Ducrey et Vivier, 2019).

À cela s'ajoutent deux concepts différenciateurs : les contrôles de gestion traditionnels et le développement durable. Tout d'abord, les contrôles de gestion traditionnels (Sloan, 1990) sont désormais assistés par le numérique en temps réel (Dias et collab., 2017; Frimousse et Peretti, 2021), découplant son pouvoir narratif basé sur les faits. Les ouvrages de référence en la matière sont ceux de Giraud et Zarlowski (2011), Seal et Mattimoe (2016), Alcouffe et collab. (2013) ainsi qu'une page Web du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie [MEIE]

(2019) portant sur les clés de la saine gestion de la PME. Ensuite, le développement durable recoupe le concept des contrôles de gestion, car ils sont tous deux devenus essentiels à la PME régionale moderne. L'ouvrage d'Ertz (2021) fournit une référence de grille analytique pour des caractéristiques de biens et services durables à intégrer au questionnaire d'entretien.

Ainsi, l'entreprise moderne participe à « l'efficacité économique pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable » (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [MELCCFP], 2023), le tout assisté par de

nouveaux dispositifs technologiques dits 4.0, tels que l'intelligence artificielle, les mégadonnées et la robotique collaborative, pour ne nommer que ceux-ci. La PME n'est donc plus dans une logique taylorienne de rendement productif qui n'est motivée que par le profit (Blanchet, 2016) : elle doit assurer la pérennité de ses ressources de manière innovante.

Puisque le projet de recherche-action est ancré dans un territoire régional, deux concepts sont mis de l'avant, soit le développement durable et l'économie circulaire, définis au tableau 1 pour faire ressortir leurs points en communs utiles aux acteurs régionaux.

Développement durable ¹	Économie circulaire ²
Maintenir l'intégrité de l'environnement pour assurer la santé et la sécurité des communautés humaines et pour préserver les écosystèmes qui entretiennent la vie	Optimiser l'utilisation des ressources qui circulent déjà dans nos sociétés en : utilisant les produits plus fréquemment; prolongeant la durée de vie des produits et des composants; donnant une nouvelle vie aux ressources
Assurer l'équité sociale pour permettre le plein épanouissement de toutes les femmes et de tous les hommes, l'essor des communautés et le respect de la diversité	Repenser nos modes de production et de consommation pour consommer moins de ressources et pour protéger les écosystèmes qui les génèrent
Viser l'efficacité économique pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable	

¹ MELCCFP (2023)

² RECYC-QUÉBEC (2023)

Tableau 1 – Objectifs du développement durable et de l'économie circulaire

Nous saisissons une opportunité émergente dans la littérature scientifique en juxtaposant le concept de la maturité numérique à celui de l'économie circulaire. Ils introduisent un point de jonction important et très bien documenté entre l'industrie 4.0 et le développement durable, lequel constitue le principe de la « performance globale », telle qu'elle est définie par St-Pierre et Cadieux (2011, cités dans Berger-Douce, 2014, p. 14).

1.1 Choix des outils numériques de base

La perspective manufacturière donne le ton au choix des outils numériques de base retenus pour cette recherche. En effet, il est pertinent de se

demander si les PME des autres secteurs d'activité se situent au même niveau de maturité numérique que le manufacturier. Le Centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations (CEFRIO) (Danjou et collab., 2017) donne une lecture intéressante de la pénétration des technologies et des pratiques d'affaires propres à l'industrie 4.0 au sein des PME. À partir d'un échantillon de 312 entreprises, il relève quelles technologies et pratiques d'affaires sont les plus utilisées et maîtrisées dans les industries québécoises : les suites bureautiques, p. ex. Microsoft Office (71 %); les sites web informationnels (53 %); les logiciels de dessin (53 %); les progiciels

de gestion (46 %); et les médias sociaux (34 %). Ces ratios sont des repères de base dont la présente étude tient en compte, tout en ajoutant les nouvelles avancées technologiques propres à l'industrie 4.0.

1.2 Contribution

L'étude permettra de comprendre les enjeux et défis des PME dans ce processus qu'on appelle le virage numérique, tel qu'il est défini par l'OQLF (2022) et auquel le *Plan d'action en économie numérique* (Plan d'action en économie numérique [PAEN], 2016) fait référence. Elle vise également à contribuer, par un outil adapté aux besoins des PME, à ce qu'elles adoptent les technologies pour la transformation numérique. Par le fait même, elle vise à faire en sorte que la tendance soit à inclure des objectifs de développement durable à ceux d'intégration des technologies.

2. Fondements théoriques

Cette section porte sur les audits numériques et sur leur historique évolutif du point de vue des niveaux de maturité numérique, prémisses de la recherche, puis sur la jonction entre l'économie circulaire et l'industrie 4.0, tout en traitant au passage des humanités numériques et du développement durable.

2.1 Survol des audits numériques

Selon la revue de littérature systématique d'Hizam-Hanafiah et collab. (2020), il y aurait 30 modèles d'audits numériques comportant 158 dimensions uniques, dont une des principales est, sans surprise, la dimension de la technologie. Cette dimension occupe 44 % de l'analyse des modèles étudiés. Cette recherche fait aussi référence aux travaux de Brozzi et collab. (2018), qui ont servi de base de référence, surtout afin de positionner le niveau de spécialisation du modèle d'autoaudit visé par notre recherche et représenté sur une cartographie comparative de certains modèles pertinents aux PME locales. De son côté, l'étude de Gamache (2019) fait ressortir 7 pratiques d'affaires, de même que les sous-dimensions rapportant davantage de bénéfices aux PME. Les travaux de Blanchet (2016) et de

Kolla et collab. (2019) servent, conjointement à des publications du domaine de la consultation privée, à situer l'audit par rapport à l'autoaudit (*self-readiness assessment*).

La diversité des modèles d'audit 4.0 est légion (Moeuf et collab., 2018; Piccarozzi et collab., 2018; Schumacher et collab., 2016) et ceux-ci ne s'appliquent pas de manière générale aux PME en région, bien au contraire. En réalité, ce sont principalement des modèles d'audit long qui sont recensés dans la littérature scientifique entre 2012 et 2019. Ils dégagent une tendance décroissante de l'usage des dimensions d'analyse, visant au fil des ans un compte inférieur à 10. Durant cette période, ils concernaient surtout le domaine manufacturier de grandes entreprises en lien avec l'ingénierie (Kolla et collab., 2019).

Nous retenons ces arguments pour choisir un modèle d'analyse de type autoaudit (court), plutôt que d'audit (long), que nous rendrons compatible pour des entreprises de tous secteurs d'activité, plutôt que pour des entreprises du secteur manufacturier seulement, tout en conservant la dimension technologique dans une proportion semblable à la norme recensée de l'ordre de 44% (Hizam-Hanafiah et collab., 2020).

2.2 Maturité numérique : un nouveau paradigme

De l'audit et de l'autoaudit naissent les degrés de la maturité numérique, qui dépendent de l'intégration des pratiques d'affaires afférant aux technologies de l'industrie 4.0 implémentées au sein de l'entreprise (Hoyer et collab., 2020). L'interconnectivité des dispositifs numériques change ainsi les modes de gestion en les faisant passer de rigides à flexibles (Blanchet, 2016), par une instantanéité de la prise de décision informée et par une plus grande responsabilisation des équipes productives. La pleine maturité numérique est l'expression de l'apogée de cette intégration, illustrant tout le potentiel de la quatrième révolution industrielle au sein de la PME, elle-même provoquant une nouvelle logique économique, voire un nouveau modèle d'affaires (Blanchet, 2016).

Malgré un discours probant sur les retombées du virage numérique pour les PME, il demeure difficile

de convaincre les entrepreneurs d'effectuer un audit numérique certifié par une instance gouvernementale (voir section 3.2). Pourtant, Hamilton et Paquette (2017) rapportent que les entreprises qui ont fait le virage numérique profitent de quatre avantages prioritaires :

- des équipes plus responsables et agiles;
- une culture axée sur le client qui rapporte davantage à l'entreprise;
- une classification des données qui permet de prévoir et de prendre de meilleures décisions favorisant la pérennité;
- une présence technologique ramifiée dans toutes les sphères opérationnelles.

Comme nous l'avons mentionné, le modèle d'analyse de Gamache (2019) traite de ces avantages par niveau de maturité. On peut donc dire que, dans la littérature scientifique tout comme dans les écrits tirés de la pratique de la consultation professionnelle, la mesure de la maturité numérique est croissante proportionnellement à la présence des quatre avantages définis par Hamilton et Paquette (2017). C'est également ce que relèvent les études menées par Prause (2019) et par Koether (2006) avec les facteurs de « création de valeur » et de « pérennité des réseaux de production », qui sont pris en compte pour définir les degrés de maturité.

La culture du management responsable (Berger-Douce, 2014) est validée par des études de cas d'entreprises auprès de dirigeants encore majoritairement frileux à s'engager dans cette voie, appuyés par des données que peut générer la technologie. Bref, « il semble pertinent de revoir les modèles de pensée dominante fondés sur une quête effrénée de profit à court terme » (Berger-Douce, 2014, p. 13) pour passer d'une « logique de production de masse à celle de personnalisation de masse » reposant « sur une production flexible et localisée près de la demande » (Blanchet, 2016, p. 64).

Pour ces raisons, les degrés de maturité que nous proposons se basent sur le modèle de Gamache (2019), qui comprend à la fois les aspects de gouvernance et de technologie, revisités pour inclure deux nouvelles composantes d'analyse qui

définiront la maturité : les humanités numériques et le développement durable.

2.3 Humanités numériques

Selon Brozzi et collab. (2018), les défis spécifiques des PME comprennent une connaissance limitée du potentiel de l'industrie 4.0, une qualification inadéquate du personnel, l'absence d'une stratégie globale ainsi que des compétences informatiques et des connaissances technologiques limitées. Par conséquent, les petites entreprises ont besoin de soutien externe sur mesure pour instaurer des processus d'innovation visant à mettre en œuvre des solutions pour l'industrie 4.0 (Brozzi et collab., 2018). Ainsi, la notion de maturité numérique devrait se définir dans une perspective d'« humanités numériques » (Bouchet et collab., 2016), c'est-à-dire que l'entreprise prend en compte qu'elle évolue selon la capacité de sa richesse humaine à s'adapter à la technologie.

Dorénavant, plus la PME avancera dans les niveaux de maturité numérique, plus ses nouvelles pratiques de gestion utiliseront les données structurées par la technologie (Ma, 2023), facilitant la tâche tant à son personnel qu'à sa clientèle et à toutes ses parties prenantes. Par conséquent, la maturité numérique permettra à la PME de se comparer à soi-même et au marché évolutif, sur une base compétitive, dans un monde où les individus sont de plus en plus des « natifs du numérique » (Bouchet et collab., 2016). Au ressortir de l'audit, l'entrepreneur doit posséder l'information nécessaire afin de cibler les actions stratégiques durables à prendre, là où les enjeux sont les plus élevés ou encore là où les opportunités lui seront les plus bénéfiques (Rajnai et Kocsis, 2018). Il amorcera dès lors son virage numérique, même en étant au niveau de maturité le plus bas. D'ailleurs, les travaux de Brozzi et collab. (2018) recensent une méthodologie pour le design d'autoaudit 4.0 destiné aux petites entreprises.

En conclusion sur la maturité numérique, nous avons retenu l'autoaudit comme cadre d'analyse visant à répondre à notre question de recherche : *Quel est le degré de maturité numérique des PME au SLSJ en 2023?* Cette décision s'appuie sur trois axes d'orientation tirés de la revue de littérature :

- 1) en faire un outil accessible aux PME de tous secteurs d'activité (Brozzi et collab., 2018);
- 2) mettre en lumière la création de valeur du plus haut niveau de maturité numérique au sein de la PME (Koether, 2006; Prause et collab., 2017) – et, selon nous, en prônant la transparence du contenu de chaque niveau; et
- 3) tenir compte des facteurs d'influence semblant offrir les bénéfices les plus importants pour une PME manufacturière qui désire s'engager dans sa transformation numérique (Gamache, 2019).

À cet égard, nous identifierons le tronc commun de ces facteurs d'influence à partir des réponses des participants, qui proviennent de tous les secteurs. Qui plus est, ils ajoutent à la maturité numérique le facteur des humanités numériques, qui est la capacité d'intégrer la technologie de l'humain au sein des PME dans un espace-temps défini. Enfin, les facteurs seront ultérieurement traduits soit en catégories, soit en items, pour correspondre à la nomenclature des audits numériques. Selon leur

occurrence, ils cristalliseront la nouvelle grille d'analyse d'autoaudit.

2.4 Indice de développement durable

La prochaine composante d'analyse qui sera imbriquée et juxtaposée à la maturité numérique est l'indice de développement durable. Ancré dans l'économie circulaire, il est un terme communément accepté (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Bocken et collab., 2016; Okorie et collab., 2018, cités dans Rosa et collab., 2020; Winans et collab., 2017). Le développement durable est en soi «un concept polysémique, complet, qui tente de réconcilier et de fusionner trois dimensions de développement économique, environnemental et social» (CIRAIG, 2015, p. ix, traduction libre).

La figure 1 illustre que le développement durable a une portée sur la chaîne de valeur de la PME jusque dans ses processus de transformation, et vice-versa. L'économie circulaire est incluse dans ses applications :

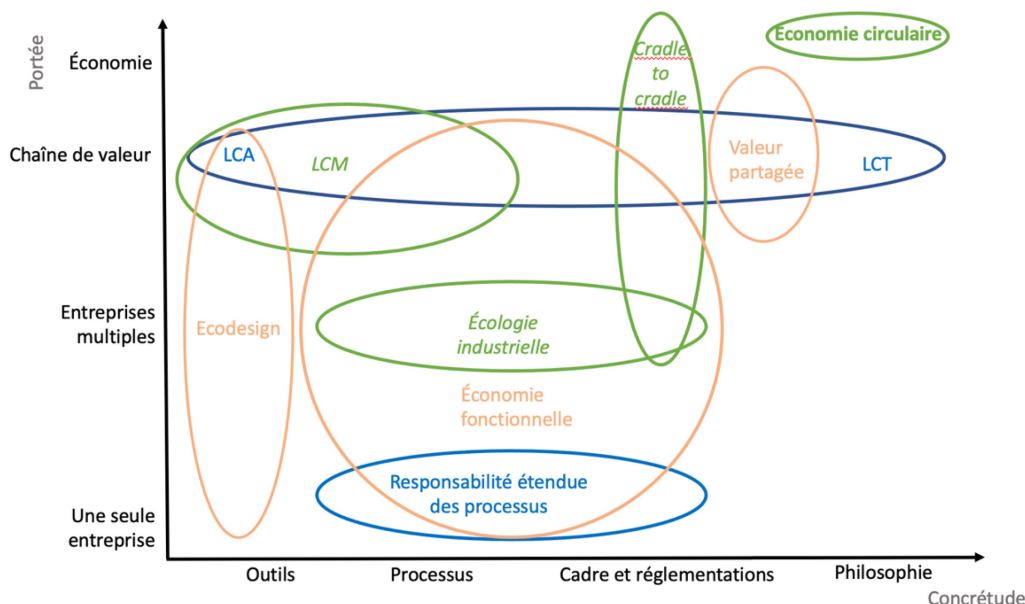


Figure 1 – Développement durable, portée et applications concrètes
Source : CIRAIG, 2015, p. 9, traduction libre

L'aspect de la « responsabilité étendue des processus » est un point d'ancrage majeur entre l'économie circulaire, le développement durable et l'audit ou l'autoaudit numérique. Étant donné que le processus d'audit, long ou court, vise à améliorer les pratiques d'affaires, le fait de les coupler à des objectifs durables (Gamache et collab., 2019, Rajnai et Kocsis, 2018), soutenus par la technologie, est porteur de sens. Nous saisissons une opportunité émergente et un point de jonction très bien documenté entre l'industrie 4.0 et le développement durable, qui est le principe de la performance globale, telle qu'elle est définie par St-Pierre et Cadieux (2011, cités dans Berger-Douce, 2014).

Dans les faits, St-Pierre et Cadieux (2011) ont mené une enquête auprès de 395 dirigeants de PME au Québec, dans laquelle les auteurs expriment qu'il existe un lien entre « l'influence des objectifs personnels des dirigeants sur leur conception de la performance, ainsi que l'étendue des objectifs privilégiés par ces acteurs » (Berger-Douce, 2014, p. 13). Trois dimensions définissent la performance globale : la performance personnelle du dirigeant, la performance économique de sa PME et la performance durable de celle-ci (voir tableau 2).

Type de performance	Indicateurs utilisés dans la littérature	Auteurs
Performance personnelle	Reconnaissance sociale Patrimoine personnel Qualité de vie Indépendance et autonomie	Gray (2002) Greenbank (2011) LeCornu et collab. (1996) Reijonen et Kompula (2007) Walker et Brown (2004)
Performance économique	Croissance Taille de l'entreprise Liquidités pour préserver l'autonomie et assurer la croissance de l'entreprise Capacité de l'entreprise à générer des revenus suffisants Santé financière Satisfaction des besoins des clients Qualité du produit ou du service offert	Gertz et Petersen (2005) Greenbank (2001) Gundry et Welsch (2001) LeCornu et collab. (1996) Morris et collab. (2006) Székely et Knorsch (2005) Walker et Brown (2004)
Performance durable	Maintien des emplois Investissement dans la société Qualité de vie du personnel Réputation de l'entreprise Équilibre entre santé financière, implication sociale et respect de l'environnement	Gertz et Petersen (2005) Greenbank (2001) Gundry et Welsch (2001) Morris et collab. (2006) Székely et Knorsch (2005)

Tableau 2 – Types de performance organisationnelle selon les dirigeants de PME (Berger-Douce, 2014)
Source : St-Pierre et Cadieux, 2011 (cités dans Berger-Douce, 2014, p. 14)

En outre, cette notion de performance durable s'exprime par cinq critères : le maintien des emplois, l'investissement dans la société, la qualité de vie du personnel, la réputation de l'entreprise ainsi que l'équilibre entre santé financière, implication sociale et respect de l'environnement (St-Pierre et Cadieux, 2011, cités dans Berger-Douce, 2014).

Ainsi, les enjeux actuels de la PME régionale sont également de nature durable, ne serait-ce que sur le

plan de l'enjeu de la pénurie de l'emploi et des ressources limitées :

L'économie circulaire permet de découpler la croissance économique des contraintes de ressources finies, en offrant des opportunités aux entreprises concernant de nouvelles façons de créer de la valeur, de générer des revenus, de réduire les coûts, d'être résilient et de créer une légitimité. (Manninen et collab., 2018, cités dans Rosa et collab., 2019, p. 1662)

La performance durable implique donc de se pencher sur la capacité à innover des organisations, ce qui rend le défi encore plus grand et le passage au changement encore plus sensible. C'est pourquoi l'usage stratégique des technologies de l'industrie 4.0 et, à priori, d'un plan pour aborder le virage numérique issu d'un autoaudit numérique à indice durable doit être rendu possible. L'autoaudit se doit d'aider la PME à s'adapter à sa réalité régionale en conjuguant les multiples facettes du défi qui l'attend à l'ère numérique (Kotler et collab., 2019) et, ainsi, à se tailler un avenir durable (Schwab et Malleret, 2022).

Dans son ouvrage sur le marketing responsable, Ertz (2021) offre une grille d'options de services orientés sur le produit, soit la maintenance, le conseil, la formation et la consultation, de même qu'une grille d'options axées sur l'usage comprenant explicitement le *leasing*, la location, la mutualisation et la mise en commun. Or, dans une PME régionale aux ressources limitées, ces options de services durables peuvent servir de modèle répliquable à la gestion interne, par rapport aux ressources de l'entreprise. Par exemple, une entreprise pourrait mutualiser une plateforme d'innovation infonuagique avec une tierce partie ou en faire l'usage sous le principe du *leasing*. Cet exemple illustre bien un point de jonction possible entre le développement durable et l'intégration d'une technologie de l'industrie 4.0.

Dans le delta fusionnant économie circulaire et virage numérique, on parlera dorénavant de principe :

- 1) de numérisation des entreprises (Antikainen et collab., 2018);
- 2) d'usage des mégadonnées pour permettre une production durable et une consommation (Jabbour et collab., 2019);
- 3) de valeur ajoutée en adoptant d'autres modes de production, par exemple l'économie de fonctionnalité (product-service system) (Camilleri, 2019; Tukker, 2004); et
- 4) collaboratif (Ghisellini et collab., 2016, cités dans Suárez-Eiroa et collab., 2021).

En somme, comme nous l'avons déjà mentionné, l'économie circulaire et l'industrie 4.0 représentent

les deux paradigmes industriels les plus importants ces dernières années (Suárez-Eiroa et collab., 2021).

La « performance durable » sera donc l'expression couplée qui illustrera le plus haut degré de maturité. La PME pourra ainsi garder dans sa mire à la fois ses objectifs de production et de rentabilité, en accord avec une pérennité résiliente. Elle s'appuiera sur les quatre principes énoncés ci-dessus : numérisation des entreprises, usage des mégadonnées pour permettre une production durable et une consommation, valeur ajoutée par l'adoption d'autres modes de production et principe collaboratif.

Notre recherche penche donc pour une méthodologie qualitative d'entretiens semi-dirigés. Ce choix permettra en outre de valider l'existence de ces principes et la mesure par cas.

3. Méthodologie

3.1 Contexte de la recherche-action

Notre recherche s'inscrit dans le contexte de la quatrième révolution industrielle (Schwab, 2016), qui a émergé dans le domaine manufacturier en Allemagne en 2011, à la suite d'un marché global de plus en plus compétitif qui menaçait les exportations et la compétitivité des grandes manufacturières allemandes. L'avancée technologique proposée à l'époque consistait à connecter les appareils de production manufacturière par une connexion Internet augmentée dans le but de réduire les arrêts, les pertes et les défauts (Hoyer et collab., 2020). Connue à présent sous le nom de la 5G et rendue possible grâce à la fibre optique, ce réseau Internet augmenté a permis à des ingénieurs de schématiser de nouveaux apports en productivité. Cette innovation, présentée à la Foire de Hanovre en 2012, marque le début de l'industrie 4.0.

Sur le plan historique, le Québec s'est inséré dans cette révolution industrielle en 2016, avec son *Plan d'action en économie numérique* (Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation [MESI], 2016). À l'échelle mondiale, l'industrie 4.0 a été adoptée par les pays suivants grâce à leurs mesures respectives :

- 2011 : États-Unis – *Advanced Manufacturing Partnership*;
- 2013 : France – The New Industrial France;
- 2013 : Grande-Bretagne – Future of Manufacturing;
- 2014 : Commission européenne – Usines du futur;
- 2014 : Corée du Sud – Manufacturing 3.0;
- 2015 : Chine – China's Made in China 2025 et Internet Plus;
- 2015 : Japon – Super Smart Society;
- 2016 : Singapour – Plan de recherche, d'innovation et d'entreprise 2020;
- 2017 : Norvège : Le gouvernement norvégien a annoncé une stratégie pour une industrie plus verte, intelligente et innovante, qui est communément appelée Numérisation et principalement inspirée de l'industrie 4.0 (OCDE, 2023, Mogos et collab., 2019).

Cette industrie 4.0 aux possibilités exponentielles a mené à ce que l'économiste allemand Klaus Schwab, père fondateur du Forum économique mondial, a signalé comme étant la quatrième révolution industrielle :

Les changements actuels ne sont pas simplement le fruit de la troisième révolution industrielle, mais la conséquence d'une quatrième révolution, totalement différente par sa vitesse, sa portée et son impact. La vitesse à laquelle apparaissent les innovations actuelles est sans précédent. Comparée aux précédentes, la quatrième révolution évolue à un rythme exponentiel, et non plus linéaire. (Schwab, 2016, cité dans Delachat et Quilici, 2021)

3.2 Le virage numérique au Canada et au Québec

Situé au 4^e rang sur 43 pays industrialisés de l'OCDE (2023), le Canada accuse néanmoins un retard sur certains indicateurs-clé du virage numérique, dont celui de la communication de machine à machine, pour lequel il traîne au 30^e rang (OCDE, 2022). Cela implique que la maturité numérique des 1 213 226 PME canadiennes (Statistique Canada, 2022) ne soit pas majoritairement atteinte; notons

que de ce nombre, 97,9 % sont de petites entreprises (1,19 million), 1,9 % (22 700) sont de taille moyenne et 0,2 % (2 868) sont de grandes entreprises.

Au Québec, on admettait le retard de la province en matière de virage numérique des PME dans le Plan d'action en économie numérique (PAEN) en 2016 (p. 13, 4^e enjeu) : en effet, celui-ci indiquait vouloir assurer un accompagnement en la matière pour 3000 PME en cinq ans (PAEN, 2016; Mercier Méthé, 2021), ce qui n'a pas été atteint à temps. En somme, en 2023, on peut estimer que la majorité des PME québécoises n'auraient pas encore été accompagnées par une instance reconnue par le gouvernement du Québec dans son virage numérique. Toutefois, cela ne veut pas dire que de ce pourcentage, une grande partie des PME n'aient pas, de fait, amorcé leur virage numérique. D'ailleurs, dans la présente étude, la majorité des entreprises prévoient profiter du virage numérique dans les 12 prochains mois sans avoir, pour la plupart, prévu le soutien d'un auditeur numérique accrédité. Ce constat à niveau régional au Saguenay—Lac-Saint-Jean correspond à celui d'une enquête menée par la firme Léger en 2022 auprès de 567 répondants intitulée *L'état de la numérisation des entreprises manufacturières au Québec*, pour le compte du ministère de l'Économie et de l'innovation et d'Investissement Québec. L'enquête met en lumière le fait que 45% des répondants « estiment leur niveau de maturité à moyen », ce qui témoigne d'un virage amorcé. Toutefois, cela est sans préciser comment les répondants en sont venus à cette mesure. Or, le niveau de maturité n'est pas une évaluation estimable mais quantifiable selon des paramètres définis dans la littérature. Force est de constater que l'outil d'audit numérique du gouvernement n'a pu être utilisé dans la mesure de ce virage ou n'attire pas toutes les entreprises en raison de certaines contraintes qu'il impose, dont le temps imparti et l'usage de l'identifiant clicSÉCUR, selon ce qui est ressorti dans notre étude. C'est pourquoi nous empruntons la voie d'un autoaudit pour établir une norme d'analyse, avec moins de contraintes que l'audit numérique. Finalement, celui-ci misera sur la responsabilisation du processus de virage numérique au sein des PME adapté à tous les secteurs d'activité.

En résumé, la quatrième révolution industrielle ayant pris naissance en 2012 a été amorcée dans

plusieurs pays. Au Québec, un écart considérable demeure quant à sa compréhension et à son taux de pénétration. Puisque tous les secteurs d'activité tireront profit du numérique (Brozzi et collab., 2018) car des indicateurs l'ont déjà démontré (Basl, 2018); la présence de partenaires socioéconomiques est essentielle à la présente étude afin de valider la pertinence des indicateurs retenus.

3.3 L'écosystème régional : le cas du SLSJ

Au SLSJ, tout comme dans les autres régions administratives du Québec, l'écosystème numérique en est à ses balbutiements. La structure de cet écosystème correspond à la définition de Thomas et Ritala (2022, p. 515) :

Des communautés de participants hétérogènes interdépendants, mais hiérarchiquement indépendants qui génèrent collectivement une proposition de valeur écosystémique qui émerge souvent à travers l'action, où les participants de l'écosystème interagissent les uns avec les autres et avec l'environnement. [traduction libre]

Lorsque de telles formes d'organisation émergent, elles ont besoin de légitimité pour surmonter la responsabilité de la nouveauté : « La légitimité est particulièrement importante lors de l'émergence de l'écosystème, car il fait face à un passif de nouveauté » (Freeman et collab., 1983; Singh et collab., 1986; Stinchcombe, 1965, cités dans Thomas et Ritala, 2022, p. 516).

Il y a beaucoup à faire pour qu'un écosystème régional arrive à allier les concepts d'économie circulaire et de virage numérique au profit des PME et soutenir les régions à augmenter leur indice de vitalité économique, contextuellement plus élevé près des grands centres (ISQ, 2023). C'est pourquoi une des contributions de cette recherche est de rassembler les partenaires comme facteur structurant de cet écosystème. En effet, ceux-ci jonchent le territoire du SLSJ et ont permis de faciliter le recrutement non aléatoire de convenance, dans un intervalle de six à huit semaines.

Les partenaires se sont joints à la recherche en janvier 2023 avant la phase de recrutement. Ce sont quatre sociétés d'aide au développement des collectivités (SADC), soit la SADC du Haut-Saguenay, la SADC du Fjord, la SADC Lac-Saint-Jean Ouest et la SADC Maria-Chapdelaine, de même que les organismes Promotion Saguenay et Tourisme Saguenay–Lac-Saint-Jean, qui bénéficieront directement de la recherche, tout comme les PME qu'ils desservent respectivement. Il s'agit d'une nouvelle initiative collective notable de leur part, pour deux raisons principales : d'abord, la recherche leur permet de se mobiliser et de se positionner dans un écosystème numérique régionale émergent; ensuite, ils s'inscrivent dans le courant des pratiques de développement durable en mutualisant le savoir et des ressources pour un même large territoire dans le but de mieux le desservir.

Nous estimons qu'en ayant regroupé des partenaires socioéconomiques soutenant la recherche, il s'agit d'un pas dans la bonne direction. Ces partenaires, sensibilisés aux enjeux sous-jacents pour ces deux concepts, visent à mieux desservir leur clientèle entrepreneuriale avec l'outil d'autoaudit numérique à indice durable, un autre élément clé que des observateurs de l'écosystème considèrent comme « structurant ».

3.4 La recherche qualitative auprès des PME

Rappelons que la recherche-action du projet PME 4.0 vise à répondre à la question suivante : *Quel est le degré de maturité des PME au SLSJ en 2023?* Elle sert également à concevoir un modèle d'analyse d'autoaudit numérique dans l'écosystème régional québécois. Déployée de janvier 2021 à septembre 2023 auprès de 30 entreprises du SLSJ issues des secteurs primaire, secondaire et tertiaire, l'étude quantitative (Charmillot et Dayer, 2007; Paillé et Mucchielli, 2003) se penche sur l'état de leur virage numérique actuel ou anticipé et de leurs pratiques durables (MELCCFP, 2023).

Elle s'est déroulée en cinq étapes :

- 1) *Pilote d'entretiens* : Un pilote d'entretiens non structurés a été mené auprès de trois organismes socioéconomiques, de deux consultants auditeurs 4.0 certifiés par le MEIE et de deux PME afin de valider le besoin et la question de recherche.
- 2) *Formulaire de présélection* : Au départ, 55 PME ont été sollicitées par les partenaires socioéconomiques de la recherche. De ce nombre, 36 ont rempli le formulaire de présélection et de consentement éthique par voie électronique sur la plateforme d'enquête LimeSurvey. Ce formulaire comportait six questions, dont la quatrième concernait l'intention de l'entreprise d'emprunter le virage numérique¹ :

4. Si OUI : D'ici les 12 prochains mois, est-ce que votre organisation prévoit moderniser ses pratiques de gestion et ses outils technologiques pour profiter du virage numérique 4.0?

(Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent) :

- Oui, axé sur les outils technologiques (logiciels, ordinateurs, machines)
- Oui, axé sur les ressources humaines
- Oui, axé sur la manière de travailler
- Non, par manque de temps
- Non, par manque de ressources humaines
- Non, par manque de financement
- Non, autre :

- 3) *Questionnaire de préentretien* : Les 30 participants retenus à partir de leurs réponses au formulaire de présélection (en vertu de leur pertinence dans la recherche) ont rempli un questionnaire de préentretien sur Microsoft Forms comportant 50 questions, divisées en 4 segments² :

- Segment I : Présentation de l'entreprise;
- Segment II : Tableau de bord de la connectivité numérique et des outils technologiques;
- Segment III : Connaissances des technologies 4.0 et pratiques de gestion assistée par les technologies;
- Segment IV : Pratiques durables et vision d'avenir.

- 4) *Entretien semi-dirigé* : Chaque entrepreneur-dirigeant ou dirigeant employé a été rencontré subséquentement par la chercheuse dans un entretien semi-dirigé privé, en personne ou en visioconférence, enregistré sur Zoom. D'une durée de 90 à 120 minutes, les entretiens traitaient plus en profondeur du formulaire de présélection et du questionnaire de préentretien. Durant l'échange, la chercheuse visait à comprendre les enjeux et la réalité propres à chaque entreprise en matière de changement de pratiques de gestion interne et externe en lien avec l'industrie 4.0, depuis 2019 et en 2023. Les questions portaient sur les pratiques d'affaires opérationnelles, sur les défis principaux et sur les réalisations en matière de virage numérique, arri-més ou non au développement durable. Les rencontres enregistrées ont été retranscrites en verbatims grâce à l'intelligence artificielle, puis les verbatims ont été anonymisées par code donné à chaque PME à des fins d'analyse scientifique dans le logiciel NVivo. Par exemple :

N° d'entreprise	Code SCIAN	Code du sous-secteur
E1	31	1
E30	23	12

Tableau 3 – Exemples de codage des entreprises participantes

5) *Codage des données* : Les données ont été triées afin d'être codées (Point et Fourboul, 2006) dans le logiciel Nvivo (Deschenaux et collab., 2005) selon les thèmes émergents (Bardin, 1977) des entretiens et selon les constructions qui se chevauchent. Elles passent par les étapes de décontextualisation et de recontextualisation (Tesch, 1990) de leur corpus. Les nœuds libres, les nœuds prioritaires et les nœuds de cas ont été sciemment répertoriés, puis fusionnés ou scindés selon l'analyse effectuée.

Les attributs seront choisis en fonction des résultats obtenus et selon les répondants, par catégorie. Un codage ouvert, axial et sélectif servira à regrouper les thèmes (Point et Fourboul, 2006). Enfin, deux ensembles de documents seront créés, l'un étant les réponses d'entretiens, l'autre étant les notes d'observation de la chercheuse. Si besoin, des mémos datés peuvent être ajoutés en tant que troisième ensemble.

4. Résultats préliminaires

Au moment d'écrire ces lignes, l'interprétation des résultats est en phase de complétion. Trois faits

saillants soutenant le positionnement de cet article méritent l'attention du lecteur.

4.1 La majorité des entrepreneurs affirment vouloir entreprendre le virage numérique au cours de la prochaine année

À la question « *D'ici les 12 prochains mois, est-ce que votre organisation prévoit moderniser ses pratiques de gestion et ses outils technologiques pour profiter du virage numérique 4.0?* », la majorité des entreprises de tous les secteurs confondus ont répondu « oui », comparativement au sondage pour le domaine du manufacturier qui se chiffre à 55 % des répondants (MEIE, 2023) pour la même durée. (Les choix multiples étaient permis.) Parmi celles-ci, 44,2 % indiquent que le virage numérique se ferait en misant principalement sur les outils technologiques, tandis que 26,4 % le feraient en misant plutôt sur la manière de travailler. À l'opposé, 29,4 % des répondants affirment ne pas avoir le temps, les ressources humaines, le financement nécessaire ou autre, pour s'y consacrer.

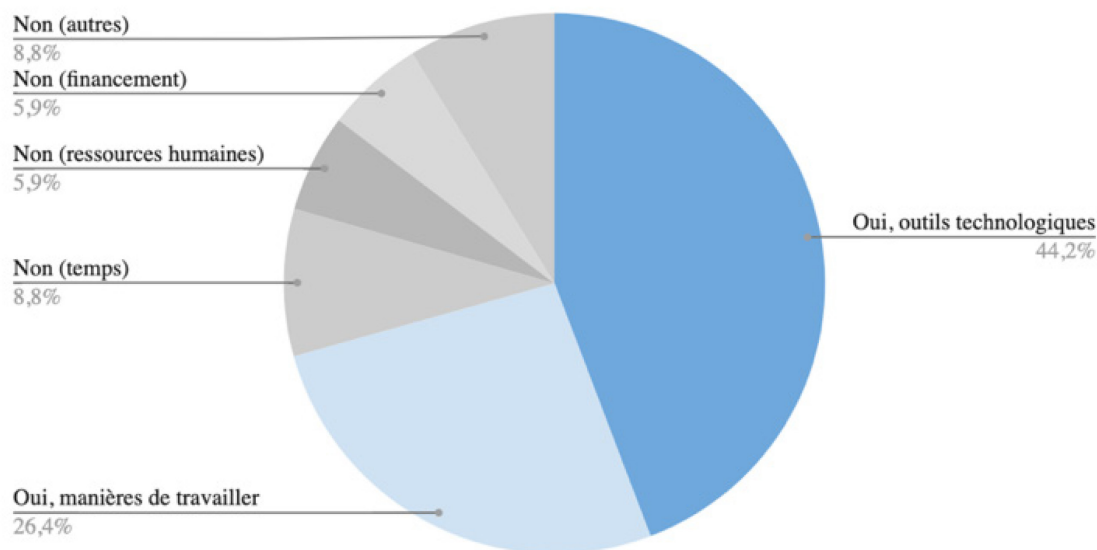


Figure 2 – Répartition des PME qui entendent prendre le virage numérique en 2023 au SLSJ

4.2 La majorité des entreprises ont le développement durable dans la mire

Les entreprises de la région qui ont participé à la recherche montrent majoritairement une préoccupation envers le développement durable en pointant ou en explicitant une ou plusieurs des

14 mesures suggérées (Ertz, 2021) dans le questionnaire d'entretien³. En effet, 26 entreprises sur 30 ont souligné avoir mis en place une ou des mesures de développement durable pour « le bénéfice de leur écosystème et leur rendement productif » et par « conviction de valeurs » intrinsèques à la culture de la PME.

Mesures de développement durable les plus empruntées par les PME régionales du SLSJ (N = 30)	Récurrence
Crée/Maintien des emplois dans la région	19
Augmente la productivité sans compromis sur le respect de l'environnement	14
Crée des partenariats	17
Économise de l'énergie	12
Effectue de la maintenance d'équipements	21
Offre des conseils sur l'utilisation de ses produits	21
Offre de la formation sur l'utilisation du produit ou sur l'usage du service	16
Effectue de la consultation sur le développement ou l'amélioration du produit/service	7

Tableau 4 – Mesures de développement durable privilégiées au sein des PME régionales du SLSJ (tous secteurs d'activité)

Toutefois, pour passer à l'économie circulaire, les entreprises doivent pousser la réflexion plus loin et revoir leur façon de concevoir leurs produits ou d'offrir leurs services afin de valoriser les produits en fin de vie ou les ressources locales. Aussi, pour boucler la boucle, les consommateurs doivent accepter de retourner les produits pour le recyclage : « La clé de l'économie circulaire réside dans l'interaction entre les décisions des entreprises en matière de conception des produits, et celles des consommateurs en matière d'élimination pour recyclage » (Halbheer, 2023).

L'outil portera donc sur la sensibilisation à l'économie et sur la mutualisation des ressources, avec son indice durable accouplé au degré de maturité numérique, qui lui, touche différents champs du management : stratégies, opérations, marketing, finance pour ne nommer que ceux-ci.

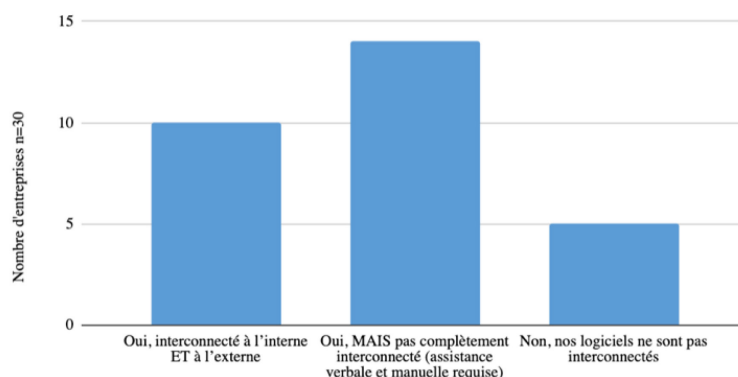


Figure 3 – Interconnectivité des entreprises au SLSJ (tous secteurs d'activité)

4.3 Le niveau d'interconnectivité des PME offre le potentiel de mesurer les apports à l'économie circulaire

Il semble que l'échantillonnage soit représentatif d'une tendance au Québec et que cette tendance ne soit pas tributaire qu'au domaine manufacturier. En effet, nos données pourront être comparées plus en détails à celles du MEIE (2019a), selon lesquelles « la gestion de l'information au sein des entreprises manufacturières est très variable. Quant aux systèmes et aux applications numériques, ils sont actuellement utilisés par une minorité d'entreprises (de 28 % à 58 %). Celles qui utilisent chacun de ces outils rapportent, en moyenne, un niveau d'interconnexion de 35 % à 42 % seulement, par rapport à leurs autres systèmes. » Autre fait à noter, l'interconnexion des systèmes à l'externe et à l'interne pour le SLSJ est respectivement de 79,9 % et 47,3 % (MEI, 2020). Le premier résultat serait largement influencé par la pratique d'affaire qu'ont adoptée les PME d'utiliser les services en ligne gouvernementaux selon notre étude; l'interconnexion à l'interne quant à elle serait sous la moyenne de l'ensemble des PME (MEI, 2020).

En conclusion de ces trois faits saillants (4.1; 4.2; 4.3), le chemin emprunté pour le virage numérique en passant par les technologies est une évidence qui s'avère au chapitre de la maturité numérique, ce qui valide les écrits recensés dans la revue de littérature présentée.

De plus, puisque la deuxième option la plus choisie pour emprunter le virage numérique est de miser sur les ressources humaines, l'ajout d'un facteur d'analyse intitulé « humanités numériques » servira à illustrer ce qui importe aux PME, suivant les recommandations de Brozzi et collab., (2018).

Quant à l'indice de pratiques durables, l'analyse de la question portant sur ce sujet démontre qu'il est pertinent à la réalité actuelle des PME du SLSJ.

Toutes ces composantes mises ensemble témoignent d'une fenêtre de temps particulièrement favorable pour promouvoir l'arrimage des objectifs de modernisation des PME à leurs objectifs de développement durable.

4.4 Prochaines étapes d'analyse

Une fois que la phase d'analyse aura été complétée, les résultats montreront clairement, dans une discussion imbriquée, ce que les concepts de maturité numérique et d'indice durable signifient pour cet échantillonnage régional québécois. Le fossé entre les entreprises les moins matures et les plus matures, avec leurs particularités communes et divergentes, sera également mis en évidence comme un exemple polarisé qui peut conduire à d'autres études. De cette analyse finale émergera une grille des thèmes les plus souvent rencontrés, laquelle servira à concevoir l'autoaudit à indice durable, scindé en degrés de maturité numérique selon une courbe de distribution normale (qui pourra par la suite être validée, dans une recherche ultérieure).

Conclusion

Contributions, défis et limites

Au cadre conceptuel d'origine (Hoyer et collab., 2020) du virage numérique se devait d'être ajoutée la jonction entre deux concepts complémentaires déjà bien documentés : l'économie circulaire et l'industrie 4.0. Un retour aux contrôles de gestion traditionnels a permis de remettre en perspective la disruption des modes de gestion que les technologies modernes sont en train de chambouler (Giraud et Zarlowksi, 2011; MESI, 2016) à l'ère de la quatrième révolution industrielle.

Deux apports essentiels de la recherche

La composante du développement durable à titre de facteur des contrôles de gestion est devenue essentielle à toute PME immergée dans la réalité socioécologique et économique régionale, mondiale et moderne (Ertz, 2021). Nous avons fourni une nouvelle référence analytique imbriquant des caractéristiques de biens et services durables dans le questionnaire d'entretien et dans l'autoaudit.

À cette liste s'ajoutent d'autres thèmes, au croisement de la gestion globale et durable, dans l'intersection de l'industrie 4.0 (Suárez-Eiroa et collab., 2021), tels que le principe de numérisation des entreprises; le principe d'usage des mégadonnées pour permettre une production durable et une

consommation; le principe de valeur ajoutée en adoptant d'autres modes de production et le principe collaboratif.

Défis et opportunités futures

Les défis du projet de recherche-action résident dans la perception qu'ont les participants par rapport au sujet du virage numérique et dans leur méconnaissance de la quatrième révolution industrielle, ce qui pourrait créer des biais, mais aussi dans le soutien que nous avons obtenu : nous avons dû user de créativité pour arriver à nos fins

dans des délais courts prescrits par l'aspect innovant de notre recherche. En effet, le sujet de l'autoaudit de la maturité numérique des PME régionales du SLSJ, pour tous secteurs d'activité et combiné de surcroît au développement durable, demande une approche multidisciplinaire qui requiert créativité et courage. Par conséquent, l'outil d'autoaudit qui sera créé n'aura pas d'équivalent et, donc, ne pourra pas être comparé à d'autres du même type. En revanche, par rapport aux avenues de recherche, ce modèle pourrait connaître une suite, avec une étude longitudinale soutenue par l'outil d'autoaudit numérique à indice durable.

NOTES

- 1 Les autres questions visaient à identifier le répondant, ses coordonnées et son secteur d'activité.
- 2 Le formulaire de préentretien sera présenté en entier dans le mémoire de maîtrise à venir.
- 3 Le questionnaire d'entretien sera présenté en entier dans le mémoire de maîtrise à venir.

RÉFÉRENCES

- Abatecola, G., Cafferata, R. et Poggesi, S. (2012). Arthur Stinchcombe's "liability of newness": contribution and impact of the construct. *Journal of Management History*, 18(4), 402-418. <https://doi.org/10.1108/17511341211258747>
- Alcouffe, S., Boitier, M., Rivière, A. et Villesèque-Dubus, F. (2013). Le contrôle de gestion au service de la direction des ressources humaines. Dans S. Alcouffe, M. Boitier, A. Rivière, et F. Villesèque-Dubus (dir.). *Contrôle de gestion interactif Commercial. Supply Chain. RHE Environnement* (p. 109-153). Dunod.
- Antikainen, M., Uusitalo, T. et Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an enabler of circular economy. *Procedia CIRP*, 73, 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>
- Bardin, L. (1977). L'horoscope d'un magazine : une analyse de contenu. *Communication et langages*, 34(1), 79-93. <https://doi.org/10.3406/colan.1977.4405>
- Basl, J. (2018). Analysis of industry 4.0 readiness indexes and maturity models and proposal of the dimension for enterprise information systems. Dans Tjoa, O., M. Raffai, M. Doucek, P. et Novak, N. M. (dir.). *Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems : 12th IFIP WG 8.9 Working Conference, CONFENIS 2018, Held at the 24th IFIP World Computer Congress, WCC 2018, Poznan, Poland, September 18-19, 2018, Proceedings* (p. 57-68). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99040-8_5
- Berger-Douce, S. (2014). Capacité dynamique d'innovation responsable et performance globale : Étude longitudinale dans une PME industrielle. *RIMHE : Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise*, 12(3), 10-28. <https://doi.org/10.3917/rimhe.012.0010>
- Blanchet, M. (2016). Industrie 4.0 : nouvelle donne industrielle, nouveau modèle économique. *Géoeconomie*, 82(5), 37-53. <https://doi.org/10.3917/oute1.046.0062>
- Brown, P., Von Daniels, C., Bocken, N. M. P. et Balkenende, A. R. (2021). A process model for collaboration in circular oriented innovation. *Journal of Cleaner Production*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125499>
- Bouchet, T., Camino, G. et Jarrige, F. (2016). L'Université face au déferlement numérique. *Variations – Revue internationale de théorie critique*, 19. <https://doi.org/10.4000/variations.740>
- Brozzi, R., D'Amico, R. D., Pasetti Monizza, G., Marcher, C., Riedl, M. et Matt, D. (2018). Design of self-assessment tools to measure industry 4.0 readiness. a methodological approach for craftsmanship SMEs. Dans *Product Lifecycle Management to Support*

- Industry 4.0 : 15th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2018, Turin, Italy, July 2-4, 2018, Proceedings* (p. 566-578). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2_52
- Cabinet du premier ministre. (2022, 3 mars). *Nouveau Programme canadien d'adoption du numérique pour aider les petites entreprises à prospérer dans l'économie numérique*. Gouvernement du Canada. <https://www.pm.gc.ca/fr/nouvelles/communiqués/2022/03/03/nouveau-programme-canadien-dadoption-du-numerique-aider-les>
- Camilleri, M. A. (2019). Theoretical insights on integrated reporting: valuing the financial, social and sustainability disclosures. Dans Idowu, S. O. et Del Baldo, M. (dir.). *Integrated Reporting : Antecedents and Perspectives for Organizations and Stakeholders* (p. 61-76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01719-4_3
- Charmillot, M. et Dayer, C. (2007). Démarche compréhensive et méthodes qualitatives : clarifications épistémologiques. *Recherches quantitatives, Hors-série 3*. http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/hors_serie/hors_serie_v3/Charmillot_et_Dayer-FINAL2.pdf
- CIRAIG (International Reference Centre for the Life Cycle of Products, Processes and Services), 2015. Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts. Polytechnique Montréal, Canada. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1179.7840>
- Danjou, C., Rivest, L. et Pellerin, R. (2017). PME 2.0 : le passage au numérique – Industrie 4.0 : des pistes pour aborder l'ère du numérique et de la connectivité. CEFRIO. <https://espace2.etsmtl.ca/id/eprint/14934/1/le-passage-a-num%C3%A9rique.pdf>
- Delachat, V. et Quilici, M. (2021, 25 mars). International Research Institute for Innovation & Growth. *Révolution industrielle : 3ème ou 4ème...? ou changement de paradigme plus profond?*. <https://www.iriig.com/actualites/pour-aller-plus-loin/revolution-industrielle-3eme-ou-4eme-ou-changement-de-paradigme-plus-profond>
- Deschenaux, F., Bourdon, S. et Baribeau, C. (2005). *Introduction à l'analyse qualitative informatisée avec le logiciel NVivo 2.0*. http://certa.recherche.usherbrooke.ca/sites/default/files/2017-04/Deschenaux-Bourdon_Analyse-qualitative-NVIVO2.0_2005.pdf
- Dias, J., Hamilton, D., Paquette, C. et Sood, R. (2017, 7 mars). How to start building your next-generation operating model. *McKinsey Digital*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/how-to-start-building-your-next-generation-operating-model>
- Ducrey, V. et Vivier, E. (2019). *Le guide de la transformation digitale : la méthode en 6 chantiers pour réussir votre transformation!* Eyrolles.
- Ertz, M. (2021). *Marketing responsable*. Éditions JFD.
- Ertz, M., Sun, S., Boily, E., Kubiak, P. et Quenum, G. G. Y. (2022). How transitioning to industry 4.0 promotes circular product lifetimes. *Industrial Marketing Management*, 101, 125-140. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.11.014>
- Freeman, R. E. et Reed, D. L. (1983). Stockholders and stakeholders: A new perspective on corporate governance. *California management review*, 25(3), 88-106. <https://doi.org/10.2307/41165018>
- Frimousse, S. et Peretti, J.-M. (2021). Quel style de management dans l'organisation post-Covid? *Question(s) de management*, 34(4), 97-171. <https://doi.org/10.3917/qdm.214.0097>
- Gamache, S. (2019). *Stratégies de mise en œuvre de l'industrie 4.0 dans les petites et moyennes entreprises manufacturières québécoises* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Chicoutimi]. Constellation. <https://constellation.uqac.ca/id/eprint/5125>
- Gamache, S., Abdul-Nour, G. et Baril, C. (2019). Development of a digital performance assessment model for Quebec manufacturing SMEs. *Procedia Manufacturing*, 38, 1085-1094. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.196>
- Ghisellini, P., Cialani, C. et Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Giraud, F. et Zarlowski, P. (2011). *Les fondamentaux des contrôles de gestion : principes et outils*. Pearson.
- Gouvernement du Québec, ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2023). *Offensive de la transformation numérique*. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/strategies/offensive-de-transformation-numerique/>

- Gregolinska, E., Khanam, R., Lefort, F. et Parthasarathy, P. (2022, 13 avril). Capturing the true value of Industry 4.0. *McKinsey Digital*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/capturing-the-true-value-of-industry-four-point-zero>
- Halbheer, D. (2023, 5 juin). Se convertir à l'économie circulaire : les entreprises entre recyclabilité et quête de rentabilité. *The Conversation*. <https://theconversation.com/se-convertir-a-leconomie-circulaire-les-entreprises-entre-recyclabilite-et-quete-de-rentabilite-206883>
- Hamilton, D. et Paquette, C. (2017, 21 mars). What your business needs to put in place if it wants to be agile, fast, and digital. *McKinsey Digital*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/digital-blog/what-your-business-needs-to-put-in-place-if-it-wants-to-be-agile-fast-and-digital>
- Hizam-Hanafiah, M., Soomro, M. A. et Abdullah, N. L. (2020). Industry 4.0 readiness models: A systematic literature review of model dimensions. *Information*, 11(7), 364. <https://doi.org/10.3390/info11070364>
- Hoyer, C., Gunawan, I. et Reaiche C. H. (2020). The implementation of Industry 4.0 : A systematic literature review of the key factors. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 557-578. <https://doi.org/10.1002/sres.2701>
- Institut de la statistique du Québec, (2023). *Indice de vitalité économique des territoires*. Gouvernement du Québec. <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/bulletin-analyse-indice-vitalite-economique-territoires-edition-2023.pdf>
- Jabbour, A. B. L. de S., Jabbour, C. J. C., Foropon, C. et Filho, M. G. (2018). When titans meet – can industry 4.0 revolutionize the environmentally-sustainable GEM manufacturing wave? the role of critical success factors. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.017>
- Kergroach, S. (2020). Giving momentum to SME digitalization. *Journal of the International Council for Small Business*, 1(1), 28-31. <https://doi.org/10.1080/26437015.2020.1714358>
- Koether, R. (2006). *Taschenbuch der Logistik*. Hanser Verlag GmbH & Co KG.
- Kolla, S., Minufekr, M. et Plapper, P. (2019). Deriving essential components of LEAN and Industry 4.0 assessment model for manufacturing SMEs. *Procedia CIRP*, 81, 753-758. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.189>
- Kotler, P., Kartajaya, H. et Setiawan, I. (2019). Marketing 3.0: From products to customers to the human spirit. Dans K. Kompella (dir.), *Marketing wisdom* (p. 139-156). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7724-1_10
- Korhonen, J., Honkasalo, A. et Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Léger. (2022). Rapport : L'état de la numérisation des entreprises manufacturières au Québec. https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/publications/etudes_statistiques/secteur_manufacturier/Enquete_Num-Manuf2021_RapportFinal.pdf
- Ma, X. (2023). Self-assessment of Digital Transformation. Dans *Methodology for Digital Transformation. Management for Professionals* (p. 63-86). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9111-0_7
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 23-44.
- Manninen, K., Koskela, S., Antikainen, R., Bocken, N., Dahlbo, H. et Aminoff, A. (2018). Do circular economy business models capture intended environmental value propositions?. *Journal of Cleaner Production*, 171, 413-422. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.003>
- Mercier Méthé, X. (2021, 26 octobre). En bref : l'économie circulaire comme solution aux défis environnementaux du Québec. *Première lecture*. <https://premierelecture.bibliotheque.assnat.qc.ca/2021/10/26/en-bref-leconomie-circulaire-comme-solution-aux-defis-environnementaux-du-quebec/#:~:text=L.%C3%A9conomie%20circulaire%20se%20d%C3%A9finit,contribuant%20au%20bien%20D%C3%AAtre%20des>
- Ministère de l'Économie et de l'Innovation. (2020). *Enquête sur l'intégration d'Internet aux processus d'affaires*. Institut de la statistique du Québec. https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/strategies/economie_numerique/tableau_bord_economie_numerique/tableau_integration_processus_affaires_regions.pdf
- Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation. (2016). *Plan d'action en économie numérique : pour l'excellence numérique des entreprises et des organisations québécoises*. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2635942>

- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2019a). *Industrie 4.0 : enquête auprès des entreprises manufacturières du Québec*. Gouvernement du Québec. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/etudes-et-analyses/analyses-du-secteur-manufacturier/industrie-40-enquete-aupres-des-entreprises-manufacturieres-du-quebec-2021>
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2019). *Les 12 clés d'une saine gestion financière des PME*. Gouvernement du Québec. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/guides-et-outils/gestion-dune-entreprise/gestion-financiere/les-12-cles-dune-saine-gestion-financiere-dune-pme>
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2022). *Audit industrie 4.0 : réussir la transformation numérique de votre entreprise*. Gouvernement du Québec. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/guides-et-outils/audit-industrie-40-reussir-la-transformation-numerique-de-votre-entreprise>
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2022). *L'état de la numérisation des entreprises manufacturières au Québec*. Gouvernement du Québec. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/etudes-et-analyses/analyses-du-secteur-manufacturier/industrie-40-enquete-aupres-des-entreprises-manufacturieres-du-quebec-2021>
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2023). *Industrie 4.0 : Enquête auprès des entreprises manufacturières du Québec (2021). Les faits saillants. La place du numérique*. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/etudes-et-analyses/analyses-du-secteur-manufacturier/industrie-40-enquete-aupres-des-entreprises-manufacturieres-du-quebec-2021>
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2016a). *Plan d'action en économie numérique : feuille de route industrie 4.0*. Gouvernement du Québec. <https://fr.scribd.com/document/391301707/Feuille-Route-Industrie-4-0#>
- Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation. (2016). *Plan d'action en économie numérique : pour l'excellence numérique des entreprises et des organisations québécoises*. Gouvernement du Québec. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/economie/publications-adm/plans-action/PL_plan_action_economie_numerique_2016-2021.pdf?1568379777
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. (2017). *Industrie 4.0 : enquête auprès des entreprises manufacturières du Québec [Rapport d'analyse]*. Gouvernement du Québec. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/etudes-et-analyses/analyses-du-secteur-manufacturier/industrie-40-enquete-aupres-des-entreprises-manufacturieres-du-quebec-2021>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2023). *Le développement durable au cœur de votre modèle d'affaires*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/entreprises/index.htm>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2023). *Le développement durable au cœur de votre modèle d'affaires*. Gouvernement du Québec. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/entreprises/index.htm>
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S. et Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118-1136. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
- Mogos, M. F., Eleftheriadis, R. J. et Myklebust, O. (2019). Enablers and inhibitors of Industry 4.0 : Results from a survey of industrial companies in Norway. *Procedia CIRP*, 81, 624-629. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.166>
- Office québécois de la langue française, (2022). Virage numérique. Dans *Grand dictionnaire terminologique*. <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26558198/virage-numerique>
- Okorie, O., Salonitis, K., Charnley, F., Moreno, M., Turner, C. et Tiwari, A. (2018). Digitisation and the circular economy: A review of current research and future trends. *Energies*, 11(11), 3009. <https://doi.org/10.3390/en11113009>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2023). *OECD Going Digital Toolkit*. <https://goingdigital.oecd.org/fr/countries/can>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2022). *OECD Going Digital Toolkit*. <https://goingdigital.oecd.org/fr/indicator/12>
- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2003). *Analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.
- Piccarozzi, M., Aquilani, B. et Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability*, 10, 3821. <https://doi.org/10.3390/su10103821>

- Point, S. et Fourboul, C. V. (2006). Le codage à visée théorique. *Recherche et applications en marketing*, 21(4), 61-78.
<https://doi.org/10.1177/076737010602100404>
- Prause, M. (2019). Challenges of industry 4.0 technology adoption for SMEs: the case of Japan. *Sustainability*, 11(20), 5807.
<https://doi.org/10.3390/su11205807>
- Priyono, A., Moin, A. et Putri, V. N. A. O. (2020). Identifying digital transformation paths in the business model of SMEs during the COVID-19 pandemic. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 104.
<https://doi.org/10.3390/joitmc6040104>
- Rajnai, Z. et Kocsis, I. (2018, 26 mars). *Assessing Industry 4.0 readiness of enterprises*. IEEE.
<https://doi.org/10.1109/SAMI.2018.8324844>
- RECYC-QUÉBEC. (2023). *L'économie circulaire, une priorité*. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/economie-circulaire>
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D. et Terzi, S. (2020). Assessing relations between circular economy and Industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1662-1687.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
- Singh, J. V., Tucker, D. J. et House, R. J. (1986). Organizational legitimacy and the liability of newness. *Administrative Science Quarterly*, 31, 171-193.
- Schumacher, A., Erol, S. et Sihni, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Forum économique mondial. <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
- Schwab, K. et Malleret, T. (2022). *The great narrative*. Forum Publishing. <https://www.docdroid.net/RDMKOEy/the-great-narrative-pdf>
- Seal, W. et Mattimoe, R. (2016). The role of narrative in developing management control knowledge from fieldwork: A pragmatic constructivist perspective. *Qualitative Research in Accounting and Management*, 13(3), 330-349. <https://doi.org/10.1108/QRAM-06-2015-0055>
- Sloan, A. (1990). *My Years with General Motors*. Currency.
- Statistiques Canada. (2022). Principales statistiques relatives aux petites entreprises 2022. <https://ised-isde.canada.ca/site/recherche-statistique-pme/fr/principales-statistiques-relatives-aux-petites-entreprises/principales-statistiques-relatives-aux-petites-entreprises-2022>
- Stinchcombe, A. L. (1965). Social structure and organizations. Dans J. G. March (dir.), *Handbook of organizations*: (142-193). Rand McNally.
- St-Pierre J. et Cadieux L. (2011). La conception de la performance : quels liens avec le profil entrepreneurial des propriétaires dirigeants de PME? *Revue de l'entrepreneuriat*, 10(1), 33-52. <https://doi.org/10.3917/entre.101.0033>
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E. et Méndez, G. (2021). Integration of the circular economy paradigm under the just and safe operating space narrative: Twelve operational principles based on circularity, sustainability and resilience. *Journal of Cleaner Production*, 322(1). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129071>
- Tesch, R. (1990). *Recherche qualitative : types d'analyses et outils logiciels*. The Falmer Press.
- Thomas, L. D. et Ritala, P. (2022). Ecosystem legitimacy emergence: A collective action view. *Journal of Management*, 48(3), 515-541.
<https://doi.org/10.1177/0149206320986617>
- Tukker, A. (2004). Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business strategy and the environment*, 13(4), 246-260. <https://doi.org/10.1002/bse.414>
- Winans, K., Kendall, A. et Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(Part 1), 825-833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>