



HAL
open science

La sobriété numérique comme levier d'innovation pour les entreprises : une analyse sur données d'enquête

Jimmy Merlet, Thierry Pénard

► To cite this version:

Jimmy Merlet, Thierry Pénard. La sobriété numérique comme levier d'innovation pour les entreprises : une analyse sur données d'enquête. 2025. hal-04862084

HAL Id: hal-04862084

<https://hal.science/hal-04862084v1>

Preprint submitted on 7 Jan 2025

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.

La sobriété numérique comme levier d'innovation pour les entreprises : Une analyse sur données d'enquête

Digital sobriety as an innovation lever for companies: An analysis based on survey data

Jimmy Merlet*

Thierry Pénard⁺

Résumé

Cet article s'intéresse à la question de savoir si les actions de sobriété numérique mises en œuvre par les entreprises peuvent constituer ou non un frein à l'innovation. L'investissement dans les technologies et équipements numériques étant un facteur clé de l'innovation, il est important de comprendre les implications d'une plus grande sobriété numérique sur les capacités d'innovation des entreprises. Pour cela, nous mobilisons une enquête réalisée auprès de 2875 entreprises en Bretagne et Pays de Loire. Nos résultats montrent que les entreprises les plus engagées dans des démarches de sobriété numérique sont aussi celles qui innovent le plus en procédé et en produit, même si la relation positive est plus significative pour les innovations de procédé. La mise en œuvre de pratiques responsables, notamment en matière de numérique, n'est donc pas un obstacle à l'innovation et peut même permettre aux entreprises d'aller vers des organisations plus durables.

Abstract

This article examines whether digital sobriety practices implemented by companies could act as a barrier to innovation. As investment in digital technology and equipment is a key factor in driving innovation, it is important to understand the implications of adopting more restrained digital practices on a company's innovation capabilities. To investigate this, we draw on a survey of 2,875 companies in Brittany and Pays de la Loire. Our findings reveal that companies most committed to digital sobriety are also those that innovate the most in terms of processes and products, although the positive relationship is more significant for process innovations. Thus, implementing responsible practices, particularly in digital areas, is not an obstacle to innovation and may even help companies move toward more sustainable organizational models.

Mots clés : Sobriété ; Numérique ; Innovation ; RSE ; PME

Keywords : Sobriety ; Digital ; Innovation ; CSR ; SME

* Laboratoire des sciences Juridiques, Politique, Économiques et de Gestion (JPEG) - Université d'Avignon. Contact : jimmy.merlet@univ-avignon.fr

⁺ Centre de recherche en économie & management (CREM) - Université Rennes 1. Contact : thierry.penard@univ-rennes.fr

1 INTRODUCTION

Le gouvernement français a multiplié ces dernières années les actions et plans visant à réduire la consommation d'énergie du pays et à diminuer sa dépendance aux combustibles fossiles (gaz et pétrole)¹. Ces politiques de sobriété visent aussi les technologies numériques. En effet, le numérique est mis en question pour son impact environnemental, tant dans la production des équipements numériques, forts consommateurs de minerais, que dans les usages qui nécessitent beaucoup d'énergie (data center, streaming vidéo, etc.). La sobriété numérique apparaît autant comme une réponse aux enjeux de développement durable qu'une critique de la technologie, ou du moins un technoscepticisme vis à vis des Green IT (Pérea et al. 2023). De ce point de vue, la loi REEN (Réduction de l'empreinte environnementale numérique)² votée en 2021 constitue un marqueur fort. Elle vise à responsabiliser les acteurs publics, les entreprises et les consommateurs dans leurs achats et usages numériques, à travers des actions de sensibilisation et une meilleure information sur la consommation énergétique des équipements. Elle comporte aussi des obligations pour les grandes entreprises sur l'écoconception des produits, la lutte contre l'obsolescence programmée et le traitement des déchets électroniques.

Si le numérique est sujet à critique pour son impact environnemental, il est aussi un facteur clé d'innovation et de performance des entreprises. Les Technologies de l'information et de la communication (TIC) stimulent, en effet, la coopération (Chesbrough et al., 2006), la créativité (Medzo-M'engone et al., 2019), la communication et le partage de connaissances (Horts et Isaac, 2006). Elles contribuent donc à augmenter les capacités d'innovation des entreprises (Deltour et al., 2020; Merlet et Poussing, 2020; Merlet et Pénard, 2022) et plus largement constituent un facteur de compétitivité pour les entreprises (Carayannis et Sagi, 2001 ; Chatzoglou et Chatzoudes, 2017 ; Skordoulis et al., 2020 ; Azeem et al., 2021 ; Arsawan et al., 2022). Dans ce contexte, les entreprises peuvent se retrouver face à un dilemme entre accroître leurs investissements dans le numérique pour être plus compétitives et réduire ces mêmes investissements pour des motifs de sobriété numérique. Précisément, les entreprises, en restreignant leurs achats et usages numériques ou en dégradant la performance de leurs équipements informatiques (par exemple en allongeant leurs durées de vie) pourraient perdre en efficacité. Néanmoins, les entreprises pourraient réussir à transformer ces contraintes de sobriété en opportunité pour innover tant sur le plan technologique qu'organisationnel. L'objectif de cet article est donc de comprendre si les actions de sobriété numérique mises en œuvre par les entreprises de manière volontaire et/ou pour se conformer aux réglementations, constituent un frein ou au contraire un levier à l'innovation. En d'autres termes, nous cherchons à savoir si les entreprises peuvent réduire leur empreinte environnementale numérique sans compromettre leur capacité à innover.

Pour répondre à cette question, nous mobilisons une enquête réalisée par l'Observatoire M@rsouin en 2021 auprès de 2875 dirigeants d'entreprises en Bretagne et Pays de la Loire. Cette enquête couvre les secteurs des services, du commerce, des TIC, de la banque et de l'assurance, de la construction et de l'industrie. Dans cette enquête, la sobriété numérique est abordée sous l'angle des usages (guide des bonnes pratiques numériques, réduction des mails), mais aussi via l'impact environnemental (matériels reconditionnés, paramétrage de mise en veille, allongement de la durée de vie des équipements électroniques). Les dirigeants ont aussi été interrogés sur leur propension à innover tant au niveau des produits que des procédés, sur leurs pratiques RSE et leurs investissements et usages numériques.

¹ Source : À titre d'exemple, le plan gouvernemental de sobriété énergétique présenté en 2022 a pour objectif de réduire en France la consommation d'énergie de 40 % d'ici à 2050. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/dp-plan-sobriete.pdf>

² LOI n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France

Notre étude cherche à savoir si en tenant compte du niveau d'engagement RSE, les entreprises recourant à des pratiques de sobriété numérique sont plus ou moins enclines à innover.

Nos principaux résultats montrent que les actions de sobriété numérique ne sont pas un frein à l'innovation. Ces résultats suggèrent que des démarches responsables en matière de numérique peuvent amener des réponses innovantes, notamment à travers de nouveaux procédés. Par des engagements forts pour maîtriser leur impact environnemental, les entreprises peuvent donc créer des conditions favorables à l'innovation. Ce meilleur alignement entre injonctions environnementales et réalités économiques peut permettre aux entreprises de tendre vers un type d'organisation plus durable et responsable. Les résultats de cet article confortent les travaux qui établissent un lien positif entre la Responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et l'innovation (Bocquet et al., 2013, 2017; Merlet et Poussing, 2020), dans la mesure où les actions de sobriété numérique contribuent aux objectifs de durabilité et aux stratégies RSE des entreprises.

La section suivante présente une revue de littérature sur les liens entre innovations, RSE et sobriété numérique. La troisième section présente les données d'enquête. La quatrième section, quant à elle, présente la méthodologie. Enfin, la cinquième section discute les résultats de nos régressions.

2 REVUE DE LITTÉRATURE ET HYPOTHÈSE DE RECHERCHE

2.1 Les déterminants de l'innovation de produit et de procédé

L'OCDE définit l'innovation de produit comme un bien ou un service nouveau ou sensiblement amélioré. L'innovation de produit peut donc se définir comme l'introduction d'un bien ou service nouveau ou significativement amélioré qui diffère sensiblement des biens ou services précédents offerts par une entreprise, tandis que l'innovation de procédé se réfère à la mise en œuvre d'un processus d'affaires nouveau ou amélioré pour une ou plusieurs fonctions de l'entreprise, qui diffère sensiblement des processus antérieurs (OCDE 2018)³. Les déterminants de ces deux types d'innovations peuvent être sensiblement différents (Avermaete et al., 2004), mais la littérature met en avant la complémentarité entre l'innovation de produit et de procédé (Polder et al., 2010; Hullova et al., 2016; Carboni et Russu, 2018; Merlet et Poussing, 2020). Par exemple, lorsqu'un nouveau produit est créé, il peut nécessiter de nouvelles méthodes ou technologies pour sa fabrication ou distribution, entraînant ainsi une innovation de procédé (Damanpour et Gopalakrishnan, 2001; Kraft, 1990). De même, une fois qu'un nouveau procédé ou une nouvelle technologie de fabrication est mise en place, cela peut ouvrir des possibilités pour le développement de nouveaux produits (Kurkkio et al., 2011; Novotny et Laestadius, 2014). Il s'agit donc d'un processus circulaire, où l'innovation de produit peut stimuler l'innovation de procédé et ainsi de suite. Divers facteurs influencent l'innovation de produit et de procédé, comme des changements organisationnels (Le Bas et al., 2015), ou la disponibilité des ressources financières et humaines (Hadjimanolis, 1999; Frenkel, 2003; Mohnen et Röller, 2005; Segarra-Blasco et al., 2008; Mohnen et al., 2008). La structure d'emploi (la part de salariés qualifiés, d'ingénieurs, de chercheurs) au sein de l'entreprise explique aussi la capacité d'innovation de cette dernière (Hage, 1980; Kimberly et Evanisko, 1981; Dewar et Dutton, 1986). La taille des entreprises et le secteur d'activité sont aussi des facteurs importants (Mothe et Nguyen-Thi, 2012). Toutefois, la relation entre la taille de l'entreprise et l'innovation est complexe (Nord et Tucker, 1987; Cohen et Levin, 1989; Baldwin et al., 2002). Les entreprises de grandes tailles ont tendance à se concentrer davantage sur l'innovation de procédé (Cohen et al., 1996), alors que les petites entreprises manifestent

³ Manuel d'Oslo 2018 : Lignes directrices pour le recueil, la communication et l'utilisation des données sur l'innovation, 4ème édition

une capacité d'innovation de produit plus élevée (White et al., 1988; Bernard et Torre, 1994). Enfin, les TIC apparaissent comme un facteur déterminant pour renforcer la capacité d'innovation d'une entreprise (Deltour et al., 2016; Merlet et Pénard, 2022). En effet, ces technologies améliorent la communication et la coordination des tâches au sein des équipes et avec les partenaires de l'entreprise, tout en augmentant la capacité de traitement de l'information (Horts et Isaac, 2006; Chesbrough et al., 2006). L'utilisation des TIC contribue ainsi à des prises de décision et des gestions de projets plus efficaces, mais aussi à plus d'agilité et plus de créativité (Medzo-M'engone et al., 2019), qui sont autant d'éléments favorables à l'innovation.

2.2 La RSE et la sobriété numérique comme leviers de l'innovation

La sobriété numérique s'inscrit dans un cadre plus large, celui du numérique responsable et de la RSE. Plusieurs études montrent que l'engagement dans des pratiques RSE peut stimuler l'innovation (Berger-Douce, 2011 ; Ji et al., 2019; Bertrand et al., 2020; Merlet et Poussing, 2020; Zhou et al., 2020). Par exemple, Zhou et al. (2020) montrent que la RSE a un effet positif sur l'innovation de produit et de service, via une plus grande implication des salariés et une meilleure collaboration avec les fournisseurs. Bertrand et al. (2020) distinguent différentes formes de RSE (stratégique, défensive et éthique) et trouvent que seule la RSE stratégique (ou pro-active) accroît significativement l'innovation de produit et de procédé (voir aussi Bocquet et al., 2013 ; Bocquet et Mothe, 2013). La RSE stratégique permet à la fois de consolider les ressources à disposition des entreprises et d'inciter les équipes à innover pour se différencier de la concurrence (Bollinger et al., 2023).

De nombreux travaux empiriques mettent aussi en avant le profil des dirigeants, les caractéristiques des entreprises et l'environnement concurrentiel comme facteurs explicatifs à la fois des stratégies RSE et d'innovation (Bocquet et al., 2017; Marin et al., 2017; Mishra, 2017; Briones Penalver et al., 2018). L'approche par la théorie de la contingence peut contribuer à comprendre comment ces facteurs internes et externes interagissent pour influencer les capacités d'innovation des entreprises (Burns and Stalker, 1961 ; Woodward, 1965 ; Lawrence et Lorsch 1967 ; Donaldson, 2001). Cette théorie souligne que les entreprises adaptent leurs structures et leurs stratégies en fonction du contexte et des contraintes de leur environnement. La redéfinition des produits et des processus via l'adaptation de la structure organisationnelle est ainsi une réponse à des contraintes sur les ressources, comme par exemple des restrictions sur les technologies numériques. Par ailleurs, certaines études montrent que la limitation des ressources pousse à « faire mieux avec moins », transformant ainsi la frugalité en source d'innovation (Radjou et al., 2012; Le Bas, 2023). De ce point de vue, la RSE ne représente pas seulement un ensemble de contraintes et restrictions, mais se révèle aussi un levier stratégique pour faire mieux, qu'il s'agisse de partager des ressources ou d'innover (Porter et Kramer, 2006).

Si l'on s'intéresse plus spécifiquement à la sobriété numérique, il n'existe pas à notre connaissance d'études empiriques sur les liens entre les actions de sobriétés numériques et l'innovation des entreprises. D'un point de vue théorique, la sobriété numérique peut brider l'innovation des entreprises en les restreignant dans leurs investissements numériques. Elle peut aussi influencer la nature des innovations en réorientant les efforts des entreprises vers des solutions « low-tech » ou frugales (Le Bas, 2023). Les pressions internes et externes des entreprises à réduire l'empreinte environnementale du numérique peuvent aussi être transformées en opportunité pour le développement de nouveaux produits plus écologiques et de processus plus efficaces sur le plan énergétique. Les entreprises peuvent en tirer des modèles d'affaires plus vertueux et durables, leur permettant de mieux aligner leurs objectifs de compétitivité et leurs exigences sociales et environnementales.

En prenant en compte les tensions possibles entre sobriété et efficacité économique, et en nous appuyant sur la théorie de la contingence, nous testons si les entreprises engagées dans des démarches

de sobriété numérique ont une plus grande (ou une plus faible) propension à innover au niveau (H1a) des produits et (H1b) des procédés.

3 LES DONNÉES

3.1 Présentation de l'enquête

Cet article mobilise une enquête réalisée par l'observatoire de recherche M@rsouin⁴ en mai 2021 auprès de 2875 entreprises de Bretagne et Pays de la Loire. La représentativité de l'échantillon est assurée par la méthode des quotas (en croisant la taille des entreprises et le secteur d'activité). Ces entreprises sont très majoritairement des PME (de 10 à 250 salariés). L'annexe A.0 présente le questionnaire auquel ont répondu les dirigeants de ces entreprises. Le tableau 1 ci-après décrit l'échantillon des entreprises enquêtées.

Tableau 1 – Répartition des entreprises

Variables	Effectif	Pourcentage
<u>Région</u>		
Bretagne	1529	53.18 %
Pays de la Loire	1346	46.82 %
<u>Taille</u>		
Petites entreprises (10 - 49 salariés)	2394	83,27 %
Moyennes entreprises (50 - 249 salariés)	427	14,85 %
Grandes entreprises (250 salariés et plus)	54	1,88 %
<u>Secteurs</u>		
Activités scientifiques et techniques, TIC	447	15.55 %
Activités financières et d'assurance	72	2.50 %
Commerce	1075	37.39%
Construction	430	14.96 %
Industrie	603	22.05 %
Autres	248	7.55 %
Ensemble	2875	100,00 %

⁴ M@rsouin est un groupement d'intérêt scientifique qui fédère les chercheurs et laboratoires en SHS travaillant sur les usages et transformations numériques. M@rsouin réalise régulièrement des enquêtes sur les équipements et pratiques numériques auprès d'individus, d'entreprises et de collectivités. Pour cette enquête, nous avons participé à l'élaboration du questionnaire avec une équipe de chercheurs pluridisciplinaires.

Notre base de données comptabilise 53,18 % entreprises en Bretagne et 46,82 % en Pays de Loire. Les petites entreprises de 10 à 50 salariés représentent 83,27 % de l'échantillon et les entreprises de 50 à 250 salariés 14,85 % de l'échantillon. Les entreprises exercent principalement leur activité dans les secteurs du commerce, transport, hébergement, restauration (37,39 %), de l'industrie (22,05 %) et des activités scientifiques et techniques, TIC (15,55 %).

3.2 La sobriété numérique en entreprise

Les entreprises ont été interrogées sur leurs actions en matière de sobriété numérique. Six actions sont considérées : Action 1 - Adoption d'un guide des bonnes pratiques numériques ; Action 2 - Mise en veille des équipements informatiques en dehors des heures de travail ; Action 3 - Limitation du renouvellement du matériel informatique et/ou téléphonique ; Action 4 - Recours à des matériels reconditionnés ; Action 5 - Réduction des mails avec pièce jointe ; Action 6 - Achat des équipements numériques via les écolabels. Les deux pratiques de sobriété numérique les plus courantes dans les entreprises interrogées sont la limitation du renouvellement du matériel informatique et/ou téléphonique (56,70 %) et la mise en veille paramétrée des appareils électroniques (45,57 %). En moyenne, les entreprises mettent en place 1,91 action sur un total de six.

Le tableau 2 ci-dessous présente la relation entre six actions de sobriété numérique avec la taille et le secteur d'activité des entreprises.

Tableau 2 – Pratiques de sobriété numérique en fonction de la taille et du secteur

<u>Variable</u>	Action 1	Action 2	Action 3	Action 4	Action 5	Action 6	Score action
<u>Taille</u>							
Petites entreprises	20.59 %	44.24 %	56.27 %	22.14 %	24.31 %	18.17 %	1.85/6
Moyennes entreprises	38.41 %	51.99 %	57.85 %	19.67 %	24.59 %	23.89 %	2.16/6
Grandes entreprises	51.85 %	53.70 %	66.67 %	18.52 %	46.30 %	27.78 %	2.64/6
<u>Secteurs</u>							
Activités scientifiques et techniques, TIC	31.10 %	47.43 %	59.96 %	28.64 %	27.07 %	22.82 %	2.17/6
Activités financières	50,00 %	56.94 %	55.56 %	25.00 %	37.50 %	34.72 %	2.59/6
Commerce	26.42 %	52.09 %	58.33 %	23.72 %	26.70 %	23.07 %	2.10/6
Construction	13.49 %	38.84 %	51.16 %	12.79 %	19.07 %	12.33 %	1.47/6
Industrie	19.40 %	35.39 %	54.10 %	17.67 %	22.87 %	13.25 %	1.62/6
Autres	20.74 %	48.39 %	60.83 %	25.81 %	23.04 %	18.43 %	1.97/6
Ensemble	23.83 %	45.57 %	56.70 %	21.70 %	24.77 %	19.20 %	1.91/6

Note : Liste des actions de sobriété numérique : 1) Guide des bonnes pratiques 2) Mise en veille 3) Limitation du renouvellement du matériel 4) Recours au reconditionné 5) Réduction des mails avec pièce jointe 6) Achat via les écolabels

Les entreprises de grande taille mettent en œuvre plus d'actions de sobriété numérique (2,64) que les petites entreprises et les moyennes entreprises (respectivement 1,85 et 2,16). Elles sont plus de la moitié

à disposer d'un guide de bonnes pratiques contre 38,4 % et 20,59 % respectivement pour les moyennes et pour les petites entreprises. Une seule action fait exception, le recours aux matériels informatiques reconditionnés. Sur l'ensemble de l'échantillon, 21,70 % des entreprises achètent des matériels reconditionnés, mais cette proportion est de 22,14 % pour les petites entreprises contre seulement 18,52 % pour les grandes entreprises. Cet écart peut probablement s'expliquer par les contraintes financières plus fortes qui pèsent sur les petites entreprises. Ces dernières sont plus incitées à recourir à des matériels reconditionnés, moins chers à l'achat. En ce qui concerne les secteurs, les activités financières et d'assurances apparaissent comme les plus engagées en matière de sobriété numérique. Viennent ensuite les activités scientifiques et techniques et TIC (2,17 actions en moyenne), suivis du secteur du commerce (2,10 actions). En revanche, les entreprises des secteurs de la construction et de l'industrie déclarent moins d'actions de sobriété numérique que la moyenne (respectivement, 1,47 et 1,62 action).

Le tableau 3 présente le nombre moyen et le détail des actions de sobriété numérique pour les entreprises ayant innové en produit (colonne 1) et en procédé (colonne 2).

Tableau 3 – Les actions de sobriété numérique, selon que les entreprises ont innové en produit ou en procédé

Variables	Innovation produit	Innovation procédé	Ensemble
Score sobriété	2.19/6	2.28/6	1.91/6
Action Guide bonnes pratiques	40.44 %	42.04 %	23.83 %
Action Mise en veille	32.67 %	35.57 %	45.57 %
Action Limitation renouvellement	31.47 %	34.29 %	56.70 %
Action Matériel reconditionné	35.58 %	37.18 %	21.70 %
Action Réduction des mails	34.55 %	33.85 %	24.77 %
Action Écolabel	34.96 %	37.32 %	19.20 %
Ensemble	29.77 %	30.26 %	100 %

Note : Le score sobriété correspond à la somme des actions de sobriété numérique.

Nous constatons que les entreprises les plus engagées dans des démarches de sobriété numérique, sont aussi celles qui innover le plus. Les entreprises qui ont innové en produits ou en procédés ont respectivement 2,19 et 2,28 actions de sobriété numérique en moyenne (sur l'ensemble des entreprises, la moyenne est de 1,91 action). Les entreprises innovantes ont une plus grande propension à acheter du matériel reconditionné ou avec écolabel et à mettre en place des guides de bonnes pratiques. En revanche, elles sont moins enclines à limiter le renouvellement des matériels et à imposer la mise en veille de ces matériels. Cela peut s'expliquer par le fait que ces deux dernières actions peuvent limiter l'efficacité productive des entreprises et sont donc susceptibles de pénaliser leurs activités d'innovation.

Le tableau 4 met en relation les pratiques relevant de la RSE et les actions de sobriété numérique. Nous avons listé huit politiques ou démarches RSE : 1) Politique d'économie d'énergie 2) Politique de tri sélectif/recyclage des déchets 3) Démarche d'achats responsables 4) Politique de sécurité et bien-être des salariés 5) Association des salariés aux prises de décisions 6) Intéressement/participation aux

résultats financiers 7) Démarche de labellisation RSE 8) Réalisation d'un audit/diagnostic environnemental.

Tableau 4 – Actions de sobriété numérique en fonction des démarches RSE

Variables	Action 1	Action 2	Action 3	Action 4	Action 5	Action 6	Ensemble
Économie d'énergie	29,52 %	52,14 %	62.75 %	24,50 %	28,42 %	24,19 %	66,57 %
Tri sélectif	24,98 %	47,26 %	58.76 %	22,28 %	25,87 %	20,50 %	90,09 %
Achat responsable	29,06 %	52,80 %	63.60 %	25,77 %	30,98 %	26,32 %	63,44 %
Bien-être salariés	28,59 %	49,31 %	59.51 %	23,69 %	28,30 %	23,34 %	70,19 %
Prise décision avec salariés	30,49 %	53,11 %	65.12 %	26,84 %	32,81 %	28,25 %	41,98 %
Intéressement salarie	32,07 %	51,44 %	60.29 %	23,70 %	28,41 %	23,27 %	56,94 %
Label RSE	37,56 %	54,96 %	60.90 %	25,90 %	31,63 %	30,71 %	33,98 %
Diagnostic/audit environnement	41,96 %	56,92 %	64.68 %	26,55 %	34,65 %	32,96 %	30,92 %
Ensemble	23,83 %	45,57 %	56.70 %	21,70 %	24,77 %	19,20 %	100 %

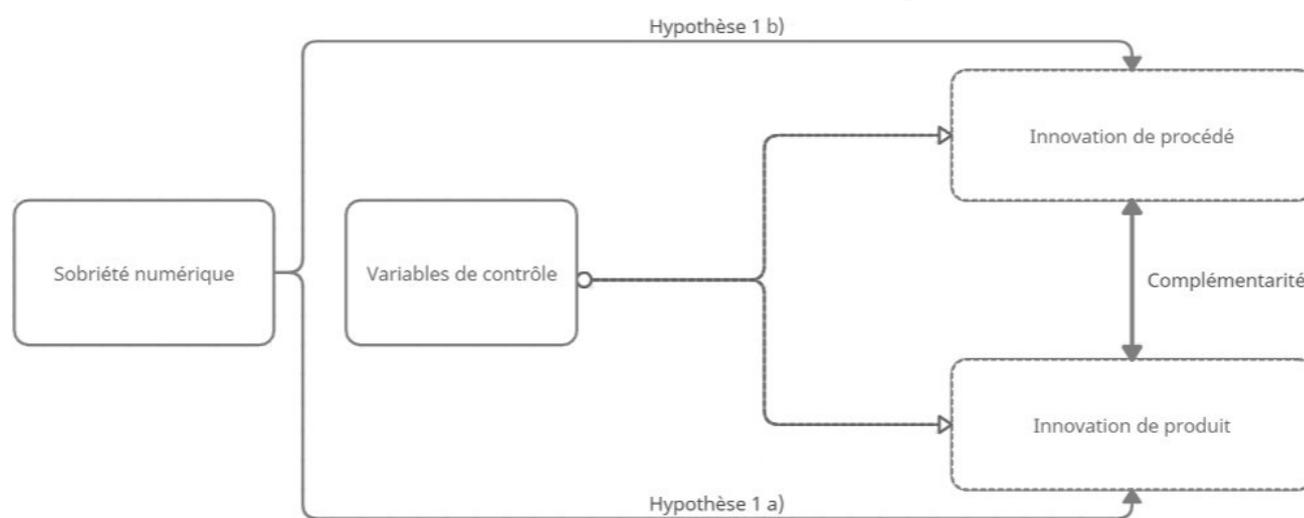
Note : Liste des actions de sobriété numérique : 1) Guide des bonnes pratiques 2) Mise en veille 3) Limitation du renouvellement du matériel 4) Recours à des matériels reconditionnés 5) Réduction des mails avec pièce jointe 6) Achat via les écolabels

Les entreprises qui mettent en œuvre des pratiques RSE sont un peu plus engagées dans des actions de sobriété numérique que les autres entreprises. Par exemple, 66,57 % des entreprises de notre échantillon déclarent mettre en œuvre une politique d'économie d'énergie et/ou de réduction de la pollution et parmi ces entreprises, 29,52 % d'entre elles ont aussi mis en place un guide de bonnes pratiques de sobriété numériques (contre 23,83 % pour l'ensemble des entreprises).

4 MÉTHODOLOGIE

Notre stratégie empirique consiste à estimer conjointement l'effet des actions de sobriété numérique sur la probabilité d'innover en produit et en procédé. Ces estimations intègrent aussi un ensemble de facteurs de contingence, qui prennent la forme de variables de contrôle sur les caractéristiques des entreprises (taille, secteur d'activités, évolution du chiffre d'affaires, organisation du travail, pratiques RSE et investissements numériques). Le schéma ci-dessous formalise l'idée que l'innovation de produit et l'innovation de procédé sont de nature complémentaire comme le montre la littérature (Polder et al., 2010; Hullova et al., 2016; Carboni et Russu, 2018) et qu'elles dépendent à la fois des actions de sobriété numérique et de facteurs de contingence (variables de contrôles).

Figure 1 – Schéma de l'interaction entre la sobriété numérique et l'innovation



Les deux variables expliquées dans notre modèle économétrique sont l'innovation en produit et l'innovation en procédé (amélioration des processus de production ou de distribution) au cours des deux dernières années. Nos variables d'innovation étant binaires, un modèle de type probit est la spécification économétrique la plus adaptée. Comme les décisions d'innovation de produit et de procédé sont interdépendantes, nous optons pour un modèle probit bivarié. Ce modèle implique simultanément l'estimation de deux modèles probit tout en permettant une corrélation entre les termes d'erreur. Si le coefficient de corrélation entre les termes d'erreur est positif, cela indique que les deux formes d'innovation sont bien complémentaires⁵.

Pour estimer l'effet de notre variable d'intérêt correspondant aux actions de sobriété numérique, nous considérons deux spécifications alternatives : 1) Un score, allant de 0 à 6, qui comptabilise le nombre d'actions de sobriété numérique mises en œuvre par l'entreprise 2) Des variables indicatrices pour chacune des 6 actions afin d'évaluer les effets propres à chacune des actions. Nous introduisons aussi dans nos régressions un score RSE mesurant l'engagement des entreprises au niveau environnemental et social. Ce score est calculé à partir des huit pratiques RSE sur lesquelles les entreprises ont été

⁵ Notons qu'en revanche, si la corrélation est négative, cela montrera que les deux formes d'innovation sont substituables et qu'elles sont influencées de manière opposée par des variables non observées.

interrogées⁶. Plus ce score est élevé et plus il est probable que l'entreprise soit dans une approche stratégique ou proactive de la RSE et donc favorable à l'innovation (Berger-Douce, 2011; Bocquet et al., 2013). En contrôlant l'engagement RSE, nous pouvons ainsi mieux mesurer les effets spécifiques liés aux actions de sobriété numérique, sans les confondre avec les effets des autres pratiques RSE non liées au numérique. En complément de ce score RSE, nous introduisons deux autres variables. Une première permettant de savoir si l'entreprise souhaite recourir au télétravail et une deuxième indiquant si l'entreprise considère le numérique comme un investissement prioritaire pour sa gestion interne (exploitation de données, automatisation de la chaîne de production). Selon la littérature, nous pouvons nous attendre à ce que ces deux variables influencent positivement l'innovation. En effet, les transformations organisationnelles et numériques que mettent en évidence ces deux variables révèlent une capacité et une volonté d'adaptation et d'innovation de l'entreprise (Le Bas et al., 2015). Enfin, nous contrôlons les effectifs de l'entreprise, l'évolution à la hausse de son chiffre d'affaires et son secteur d'activité (industrie, construction, commerce, activités financières et d'assurance, agriculture, autres). L'annexe A.1 présente les statistiques descriptives des variables utilisées pour nos modèles économétriques. Les équations (1) et (2) synthétisent le modèle mobilisé :

$$(1) \ y_{i_{pd}} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i_{pd}}^* = X_{ij}\beta_{pd} + \epsilon_{i_{pd}} > 0 \\ 0 & \text{si } y_{i_{pd}}^* = X_{ij}\beta_{pd} + \epsilon_{i_{pd}} \leq 0 \end{cases}$$

$$(2) \ y_{i_{pc}} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i_{pc}}^* = X_{ij}\beta_{pc} + \epsilon_{i_{pc}} > 0 \\ 0 & \text{si } y_{i_{pc}}^* = X_{ij}\beta_{pc} + \epsilon_{i_{pc}} \leq 0 \end{cases}$$

Les équations (1) et (2) modélisent respectivement les probabilités d'innovation de produit ($y_{i_{pd}}$) et de procédé ($y_{i_{pc}}$), avec X_{ij} représentant l'ensemble des déterminants (actions de sobriété, pratiques RSE, caractéristiques de l'entreprise, etc.) spécifiques à chaque entreprise i . La corrélation entre les termes d'erreur $\epsilon_{i_{pd}}$ et $\epsilon_{i_{pc}}$ nous indique la nature complémentaire ou non des innovations de produit et de procédé.

Nous mobilisons le programme CMP (Conditional Mixed Process) développé par Roodman (2011), qui optimise la fonction de vraisemblance du modèle en gérant les intégrales doubles à travers l'algorithme de simulation GHK (Geweke, 1991; Hajivassiliou et McFadden, 1998; Keane, 1994). Cet algorithme simule les probabilités, permettant leur utilisation dans la fonction de vraisemblance à la place des intégrales de la loi normale multivariée, facilitant ainsi l'estimation du modèle probit bivarié.

Pour s'assurer de la robustesse de nos estimations, nous vérifions l'absence de multicolinéarité entre les variables explicatives. Pour ce faire, nous utilisons le coefficient de Pearson⁷. La matrice obtenue

⁶ Pour rappel, les huit actions RSE sont les suivantes : Économie d'énergie ; Tri sélectif/recyclage ; Achats responsables ; Politique de sécurité et bien-être des salariés ; Association des salariés aux prises de décisions ; Intéressement/participation aux résultats financiers ; Labellisation RSE ; Audit/diagnostic environnemental.

⁷ Le coefficient de Pearson se calcule à partir de la formule suivante $\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i(x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i(y_i - \bar{y})^2}}$ avec w_i les poids spécifiés pour chaque observation et \bar{x} et \bar{y} les moyennes des variables x et y (Pearson, 1896; Pearson et Filon, 1898).

à partir de ces coefficients (cf. annexe A.2) n'indique pas de corrélation supérieure à 0,4 hormis entre l'innovation de produit et l'innovation de procédé (et entre le score de sobriété numérique et les actions qui composent ce score). Nous calculons aussi les facteurs d'inflation de la variance (VIF ou Variance inflation factor) pour chaque variable explicative afin de tester l'absence de multicollinéarité et la robustesse des modèles estimés⁸. Un VIF élevé (supérieur à 10) indique qu'une variable explicative est fortement corrélée avec les autres variables explicatives du modèle. Cette variable apparaît ainsi comme redondante ou ne contribuant que très peu à la variation de la variable à expliquer. En nous appuyant sur les annexes A.2 et A.3, nous pouvons conclure que nos modèles ne montrent pas de signe critique de multicollinéarité.

5 RÉSULTATS

Les tableaux 5 et 6 présentent les estimations des modèles probit bivarié sur les déterminants de l'innovation de produit et de procédé. La différence entre les deux tableaux porte sur la spécification des actions de sobriété numérique : utilisation d'un score de sobriété numérique allant de 0 à 6 dans le tableau 5 versus une liste des actions de sobriété numérique dans le tableau 6. Notons que le coefficient de corrélation des erreurs est positif et significatif dans nos spécifications économétriques, confirmant la complémentarité entre l'innovation de produit et de procédé (e.g. Hullova et al., 2016 ; Carboni et Russu, 2018).

⁸ La formule de calcul du VIF est la suivante $VIF_i = \frac{1}{1-R^2}$ où R^2 est le coefficient de détermination non ajusté pour la régression de la $i^{\text{ème}}$ variable indépendante sur les autres.

Tableau 5 – Probit bivarié - Déterminants de l'innovation avec score de sobriété numérique

Variables	(1)		(2)	
	Innovation Produit		Innovation Procédé	
	Coefficients	Écart-types	Coefficients	Écart-types
Score Sobriété	0,0390**	[,0194]	0,0654***	[,0189]
Score RSE	0,0850***	[,0146]	0,1046***	[,0149]
Évolution CA 2020	0,2580***	[,0614]	0,1507**	[,0615]
Investissement numérique prioritaire	0,3262***	[,0566]	0,3964***	[,0566]
Télétravail	0,3249***	[,0574]	0,2035***	[,0580]
Effectif	-0,0221	[,0617]	-0,0647	[,0618]
Activités scientifiques et techniques, TIC	Ref		Ref	
Industrie	0,2063**	[,0846]	0,0505	[,0861]
Commerce	-0,1029	[,0806]	-0,0980	[,0815]
Activités financières	-0,0630	[,1772]	-0,1748	[,1672]
Construction	-0,4735***	[,1046]	-0,3319***	[,1007]
Autres	-0,1539	[,1166]	-0,1138	[,1181]
Bretagne	0,0567	[,0516]	0,0930*	[,0514]
Constante	-1,3303***	[,1154]	-1,3889***	[,1128]
Observations	2875			
Coefficient de corrélation des erreurs	0,7776***			
Log-Vraisemblance	-2287,337			

Écart-types robustes entre crochets

*** p<0,01, **p<0.05, * p<0.10

Tableau 6 – Déterminants de l'innovation - Probit bivarié et actions de sobriété numérique

Variables	(1)		(2)	
	Innovation Produit		Innovation Procédé	
	Coefficients	Écarts-types	Coefficients	Écarts-types
Action bonne pratique	0.1411**	[0.0677]	0.1441**	[0.0659]
Action mise en veille	0.0569	[0.0598]	0.1124*	[0.0591]
Action limitation renouvellement	-0.0204	[0.0591]	0.1218**	[0.0589]
Action matériel reconditionné	0.1045	[0.0666]	0.1155*	[0.0658]
Action réduction des mails	0.0192	[0.0640]	-0.0789	[0.0635]
Action écolabel	-0.0453	[0.0729]	-0.0587	[0.0726]
Score RSE	0.0852***	[0.0147]	0.1092***	[0.0151]
Évolution à la hausse du CA	0.2558***	[0.0615]	0.1482**	[0.0617]
Investissement numérique prioritaire	0.3221***	[0.0568]	0.3849***	[0.0568]
Télétravail	0.3107***	[0.0580]	0.2048***	[0.0586]
Effectifs	-0.0299	[0.0630]	-0.0769	[0.0624]
Activités scientifiques et techniques, TIC	Ref		Ref	
Industrie	0.2119**	[0.0849]	0.0566	[0.0866]
Commerce	-0.1067	[0.0806]	-0.0964	[0.0818]
Activités financières	-0.0749	[0.1812]	-0.1641	[0.1683]
Construction	-0.4666***	[0.1048]	-0.3290***	[0.1017]
Autres	-0.1532	[0.1162]	-0.1235	[0.1182]
Bretagne	0.0621	[0.0516]	0.0929*	[0.0515]
Constante	-1.3107***	[0.1187]	-1.4171***	[0.1153]
Observations	2875			
Coefficient de corrélation des erreurs	1,0434***			
Log-vraisemblance	-2279,8292			

5.1 Les actions de sobriété numérique

Les résultats économétriques du tableau 5 montrent que l'intensité des pratiques de sobriété numérique est associée positivement aux deux formes d'innovation (produit et procédé). Ceci suggère que les actions de sobriété numérique ne sont pas un frein à l'innovation. Au contraire, la sobriété numérique amène les entreprises à repenser leur mode de fonctionnement et à rechercher des solutions pour réduire leur impact sur l'environnement. Ces solutions peuvent consister en des innovations de procédés et/ou de produits. Par exemple, la rédaction d'un guide de bonnes pratiques permet à l'entreprise de recenser les bonnes idées pour réduire la consommation énergétique des équipements numériques, idées pouvant donner lieu à des innovations dans l'organisation du travail. De même, en se concentrant sur la réduction des pollutions numériques et l'allongement de la durée de vie des équipements, les entreprises sont amenées à repenser et optimiser leurs méthodes de production. Nos résultats rejoignent l'idée que des contraintes de ressources peuvent être source d'innovation, comme dans le cas de l'innovation frugale (Radjou et al., 2012 ; Le Bas, 2023).

Le tableau 6 quant à lui montre que les actions de sobriété numérique ont principalement un effet sur l'innovation de procédé, mis à part les guides de bonnes pratiques qui ont aussi un effet sur l'innovation de produit. Les entreprises qui limitent le renouvellement d'équipements, achètent des matériels reconditionnés et mettent en veille leurs équipements ont une probabilité plus élevée d'innover en procédé. Ces actions sont relativement faciles à mettre en œuvre et permettent de faire des économies. Elles ne se heurtent donc pas à des contraintes financières ou technologiques. Elles peuvent par ailleurs être le résultat d'un travail collaboratif, source de créativité (par exemple avec la rédaction collective d'un guide de bonnes pratiques) et servir de levier pour aller vers de l'innovation plus vertueuse et vers des modes de production plus sobres.

Bien que nos résultats mettent en lumière une contribution positive de la sobriété numérique à l'innovation, l'ampleur de cet effet demeure modeste comparativement à d'autres variables comme les investissements numériques ou la RSE comme l'indiquent les effets marginaux associés à nos modèles (cf. Annexes A4 et A4 bis). Ainsi une action de sobriété numérique supplémentaire augmente en moyenne la probabilité d'innover en produit et en procédé respectivement de 1,14 point de pourcentage et de 1,84 point de pourcentage. Ces effets sont deux fois plus faibles que ceux d'une pratique RSE non numérique (qui sont respectivement de 2,6 et 3,4 points de pourcentage). Toutefois, lorsque l'on regarde individuellement les actions de sobriété numérique, on observe des effets plus importants. Par exemple, la mise en place d'un guide de bonnes pratiques numériques augmente la probabilité d'innover en produit de 4,3 points de pourcentage (soit une hausse de 14% par rapport à la probabilité moyenne d'innover). De même, la probabilité d'innover en procédé augmente de 3,78 points de pourcentage avec un guide de bonnes pratiques (soit une hausse de 10%). La mise en veille, la limitation du renouvellement des équipements ou l'achat de matériels reconditionnés ont aussi pour effet d'accroître la probabilité d'innover en procédé de plus de 3 points de pourcentage.

Nos résultats montrent donc que certaines actions de sobriété numérique ont plus d'effets que d'autres sur la propension à innover, notamment en procédé. C'est le cas des guides de bonnes pratiques et des politiques d'achat. Il est possible que les autres actions de sobriété numérique qui n'ont pas d'effets significatifs, aient des impacts plus indirects sur l'innovation, ou mettent plus de temps à induire des changements dans la manière d'innover. L'absence d'effets de certaines pratiques (comme par exemple la réduction des mails et les écolabels) pourrait aussi s'expliquer par des phénomènes de greenwashing. La littérature met en évidence des écarts fréquents entre les objectifs déclarés de certaines entreprises et les actions concrètement

réalisées. En effet, les études soulignent que l’affichage de pratiques responsables peut ne pas toujours se traduire par des résultats tangibles et que les entreprises se contentent parfois d’actions symboliques (Lyon et Montgomery, 2015 ; Heras-Saizarbitoria et al., 2020).

5.2 Les variables de contrôle et facteurs de contingence

Le coefficient associé au score RSE qui mesure le niveau d’engagement de l’entreprise en matière environnementale et sociale est positif et significatif pour les deux formes d’innovation. Cette relation positive peut s’expliquer par le fait que les entreprises socialement responsables sont souvent plus disposées à adopter des pratiques innovantes afin d’améliorer leur impact social et environnemental. Ce résultat rejoint celui de Bertrand et al. (2020) qui montre que la RSE stratégique est un déterminant fort de l’innovation.

Rappelons aussi que l’enquête a été menée pendant la crise de Covid (en mai 2021) et que les entreprises ont dû massivement recourir au télétravail durant cette période (Taskin, 2021 ; Criscuolo et al., 2023). Le fait pour une entreprise de vouloir continuer le télétravail après la pandémie de Covid indique que cette dernière en a retiré des avantages en termes d’organisation et de motivation des salariés. Nos estimations montrent que les entreprises qui veulent continuer le télétravail ont une plus grande propension à innover. Ce résultat vient confirmer l’analyse de Merlet et Poussing (2020) selon laquelle les entreprises qui innovent en matière d’organisation (le télétravail étant une innovation organisationnelle) ont aussi une plus grande capacité à innover en procédé.

La variable « Investissement numérique prioritaire » indique si l’entreprise considère l’investissement numérique comme une priorité dans sa gestion interne. C’est le cas lorsque l’entreprise souhaite s’appuyer sur le numérique pour améliorer sa logistique et ses modes de production, mieux piloter ses projets ou mieux connaître ses clients. À l’aide de ces investissements, l’entreprise peut chercher à être plus agile et plus efficace dans la gestion de projets innovants (Yoo et al., 2012; Deltour et al., 2020). Nos estimations montrent que c’est bien le cas puisque les entreprises qui investissent dans le numérique ont bien une plus grande propension à innover.

Le secteur lui aussi influence l’innovation des entreprises (Pavitt, 1984; Becheikh et al., 2006; Damanpour et Aravind, 2006). Le secteur de la construction se caractérise par une faible probabilité d’innover, à l’inverse de l’industrie qui a une plus forte propension à innover. Enfin, les entreprises ayant connu une croissance de leur chiffre d’affaires sont plus susceptibles d’innover que les autres (Frenkel, 2003; Mohnen et Röller, 2005; Mohnen et al., 2008). Ce résultat était attendu, car une entreprise en croissance dispose de plus de ressources pour innover. La taille de l’entreprise en revanche n’a aucun effet sur l’innovation et confirme que cette relation est complexe à analyser (Cohen et Levin, 1989).

6 CONCLUSION

Cet article s’inscrit dans la littérature sur les relations entre Responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et innovation. Nous contribuons à cette littérature en analysant la relation entre la sobriété numérique (qui est devenu un des volets de la RSE) et l’innovation au sein des entreprises. À travers une analyse économétrique sur des données d’enquête, nous montrons que les pratiques de sobriété numérique influencent positivement et significativement l’innovation. Les entreprises les plus engagées dans des démarches de sobriété numérique sont

aussi celles les plus susceptibles d'innover. Ce résultat peut s'expliquer par la nécessité de repenser les modes de production et l'organisation du travail si l'entreprise veut réduire les consommations énergétiques de ses équipements numériques et son empreinte environnementale. Les actions de sobriété numérique ont toutefois plus d'effets sur l'innovation de procédé que l'innovation de produit.

Nos résultats viennent conforter de nombreuses études qui concluent à un lien positif entre les démarches de RSE et l'innovation des entreprises (Berger-Douce, 2011 ; Ji et al., 2019; Bertrand et al., 2020 ; Merlet et Poussing, 2020 ; Zhou et al., 2020). Les actions de sobriété numérique peuvent par exemple stimuler une innovation plus frugale et responsable (Radjou et al., Le Bas, 2023). Nos résultats sont aussi en cohérence avec la théorie de la contingence (Burns et Stalker, 1961 ; Donaldson, 2001), théorie selon laquelle les entreprises adaptent leurs structures et stratégies aux pressions externes. En transformant des contraintes de sobriété numérique en levier d'innovation, les entreprises peuvent en tirer un avantage concurrentiel (Porter et Kramer, 2006).

Nous pouvons toutefois souligner quelques limites inhérentes à toute enquête. Par exemple, le biais de désirabilité sociale peut inciter les dirigeants d'entreprise à donner des réponses socialement acceptables. En ce sens, le recours à des méthodologies qualitatives permettrait de mieux objectiver la relation entre innovation et sobriété numérique et de comprendre comment chacune des actions de sobriété numérique a été élaborée et mise en œuvre (pratiques imposées par la direction ou co-construites avec les salariés). Une seconde limite tient au fait que notre enquête ne permet pas de distinguer entre innovation incrémentale et de rupture. Cette distinction aurait permis de mesurer plus finement les effets des actions de sobriété numérique sur l'innovation et constitue une voie future de recherche. Autre limite de notre étude, l'échantillon ne porte que sur des entreprises de l'Ouest de la France. Il serait intéressant de confirmer nos résultats sur l'ensemble de la France et les comparer à d'autres pays. Enfin, notre recherche se base sur une collecte de données qui date de 2021. Il conviendra donc de renouveler cette étude pour savoir si les actions de sobriété numérique sont plus nombreuses aujourd'hui et si elles ont des effets plus marqués sur la capacité des entreprises à innover.

En conclusion, notre recherche souligne que les pratiques de sobriété numérique ne répondent pas seulement à une nécessité environnementale, mais peuvent être utilisées par les entreprises comme un levier stratégique pour innover. Notre étude ne met pas en évidence une baisse d'innovation dans les entreprises qui recourent à des matériels et équipements numériques moins performants (plus anciens, reconditionnés, etc.). En transformant des contraintes environnementales en opportunités d'innovation, les entreprises peuvent non seulement se conformer aux régulations environnementales, mais aussi bénéficier d'avantages concurrentiels significatifs à travers des coûts réduits, de nouveaux marchés et une meilleure réputation auprès des clients et des partenaires. Ainsi, la sobriété numérique peut s'avérer être un vecteur d'innovation plus verte pouvant aider les entreprises à se transformer et à se différencier auprès des consommateurs de plus en plus soucieux du respect de l'environnement (Jayaraman et al., 2023). Notons toutefois que ces technologies peuvent générer des effets rebonds, effets basés sur la réaffectation des gains (monétaire ou temporel) vers des activités plus consommatrices de ressources (Flipo et al., 2021, Flipo et Gossart, 2009). De fait, ne pas considérer ces effets peut s'avérer contre-productif au niveau environnemental.

Les pouvoirs publics pourraient communiquer sur ces résultats pour promouvoir positivement les actions de sobriété numérique en soulignant les économies sur les achats et renouvellements d'équipements et les effets positifs sur l'innovation. Il semble indispensable pour cela de faire

comprendre aux entreprises que la sobriété numérique ne constitue pas un retour en arrière, mais plutôt un moyen de sortir d'un « état d'ébriété » numérique (Courboulay, 2023) permettant de tendre vers plus d'innovation.

BIBLIOGRAPHIE

- ARSAWAN, I. W. E., KOVAL, V., RAJIANI, I., RUSTIARINI, N. W., SUPARTHA, W. G., et SURYANTINI, N. P. S. (2022). Leveraging knowledge sharing and innovation culture into SMEs sustainable competitive advantage. *International journal of productivity and performance management*, 71(2) : 405-428.
- AVERMATE, T., VIAENE, J., MORGAN, E. J., PITTS, E., CRAWFORD, N. et MAHON, D. (2004). Determinants of product and process innovation in small food manufacturing firms. *Trends in food science & technology*, 15(10):474-483.
- AZEEM, M., AHMED, M., HAIDER, S., et SAJJAD, M. (2021). Expanding competitive advantage through organizational culture, knowledge sharing and organizational innovation. *Technology in Society*, 66, 101635.
- BALDWIN, J., HANEL, P. et SABOURIN, D. (2002). Determinants of innovative activity in canadian manufacturing firms. *Innovation and firm performance*, pp 86-111. Springer.
- BECHEIKH, N., LANDRY, R. et AMARA, N. (2006). Les facteurs stratégiques affectant l'innovation technologique dans les PME manufacturières. *Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue canadienne des sciences de l'administration*, 23(4):275-300.
- BERGER-DOUCE, S. (2011). Le développement durable, un levier d'innovation pour les PME ? *Revue française de gestion*, (6):147-166.
- BERNARD, J. et TORRE, A. (1994). Les dynamiques d'innovation et de rd des pmi françaises. *Revue internationale PME*, 7(3):19-39.
- BERTRAND, D., LE BAS, C., MATHIEU, A. et MERCURI CHAPUIS, S. (2020). Types d'innovation et intensité de l'engagement de responsabilité sociale des entreprises (rse) : Aspects analytiques et empiriques. *Innovations*, 62(2): 221-247.
- BOCQUET, R., LE BAS, C., MOTHE, C. et POUSSING, N. (2013). Are firms with different csr profiles equally innovative? Empirical analysis with survey data. *European Management Journal*, 31(6): 642-654.
- BOCQUET, R., LE BAS, C., MOTHE, C. et POUSSING, N. (2017). CSR, innovation, and firm performance in sluggish growth contexts: A firm-level empirical analysis. *Journal of Business Ethics*, 146(1): 241-254.
- BOCQUET, R. et MOTHE, C. (2013). Profil des entreprises en matière de RSE et innovation technologique. *Management Avenir*, (8):132-151.
- BOLLINGER, S., NEUKAM, M. et GUITTARD, C. (2023). Vers une responsabilité sociétale de l'entreprise (RSE) stratégique : Une contrainte stimulant l'innovation. *Innovations*, 72 :65-102.

- BRIONES PEÑALVER, A. J., BERNAL CONESA, J. A. et de NIEVES NIETO, C. (2018). Analysis of corporate social responsibility in spanish agribusiness and its influence on innovation and performance. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 25(2):182-193.
- BURNS, T., et STALKER, G. M. (1961). *The Management of Innovation*. London: Tavistock
- CARAYANNIS, E., et SAGI, J. (2001). “New” vs.“old” economy: insights on competitiveness in the global IT industry. *Technovation*, 21(8), 501-514.
- CARBONI, O. A. et RUSSU, P. (2018). Complementarity in product, process, and organizational innovation decisions: evidence from european firms. *R&D Management*, 48(2):210-222.
- CHATZOGLU, P., & CHATZOUCES, D. (2017). The role of innovation in building competitive advantages: an empirical investigation. *European Journal of Innovation Management*, 21(1), 44-69.
- CHESBROUGH, H., VANHAVERBEKE, W. et WEST, J. (2006). *Open innovation : Researching a new paradigm*. Oxford University Press on Demand.
- COHEN, W. M., KLEPPER, S. et al. (1996). Firm size and the nature of innovation within industries: the case of process and product r&d. *Review of Economics and Statistics*, 78(2):232-243.
- COHEN, W. M. et LEVIN, R. C. (1989). Empirical studies of innovation and market structure. *Handbook of industrial organization*, 2:1059-1107.
- COURBOULAY, V. (2023). Conclusion. Pour une sobriété numérique. *Penser la transition numérique*. Éditions de l'Atelier, pages 203-207.
- CRISCUOLO, C., GAL, P., LEIDECKER, T., LOSMA, F., et NICOLETTI, G. (2023). The Role of Telework for Productivity During and Post COVID-19. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 539, 51-72.
- DAMANPOUR, F. et ARAVIND, D. (2006). Product and process innovations: A review of organizational and environmental determinants. *Innovation, science, and industrial change: A research handbook*, pages 38-66.
- DAMANPOUR, F. et GOPALAKRISHNAN, S. (2001). The dynamics of the adoption of product and process innovations in organizations. *Journal of management studies*, 38(1):45-65.
- DELTOUR, F., LE GALL, S. et LETHIAIS, V. (2016). Le numérique transforme-t-il le lien entre territoire et innovation? une étude empirique sur les PME. *Revue d'économie industrielle*, (156):23-55.
- DELTOUR, F., LE GALL, S. et LETHIAIS, V. (2020). L'accompagnement de l'innovation par le numérique: quelles opportunités pour les PME? *Reflets et Perspectives de la vie économique*, 59(1):101-114.

DEWAR, R. D. et DUTTON, J. E. (1986). The adoption of radical and incremental innovations: An empirical analysis. *Management science*, 32(11):1422-1433.

DONALDSON, L. (2001). *The contingency theory of organizations*. Sage Publication.

FLIPO, F., et GOSSART, C. (2009). Infrastructure numérique et environnement. L'impossible domestication de l'effet rebond. Terminal. *Technologie de l'information, culture & société*, : 103-104.

FLIPO, F., DELTOUR, F., et DOBRE, M. (2016). Les technologies de l'information à l'épreuve du développement durable. *Natures Sciences Sociétés*, 24(1) : 36-47.

FRENKEL, A. (2003). Barriers and limitations in the development of industrial innovation in the region. *European Planning Studies*, 11(2):115-137.

GEWEKE, J. (1991). Efficient simulation from the multivariate normal and student-t distributions subject to linear constraints and the evaluation of constraint probabilities. In Keramidas, E.M., eds., *Computing science and statistics: Proceedings of the 23rd symposium on the interface*, Fairfax Station, Virginia: Interface Foundation of North America ,Inc, pages 571–578

HADJIMANOLIS, A. (1999). Barriers to innovation for SMEs in a small less developed country (Cyprus). *Technovation*, 19(9):561-570.

HAGE, J. (1980). *Theories of organizations: Form, process, and transformation*. John Wiley & Sons.

HAIJIVASSILIOU, V. A. et McFADDEN, D. (1998). The method of simulated scores for the estimation of LDV models with an application to external debt crisis. *Econometrica* 66(4):863-896;

HERAS-SAIZARBITORIA, I., BOIRAL, O., & DIAZ DE JUNGUITU, A. (2020). Environmental management certification and environmental performance: Greening or greenwashing?. *Business Strategy and the Environment*, 29(6) : 2829-2841.

HORTS, C.-H. B. et ISAAC, H. (2006). L'impact des tic mobiles sur les activités des professionnels en entreprise. *Revue française de gestion*, 168-169(9):243-263.

HULLOVA, D., TROTT, P. et SIMMS, C. D. (2016). Uncovering the reciprocal complementarity between product and process innovation. *Research policy*, 45(5):929-940.

JAYARAMAN, K., JAYASHREE, S. et DORASAMY, M. (2023). The effects of green innovations in organizations: influence of stakeholders. *Sustainability*, 15(2):1133.

JI, H., XU, G., ZIHOU, Y. et MIAO, Z. (2019). The impact of corporate social responsibility on firms' innovation in china: the role of institutional support. *Sustainability*, 11(22):6369.

KEANE, M. P. (1994). A computationally practical simulation estimator for panel data. *Econometrica*, 62(1) :95-116.

- KIMBERLY, J. R. et EVANISKO, M. J. (1981). Organizational innovation: The influence of individual, organizational, and contextual factors on hospital adoption of technological and administrative innovations. *Academy of management journal*, 24(4):689-713.
- KRAFT, K. (1990). Are product and process innovations independent of each other? *Applied Economics*, 22(8):1029-1038.
- KURKKIO, M., FRISHAMMAR, J. et LICHTENTHALER, U. (2011). Where process development begins: a multiple case study of front end activities in process firms. *Technovation*, 31(9):490-504.
- LAWRENCE, P. R. et LORSCH, J. W. (1967). Organization and environment managing differentiation and integration. Boston: Harvard Business School Press
- LE BAS, C., MOTHE, C. et NGUYEN-THI, T. U. (2015). The differentiated impacts of organizational innovation practices on technological innovation persistence. *European Journal of Innovation Management*, 18(1):110-127.
- LE BAS, C. (2023). *The Economics of Frugal Innovation: Technological Change for Inclusion and Sustainability*. Edward Elgar Publishing.
- LYON, T. P., & MONTGOMERY, A. W. (2015). The means and end of greenwash. *Organization & environment*, 28(2) : 223-249.
- MARIN, L., MARTÍN, P. J. et RUBIO, A. (2017). Doing good and different! The mediation effect of innovation and investment on the influence of CSR on competitiveness. *Corporate social responsibility and environmental management*, 24(2):159-171.
- MEDZO-M'ENGONE, J., BOBILLIER-CHAUMON, M.-É. et PRÉAU, M. (2019). Changements technologiques, tic et santé psychologique au travail : une revue de la littérature. *Psychologie Française*, 64(4):361-375.
- MERLET, J. et PÉNARD, T. (2022). RSE et transformation numérique des entreprises artisanales : une étude sur données d'enquête. *Revue internationale PME*, 35(2):73-100.
- MERLET, J. et POUSSING, N. (2020). Impact du télétravail sur l'innovation des entreprises : une étude sur données d'enquête. *Revue d'économie industrielle*, (3):89-138.
- MISHRA, D. R. (2017). Post-innovation csr performance and firm value. *Journal of Business Ethics*, 140:285-306.
- MOHNEN, P., PALM, F. C., VAN DER LOEFF, S. S. et TIWARI, A. (2008). Financial constraints and other obstacles: are they a threat to innovation activity? *De Economist*, 156(2):201-214.
- MOHNEN, P. et RÖLLER, L.-H. (2005). Complementarities in innovation policy. *European Economic Review*, 49(6):1431-1450.

- MOTHE, C. et NGUYEN-THI, U.-T. (2012). Non-technological and technological innovations: Do services differ from manufacturing? An empirical analysis of Luxembourg firms, *International Journal of Technology Management*, 57(4).
- NORD, W. R. et TUCKER, S. (1987). Implementing routine and radical innovations. Free Press.
- NOVOTNY, M. et LAESTADIUS, S. (2014). Beyond papermaking: technology and market shifts for wood-based biomass industries—management implications for large-scale industries. *Technology Analysis & Strategic Management*, 26(8):875-891.
- PAVITT, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6):343-373.
- PEARSON, K. (1896). VII. Mathematical contributions to the theory of evolution—III, regression, heredity, and panmixia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, (187):253-318.
- PEARSON, K. et FILON, L. N. G. (1898). VII. Mathematical contributions to the theory of evolution—IV. On the probable errors of frequency constants and on the influence of random selection on variation and correlation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, (191):229-311.
- PEREA, C., GERARD J., et de BENEDITTIS J. (2023). Digital sobriety: From awareness of the negative impacts of IT usages to degrowth technology at work. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122670.
- POLDER, M., LEEUWEN, G. V., MOHNEN, P. et RAYMOND, W. (2010). Product, process and organizational innovation: drivers, complementarity and productivity effects. DRUID Working Papers 10-24.
- PORTER, M. E., KRAMER, M. R. (2006). The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12):78-92.
- RADJOU, N., PRABHU, J., & AHUJA, S. (2023). *L'Innovation Jugaad-Redevenons Ingénieux!*. Diateino.
- ROODMAN, D. (2011). Fitting fully observed recursive mixed-process models with cmp. *The Stata Journal*, 11(2):159-206.
- SEGARRA-BLASCO, A., GARCIA-QUEVEDO, J. et TERUEL-CARRIZOSA, M. (2008). Barriers to innovation and public policy in Catalonia. *International entrepreneurship and management journal*, 4(4):431-451.
- SKORDOULIS, M., NTANOS, S., KYRIAKOPOULOS, G. L., ARABATZIS, G., GALATSIDAS, S., & CHALIKIAS, M. (2020). Environmental innovation, open innovation dynamics and competitive advantage of medium and large-sized firms. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 195.

TASKIN, L. (2021). Télétravail, organisation et management: Enjeux et perspectives post-covid. Regards Economiques (Université Catholique de Louvain).

WHITE, M., BRACZYK, H. et GHOBADIAN, A. (1988). Small firms innovation: why regions differ. *Policy Studies Institute*. London.

WOODWARD, J. (1965). Industrial organization: Theory and practice. Oxford University Press

YOO, Y., BOLAND JR, R. J., LYYTINEN, K. et MAJCHRZAK, A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization science*, 23(5):1398-1408.

ANNEXES

Annexe A.0 - Questionnaire

1) Secteur d'activité de l'entreprise interrogée

- Industrie
- Commerce, transport, hébergement, restauration
- Activités financières et assurances
- Construction
- Activités spécialisées scientifiques et techniques, de services administratifs et d'appui, information et communication
- Autres activités

2) Nombre de salariés dans l'entreprise ?

- 10-49
- 50-249
- Plus de 250

3) L'évolution du chiffre d'affaires (CA) de votre entreprise est-il en croissance depuis la Covid (2020) ?

- Oui
- Non

4) Voici une liste d'usages et d'outils informatiques. Lesquels sont mobilisés au sein de votre entreprise ?

- Un intranet soit un site web accessible uniquement par les salariés de l'entreprise
- Des listes de diffusion internes
- Des agendas partagés
- Des espaces de travail partagés (logiciels de travail collaboratif, google drive, dropbox, office 365, serveurs communs)
- Des logiciels de définition et de suivi de processus (workflow)
- Des logiciels métiers spécifiques à votre activité (bâtiment, transport, process industriel, etc.)
- Des certificats électroniques pour chiffrer des messages ou sécuriser des transactions
- Des systèmes de visioconférence soit en salle équipée, soit par Skype, Zoom ou autre
- Une flotte de smartphones pour les salariés Une flotte de tablettes pour les salariés

5) Développer l'usage du numérique pour la gestion interne de l'entreprise (exploitation de données, automatisation de la chaîne de production) est prioritaire ?

- Oui
- Non

6) Proposerez-vous le télétravail suite à la crise sanitaire, une fois le retour à la normale ?

- Oui
- Non

7) Lors des deux dernières années, votre entreprise a-t-elle réalisé ?

- Une (des) innovation(s) de produit : lancement d'un bien ou un service nouveau ou significativement amélioré par rapport aux produits précédemment commercialisés par l'entreprise. Oui ou non

- Une (des) innovation(s) de procédé : mise en place d'un procédé nouveau ou significativement amélioré par rapport aux procédés précédemment utilisés par l'entreprise. Oui ou non

8) Parmi ces actions et/ou politiques, lesquelles sont mises en œuvres par votre entreprise ?

- Une politique d'économie d'énergie et/ou de réduction de la pollution de l'air, l'eau, les sols, etc.

- Une politique de tri sélectif/ recyclage des déchets

- Une démarche d'achats responsables (intégration de critères environnementaux, sociaux, circuit court)

- Une politique de sécurité et/ou de bien-être au travail allant au-delà des exigences réglementaires.

- L'association de l'ensemble des salariés aux processus de prise de décisions

- L'intéressement/la participation des salariés aux résultats de l'entreprise

- Une démarche de labellisation Responsabilité Sociétale des Entreprises (Écolabel européen, NF environnement, LUCIE, RGE, Écovadis, etc.)

- La réalisation d'un audit / diagnostic environnemental

9) Avez-vous engagé certaines des actions listées ci-dessous afin de réduire votre empreinte écologique liée au numérique ?

- Diffusion d'un guide des bonnes pratiques numériques

- Optimisation du paramétrage de la mise en veille des appareils électroniques

- Limitation de la fréquence de renouvellement du matériel informatique et/ou téléphonique

- Recours à du matériel informatique et/ou téléphonique reconditionné

- Réduction des échanges mails avec pièce jointe

- Prise en compte des écolabels dans la politique d'achat de matériel informatique et/ou téléphonique (à ne citer que pour aider à répondre de type EPEAT, TCO, Écolabel Nordique, Ange bleu, etc.)

Annexe A.1 – Statistiques descriptives

Variables	Moyennes	Écarts-types	Min	Max
<u>Variabes à expliquer</u>				
Innovation de produit	29,77 %	0,4573	0	1
Innovation de procédé	30,26 %	0,3026	0	1
<u>Variabes explicatives</u>				
Score sobriété	1,91	1,5400	0	6
Score RSE	4,54	2,1004	0	8
Action bonnes pratiques	23,82 %	0,4260	0	1
Action mise en veille	45,56 %	0,4981	0	1
Action limitation renouvellement	56,69 %	0,4955	0	1
Action matériel reconditionné	21,70 %	0,4123	0	1
Action réduction des mails	24,76 %	0,4317	0	1
Action écolabel	19,20 %	0,3939	0	1
Télétravail	33,63 %	0,4725	0	1
Politique d'économie d'énergie	66,57 %	0,4718	0	1
Effectifs	1,18	0,4348	1	3
Industrie	22,05 %	0,4146	0	1
Commerce	37,39 %	0,4839	0	1
Activités financières et assurances	2,50 %	0,1562	0	1
Construction	14,95 %	3567	0	1
Activités scientifiques et techniques, TIC	15,54 %	0,3624	0	1
Autres	7,54 %	0,2642	0	1
Bretagne	53,18 %	0,4990	0	1
Évolution CA 2020	24,17 %	0,4282	0	1
Investissement numérique prioritaire	56,69 %	49,55	0	1

Annexe A.2 – Corrélation entre les variables explicatives

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
(1)	1																			
(2)	0,5894	1																		
(3)	0,1168	0,1585	1																	
(4)	0,1304	0,1434	0,535	1																
(5)	0,058	0,1058	0,6611	0,267	1															
(6)	0,0425	0,1005	0,6428	0,1526	0,3711	1														
(7)	0,0668	0,0793	0,4918	0,0838	0,1282	0,1911	1													
(8)	0,0599	0,0448	0,5651	0,1728	0,2064	0,2071	0,169	1												
(9)	0,0553	0,0749	0,5695	0,2124	0,2154	0,205	0,2061	0,2379	1											
(10)	0,189	0,2254	0,4211	0,3271	0,2517	0,2089	0,1452	0,2282	0,3167	1										
(11)	0,0659	0,0472	0,0238	0,0275	0,0234	-0,0099	0,0259	-0,0059	0,0259	0,0584	1									
(12)	0,1776	0,1983	0,1413	0,1823	0,0779	0,0664	0,0327	0,0705	0,0642	0,2523	0,0131	1								
(13)	0,1628	0,1272	0,0537	0,1462	-0,0201	-0,0286	0,0395	0,0572	0,01	0,1131	-0,0133	0,1675	1							
(14)	0,08	0,0698	0,0952	0,1738	0,0582	0,0253	-0,0235	0,0417	0,0595	0,2112	-0,0249	0,1319	0,1474	1						
(15)	0,1197	0,0496	-0,0997	-0,0553	-0,1076	-0,0279	-0,0521	-0,0233	-0,0804	0,0179	-0,0417	0,0263	0,0582	0,1293	1					
(16)	-0,03	-0,0099	0,0928	0,047	0,1013	0,0254	0,0378	0,0346	0,0759	0,0767	0,0506	-0,0515	-0,1865	-0,0662	-0,411	1				
(17)	0,0173	0,0204	0,0704	0,0985	0,0366	-0,0037	0,0128	0,0473	0,0632	0,0414	-0,0229	0,0772	0,0602	-0,043	-0,0852	-0,1239	1			
(18)	-0,1366	-0,1022	-0,1195	-0,1018	-0,0567	-0,0468	-0,0907	-0,0553	-0,0732	-0,0561	0,0297	-0,096	-0,0715	-0,0763	-0,2231	-0,3241	-0,0672	1		
(19)	-0,0277	-0,0191	0,0101	-0,0207	0,0162	0,0238	0,0284	-0,0114	-0,0056	-0,073	-0,0229	0,0052	0,0195	0,0382	-0,152	-0,2208	-0,0458	-0,1198	1	
(20)	0,0255	0,0369	0,0433	0,0028	0,041	0,0607	-0,0099	0,0183	0,0291	0,0264	0,0088	-0,0069	-0,0078	0,0072	-0,0222	0,0249	0,0388	-0,0013	0,0227	1

(1) Innovation Produit (2) Innovation Procédé (3) Score de sobriété numérique (4) Action bonne pratique (5) Action mise en veille (6) Action limitation renouvellement (7) Action matériel reconditionné (8) Action réduction des mails (9) Action écolabel (10) Score RSE (11) Évolution CA 2020 (12) Investissement numérique prioritaire (13) Continuité télétravail (14) Effectif (15) Industrie (16) Commerce (17) Activités financières (18) Construction (19) Autres (20) Bretagne

Annexe A.3 – VIF

Variabes	VIF	1/VIF	Variabes	VIF	1/VIF
Score RSE	7,32	0,13	Score RSE	7,41	0,13
Effectif	6,79	0,14	Effectif	6,85	0,15
Score sobriété	3,16	0,31	Action limitation renouvellement	2,78	0,36
Commerce	2,7	0,37	Commerce	2,75	0,36
Investissement numérique prioritaire	2,52	0,39	Investissement numérique prioritaire	2,53	0,39
Bretagne	2,06	0,48	Action mise en veille	2,35	0,43
Industrie	2,05	0,48	Industrie	2,11	0,47
Continuité télétravail	1,65	0,6	Bretagne	2,07	0,48
Construction	1,6	0,62	Continuité télétravail	1,67	0,60
Autres	1,33	0,75	Construction	1,65	0,61
Évolution CA 2020	1,32	0,75	Action bonne pratique	1,62	0,62
Activités financières	1,12	0,89	Action réduction des mails	1,52	0,66
			Action écolabel	1,5	0,67
			Action matériel reconditionné	1,39	0,72
			Autres	1,35	0,74
			Évolution CA 2020	1,32	0,76
			Activités financières	1,12	0,89
Moyenne du VIF	2,80		Moyenne du VIF	2,47	

Annexe A.4 – Effets marginaux des déterminants de l'innovation avec score de sobriété numérique
(probit simple)

Variabes	(1) Innovation Produit	(2) Innovation Procédé
Score Sobriété	0,0114**	0,0184***
Score RSE	0,0268***	0,0340***
Évolution CA 2020	0,0673***	0,0425**
Investissement numérique prioritaire	0,1036***	0,1232***
Télétravail	0,1018***	0,0666***
Effectif	-0,0029	-0,0110
Activités scientifiques et techniques, TIC	Ref	Ref
Industrie	0,0693***	0,0018
Commerce	-0,0312	-0,0451*
Activités financières	-0,0358	-0,0565
Construction	-0,1595***	-0,1275***
Autres	-0,0557	-0,0534
Bretagne	0,0272	0,0297*
Observations	2875	

Écart-types robustes entre crochets

*** p<0,01, **p<0.05, * p<0.10

Annexe A.4 bis– Effets marginaux des déterminants de l’innovation et actions de sobriété numérique
(probit simple)

Variables	(1) Innovation Produit	(2) Innovation Procédé
Action bonne pratique	0,0433**	0,0378*
Action mise en veille	0,0135	0,0354*
Action limitation renouvellement	-0,0041	0,0392**
Action matériel reconditionné	0,0359*	0,0364*
Action réduction des mails	0,0031	-0,0351*
Action écolabel	-0,0147	-0,0159
Score RSE	0,0269***	0,0351***
Évolution à la hausse du CA	0,0661***	0,0414**
Investissement numérique prioritaire	0,1015***	0,1206***
Télétravail	0,0976***	0,0678***
Effectifs	-0,0049	-0,0114
Activités scientifiques et techniques, TIC	Ref	Ref
Industrie	0,0713***	0,0036
Commerce	-0,0310	-0,0440*
Activités financières	-0,0384	-0,0506
Construction	-0,1564***	0,1262***
Autres	-0,0542	0,0543
Bretagne	0,0222	0,0291*
Observations	2875	

Écart-types robustes entre crochets

*** p<0,01, **p<0.05, * p<0.10