

Facteurs déterminants de l'adoption et la complémentarité entre les innovations de produit et de procédé au sein des entreprises formelles sénégalaises de la filière alimentaire

Factors determining the adoption and complementarity between product and process innovations within formal Senegalese enterprises of the food industry

Omar DIOP¹, Babacar NDIAYE²

¹Département Economie-Gestion, Université Assane Seck, Sénégal, o.diop4970@zig.univ.sn

²Département Economie-Gestion, Université Amadou Mahtar Mbow, Sénégal, babacar.ndiaye@uam.edu.sn

RÉSUMÉ. Cet article analyse les déterminants ainsi que les complémentarités existant entre les innovations de produit et de procédé. La méthodologie repose sur un modèle Probit Bivarié, estimé à partir d'un échantillon de 603 entreprises formelles sénégalaises hors secteur agricole. L'unique facteur exerçant une influence conjointe sur l'adoption des innovations de produits et de procédés est l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC), notamment par la possession d'un site web. La performance organisationnelle et la localisation à Dakar exercent une influence significative exclusivement sur l'adoption des innovations de produit. En revanche, l'intensité concurrentielle et la localisation géographique septentrionale exercent une influence exclusive sur l'adoption des innovations de procédé. Néanmoins, une complémentarité est observée entre les deux catégories d'innovation.

ABSTRACT. This article examines the factors and synergies between product innovations and process innovations. This study used a Bivariate Probit model, calculated based on a sample of 603 formal enterprises in Senegal, excluding the agricultural sector. The only variable jointly affecting the adoption of product and process innovations is the utilization of information and communication technology (ICT), namely through website ownership. The performance and location in Dakar significantly influence exclusively the adoption of product innovations. On the other hand, competitive intensity and northern geographical location exert an exclusive influence on the adoption of process innovations. Nevertheless, a complementarity is observed between the two categories of innovations.

MOTS-CLÉS. Structure de marché, innovation, entreprises sénégalaises.

KEYWORDS. Competition, market structure, innovation, Senegalese companies.

1. Introduction

Dans un contexte de mondialisation croissante, la mise en œuvre de stratégies d'innovation par les entreprises s'avère impérative pour le maintien de leur compétitivité [CHA 24, JOR 24]. Ce comportement, communément désigné par l'expression « course à l'innovation » [NDI 12] se présente dès lors comme un instrument fondamental pour s'adapter aux évolutions du marché, accroître la productivité et consolider le positionnement de l'entreprise sur le marché [SCH 42]. Dans ce contexte, l'acquisition de flux de technologies et de connaissances constitue un élément fondamental tant pour les entreprises que pour les nations. L'innovation, en raison de sa polysémie, englobe l'ensemble des activités scientifiques, technologiques, organisationnelles ou commerciales ayant pour objectif de générer un changement positif [OCD 05].

Cette conception de l'innovation englobe tant l'innovation technologique que l'innovation non technologique. L'innovation technologique se définit par l'introduction de produits ou de procédés

nouveaux ou significativement améliorés en termes de spécificités ou d'applications, tandis que l'innovation non technologique englobe l'adoption de méthodes d'organisation ou de commercialisation nouvelles [GON 18]. L'innovation, quelle que soit sa forme, constitue un facteur déterminant de la croissance économique [AHM 23, BOU 21, QIN 24] et de la performance organisationnelle en particulier [FAM 16].

En raison de la complexité intrinsèque de l'évaluation de l'innovation non technologique [TSA 21] et au vu des recherches attestant que les deux catégories d'innovation présentent des déterminants explicatifs communs [TSA 25, TSA 17, GAR 20], la présente étude se concentre exclusivement sur l'analyse des innovations technologiques, notamment les innovations de produit et les innovations de procédé.

Bien que de nombreuses études aient souligné les facteurs influençant l'adoption des innovations technologiques dans les pays développés, en Afrique [GIO 17, POL 10, CUE 16] et plus particulièrement au Sénégal [TSA 25, JEA 23, MBA 16], il est à noter que ces recherches, à l'exception de celle de Tsambou et al. [TSA 25], ne considèrent pas la mesure de la complémentarité entre les innovations de produit et les innovations de procédé. L'analyse de la similarité des déterminants de l'adoption de ces différents types d'innovation n'a pas été traitée de manière exhaustive. L'absence de l'analyse de la complémentarité a entraîné une insuffisance d'études portant sur l'efficacité du processus menant à l'adoption simultanée. Dans ce contexte, la diffusion limitée des innovations serait partiellement imputable à la vulnérabilité et aux ressources restreintes des entreprises, ainsi qu'à un investissement insuffisant dans la recherche et le développement.

Malgré une volonté explicite d'impacter positivement cette dynamique par l'intermédiaire de stratégies nationales de développement, peu de pays du continent parviennent à transformer l'innovation en un catalyseur de développement, le niveau d'investissement atteignant à peine 1 % du produit intérieur brut (PIB) [BAN 17]. Bien que l'intensité des investissements en recherche et développement ait augmenté dans les pays d'Afrique anglophone (0,78 % au Kenya ; 1,06 % au Malawi) et d'Afrique du Nord (0,79 % au Maroc ; 0,68 % en Égypte ; 0,71 % en Tunisie), des efforts supplémentaires significatifs restent nécessaires dans les pays d'Afrique francophone subsaharienne, en particulier au Sénégal où ce niveau ne représente que 0,51 % du PIB [TSA 21]. Malgré l'attractivité limitée du tissu économique national (classé au 178ème rang sur 189 pays dans le rapport Doing Business de 2024) et sa composition majoritaire par des petites et moyennes entreprises, des progrès sont observés, comme en atteste la position du pays au troisième rang en Afrique subsaharienne selon l'indice mondial de l'innovation (Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [WIP 24].

Cette recherche poursuit un triple objectif, consistant en premier lieu à identifier les facteurs déterminants de l'adoption, en second lieu à mesurer le niveau de complémentarité entre les innovations de produit et les innovations de procédé, et enfin à évaluer le degré de similitude des déterminants sur différents types d'innovations. Cet objectif de recherche s'inscrit dans la continuité des travaux de Jean-Amans et al. [JEA 23] et de Mbaye [MBA 26], lesquels se concentrent exclusivement sur les déterminants individuels de l'adoption des innovations de produit et des innovations de procédé par les entreprises de la filière agro-alimentaire sénégalaises. Dans le présent article, le terme filière agro-alimentaire désigne l'ensemble des acteurs, activités et relations qui relient la production agricole primaire à la transformation industrielle ou artisanale et à la commercialisation des produits alimentaires. Le terme secteur est réservé aux classifications statistiques alimentation, industrie manufacturière, commerce de détail, services.

Il a été identifié dans la littérature un gap concernant la conceptualisation d'une relation de complémentarité et des facteurs déterminants l'adoption simultanée des innovations de produit et des innovations de procédé. La contribution fondamentale de cette recherche se rapporte au contexte spécifique du Sénégal, pour lequel les études identifiées se sont focalisées à souligner les facteurs déterminants de l'adoption des innovations de produit et des innovations de procédé, au moyen d'une analyse où l'entreprise se concentre sur le choix d'une innovation présentant un caractère exclusif et non

cumulatif [TSA 21, FOM 23]. La présente étude a également pour objectif d'analyser si les déterminants de l'adoption des innovations de produit, des innovations de procédé et de leur combinaison présentent des similarités ou des différences.

La structure de ce papier s'articule de la manière suivante. La première section analyse la revue de la littérature. La deuxième section est dédiée à l'exposé de la méthodologie employée. La troisième section expose les résultats et leur discussion.

2. Revue de littérature

Dans cette section, la littérature portant sur les facteurs déterminants de l'adoption des innovations de produit et/ou des innovations de procédé est examinée.

2.1. Facteurs déterminants l'adoption des innovations

La corrélation entre la dimension de l'entreprise et l'innovation a fait l'objet de multiples études, lesquelles ont abouti à des résultats divergents [DAM 10, BAU 22], comme en témoignent certaines méta-analyses réalisées dans ce domaine [KHO 19, BAU 22]. Sambou et al. [SAM 23] et Montalvan-Burbano et al. [BUR 19] notent l'absence de relation significative entre la taille de l'entreprise et l'adoption d'innovations. Cao et al. [CAO 19] ont rapporté un résultat contradictoire, soulignant une incidence positive de la dimension sur l'adoption des innovations. De plus, Damanpour [DAM 10] analyse les conclusions issues d'études empiriques concernant la relation entre ces deux variables, révélant l'inexistence d'un impact systématique de la taille de l'entreprise sur les innovations de produits ou de procédés.

Dans une approche similaire, les études examinant le lien entre l'expérience du manager et la décision d'adopter des innovations ne convergent pas non plus vers des consensus. Au Sénégal, Jean-Amans et al. [JEA 23] ont démontré que l'expérience du manager n'exerce pas d'influence significative sur les quatre types d'innovation étudiés. A l'exception des innovations de procédé, une corrélation positive est observée conformément à l'étude de Byukusenge et Munene [BYU 17]. Étant donné que le genre du dirigeant n'a pas été sujet à une analyse approfondie dans ces études, le rôle des femmes dans les activités génératrices de revenus a néanmoins constitué un axe central de recherche.

Bien que les résultats relatifs à l'influence de l'adoption d'innovations sur la performance organisationnelle restent sujets à débat [ARI 16], la majorité des études empiriques suggèrent que l'introduction de nouvelles technologies accroît la productivité d'une entreprise [TSA 25, TSA 21]. En conséquence, l'implémentation d'une technologie entraîne une diminution des coûts opérationnels [BEN 10] et, par conséquent, une amélioration de la production et de la performance de l'entreprise [MAT 20, POL 10, CUE 16].

Cao et al. [CAO 19] démontrent que la concurrence sur le marché exerce des effets positifs et significatifs sur l'efficacité de l'innovation. Cette conclusion est corroborée par Chen et al. [CHE 17] ainsi que par Mendi et Costamagna [MEN 17], lesquels mettent en évidence que l'intensité des activités de recherche et développement (R&D) d'un concurrent accroît la perception d'une menace concurrentielle par l'entreprise cible. Aghion et al. [AGH 05] postulent l'existence d'une relation en U inversée entre l'intensité concurrentielle et l'innovation, avançant qu'un degré modéré de concurrence favorise l'innovation, alors qu'un niveau excessif ou insuffisant de pression concurrentielle constitue un obstacle à celle-ci. Concernant la variable « localisation », la littérature établit que l'implantation en zone périphérique tend à défavoriser l'adoption de l'innovation [GAL 13], tandis qu'elle est favorisée en agglomération [AUT 10]. En outre, Audretsch et Dohse [AUD 07] et Fagerberg [FAG 05] ont démontré que l'espace géographique constitue un facteur déterminant essentiel de l'innovation.

La littérature consacrée aux déterminants de l'innovation révèle que, pour la majorité des variables explicatives considérées, l'impact sur la probabilité d'adoption des innovations de produit et des innovations de procédé demeure un sujet de débat actuel et non résolu.

2.2. Complémentarité entre innovations de produits et innovations de procédés

L'introduction d'un nouveau produit sur le marché peut nécessiter un processus de production nouveau, ce qui illustre la possibilité d'une combinaison entre une innovation de produit et une innovation de procédé [TSA 21]. En démontrant que cette complémentarité s'avère limitée et résulte principalement de facteurs non observés, Krzeminska et Eckert [KRZ 16] concluent que des modifications organisationnelles peuvent activer le plein potentiel de la combinaison des innovations de produit et des innovations de procédé. Trott et Simms [TRO 16] ont démontré que la relation entre l'innovation de produit et l'innovation de procédé n'est pas linéaire, étant donné sa dépendance à l'égard des ressources, des capacités internes et de la nature spécifique du projet. À cet égard, divers types de complémentarité peuvent être observés, selon les auteurs.

Bogetoft et al. [BOG 24] ont démontré que la combinaison de l'innovation de produit, l'innovation de procédé et d'autres formes d'innovation ne garantit pas systématiquement une amélioration de la performance, celle-ci étant fortement tributaire du contexte spécifique de l'entreprise et de la combinaison d'innovations mise en œuvre. Une analyse plus approfondie menée par Whang et al. [WHA 23] a révélé que la relation entre l'innovation de produit et l'innovation de procédé n'est pas unidirectionnelle. Les auteurs postulent par conséquent une relation bidirectionnelle, interactive et synergique. Le modèle proposé par Hallová et al. [HAL 16] indique que la complémentarité entre ces deux types d'innovation peut se manifester sous diverses formes, en fonction du contexte.

Tsambou et al. [TSA 25] mettent en évidence une corrélation significative entre les innovations de produit ou les innovations de procédé et les innovations marketing ou organisationnelle. L'analyse des effets de complémentarité révèle en outre que l'adoption d'une innovation technologique accroît la probabilité d'une adoption concomitante d'une innovation non technologique, et inversement. Ce résultat corrobore une fois de plus le caractère non unidirectionnel du processus d'adoption.

L'examen des résultats de ces études révèle que la question de la complémentarité des innovations demeure un sujet de débat : si certaines recherches mettent en évidence une complémentarité synergique [TSA 25, TSA 21], d'autres, en revanche, présentent des résultats plus nuancés, suggérant des effets davantage additifs que synergiques [BOG 24, TRO 16]. Les résultats mettent également en évidence l'absence de consensus quant à la trajectoire et à la séquence d'adoption des divers types d'innovation. En effet, certaines études suggèrent que l'innovation de procédé isolée ou l'innovation produit isolée peuvent engendrer des effets neutres, voire négatifs, tandis que d'autres recherches indiquent une relation bidirectionnelle et non unidirectionnelle [WHA 23, TSA 25].

A travers l'analyse des effets marginaux, des effets joints et des effets traitement, nous apportons une contribution aux débats sur les effets additifs ou synergiques de la complémentarité des innovations de produit et de procédé ainsi que le processus d'adoption simultanée, en considérant les séquences possibles (par exemple, l'adoption initiale d'une innovation de produit suivie de la mise en œuvre d'une innovation de procédé, ou inversement).

2.3. Similitudes des facteurs déterminants entre différents échantillons

Dans la littérature consacrée à l'adoption des innovations, on observe une augmentation des travaux visant à identifier les facteurs déterminants des innovations de produit, des innovations de procédé ou non visant à évaluer dans quelle mesure ces facteurs peuvent être communs quel que soit le type d'innovation adopté.

Premièrement, Tsambou et al. [TSA 25], dans le cadre d'une étude portant sur l'extension aux innovations non technologiques pour les entreprises manufacturières et de service en Afrique, ont mis en évidence que les innovations technologiques et les innovations non technologiques présentent des déterminants similaires. Bien que les auteurs n'examinent pas la similarité des déterminants des innovations technologiques de manière spécifique, leurs résultats présentent un intérêt significatif. Des résultats divergents sont indiqués par Damanpour et al. [DAM 89] et Fritsch et Meschede [FRI 01]. Ces

auteurs ont démontré que les déterminants des innovations technologiques et les innovations non technologiques se distinguent.

Aslam et al. [ASL 22] proposent un cadre généralisé au sein duquel les déterminants des innovations de produit, des innovations de procédé, de marketing et organisationnelle sont étudiés au moyen d'un modèle probit bivarié. Bien que le cadre d'analyse soit global, les auteurs proposent une évaluation dichotomique, en considérant dans un premier temps les déterminants des innovations de produit et les innovations de procédé, puis ceux des innovations de marketing et des innovations organisationnelles. Leur résultat met en évidence une convergence significative des facteurs explicatifs relatifs aux innovations de produit et les innovations de procédé. Néanmoins, la similitude n'est pas absolue, certaines variables se révélant significatives exclusivement pour les innovations de procédé, tandis que d'autres le sont uniquement pour les innovations de produit. Les résultats susmentionnés indiquent une différenciation des facteurs explicatifs selon le type d'innovation considéré. L'examen de la littérature révèle que la similitude des facteurs déterminant l'adoption des innovations de produit et des innovations de procédé a été relativement peu étudiée empiriquement, et que les résultats obtenus sont contradictoires.

Dans le cadre de cette étude, l'objectif est de contribuer aux discussions complexes et stimulantes portant sur les facteurs déterminant l'adoption des innovations de produit et de procédé, la complémentarité unidirectionnelle ou bidirectionnelle, la substituabilité, ainsi que sur la similarité ou la dissimilarité de ces facteurs pour divers types d'innovations.

3. Contextualisation de la filière agro-alimentaire sénégalaise

La notion de filière, issue de la théorie de l'économie industrielle et celle de l'économie du développement, permet d'analyser un système productif comme un ensemble d'acteurs interdépendants (producteurs agricoles, transformateurs, distributeurs) reliés par des flux de matières, d'informations et d'innovations. Dans le contexte sénégalais, la filière agroalimentaire articule l'amont agricole (riziculture, canne à sucre, élevage laitier, horticulture, pêche) et l'aval de la transformation et de la commercialisation. Dans le cadre de la présente étude, les innovations technologiques sont appréhendées conformément aux questions H.1 et H.5 de l'enquête *Enterprise Survey* 2024.

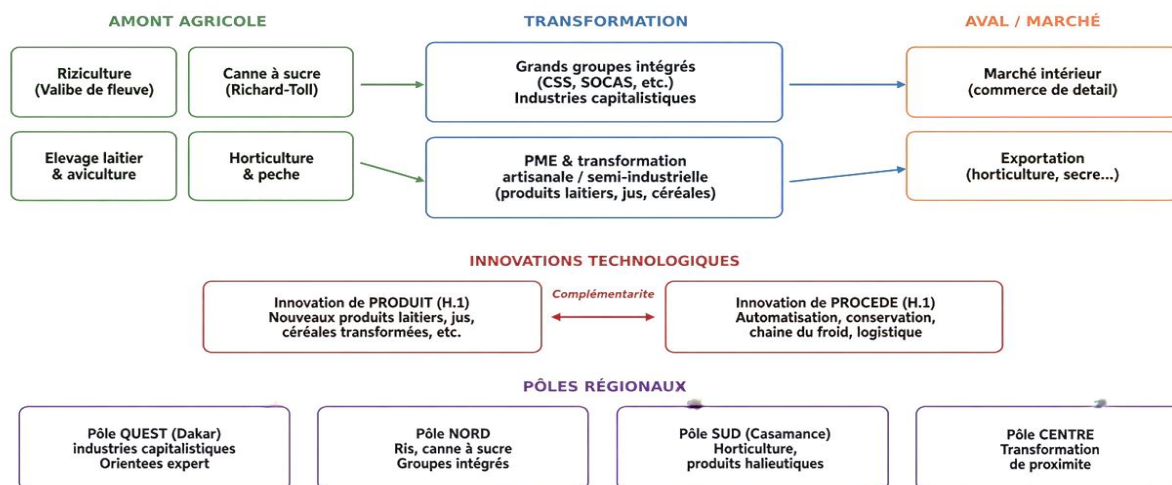
Innovations de produit, introduction de produits ou services nouveaux ou significativement améliorés :

- nouveaux produits laitiers (yaourts, fromages, laits aromatisés) ;
- jus de fruits et boissons à base de fruits locaux (mangue, bissap, tamarin, etc.) ;
- céréales transformées et farines enrichies ;
- produits à base de tomate industrielle, de sucre et d'huiles végétales ;
- produits halieutiques transformés (conserves, fumés, séchés).

Innovations de procédé, introduction de procédés nouveaux ou significativement améliorés :

- automatisation partielle ou totale des lignes de production ;
- nouveaux procédés de conservation (chaîne du froid, pasteurisation, stérilisation) ;
- amélioration de la logistique et de la distribution ;
- optimisation des activités de soutien (emballage, traçabilité, contrôle qualité).

Ces deux catégories d'innovation ne sont pas indépendantes : l'introduction d'un nouveau produit alimentaire (un jus de mangue pasteurisé) nécessite fréquemment l'adaptation simultanée des procédés de transformation et de conservation. C'est précisément cette interdépendance qui justifie l'analyse de leur complémentarité dans le modèle probit bivarié.



Source : Auteurs à partir des données de la BAD (2020), de MDI (2022) et de Enterprise Survey 2024

Figure 1. Schéma de la filière agro-alimentaire sénégalaise (acteurs, flux et pôles régionaux)

Dans ce sens, la filière agroalimentaire occupe une place structurante dans le tissu productif sénégalais, tant en matière de valeur ajoutée que de création d'emplois. Le secteur Agriculture, entendue au sens large (production végétale, élevage, foresterie et pêche), demeure un moteur essentiel du développement économique et social du pays, la croissance du secteur primaire ayant contribué de manière significative à la dynamique de l'économie nationale au cours des dernières années [ANS 25]. Le secteur privé, dans son ensemble, emploie plus de 90 % de la population active formelle, avec une main-d'œuvre fortement concentrée dans les branches « Agriculture » (25,1 %) et « Commerce de détail » (24,0 %) [BAD 20].

Sur le plan quantitatif, le secteur industrie manufacturière sénégalaise comptait 2 156 entreprises recensées en 2022, dont 63 % opèrent dans l'agroalimentaire, soit environ 1 360 entreprises, très majoritairement des petites et moyennes industries (92,5 %) [MDI 22]. L'ensemble du secteur industriel a contribué à hauteur de 26 % au PIB en 2023 et concentrait environ 121 000 emplois en 2022, dont 71 % au sein des grandes entreprises [MDI 22]. Ces chiffres confirment le poids économique substantiel, mais encore largement dominé par les PME, de la filière agro-alimentaire étudiée dans le présent article cohérent avec la composition de notre échantillon, où les entreprises du secteur « Alimentation » représentent 19,90 % des observations (Tableau 1).Q

Sur le plan qualitatif, la filière agro-alimentaire sénégalaise regroupe une diversité de sous-filières : sucre, produits laitiers, tomate industrielle, riziculture, huiles, aviculture, horticulture d'exportation (mangue, tomate cerise) et produits halieutiques. Cette diversité se structure autour d'un nombre restreint de grands groupes industriels intégrés (à l'image de la Compagnie Sucrière Sénégalaise à Richard-Toll ou de la SOCAS pour la tomate industrielle), qui coexistent avec un tissu dense de petites et moyennes entreprises de transformation artisanale et semi-industrielle, particulièrement actives dans les produits laitiers, les jus de fruits et les céréales, et employant une main-d'œuvre significativement féminine.

Du point de vue de la répartition géographique, cette diversité productive recoupe les quatre pôles régionaux mobilisés dans la présente étude (Tableau 1). Le pôle Ouest (Dakar) concentre les industries agroalimentaires les plus capitalistiques et les mieux intégrées aux marchés d'exportation, tandis que les pôles Nord (vallée du fleuve Sénégal : riziculture, canne à sucre) et Sud (Casamance : horticulture, produits halieutiques) hébergent des filières davantage ancrées dans la production de matière première agricole. Le pôle Centre demeure quant à lui marqué par des activités de transformation de proximité orientées vers le marché intérieur.

Concernant les interventions publiques, l'État sénégalais a engagé plusieurs dispositifs destinés à soutenir la transformation agro-industrielle, notamment le développement de zones de transformation agro-industrielle intégrées à l'échelle nationale, appuyé par la Banque africaine de développement [BAD 20], ainsi que des politiques sectorielles de diversification et de valorisation locale des productions agricoles. Ces interventions, encore inégalement réparties sur le territoire, contribuent à expliquer l'hétérogénéité des dynamiques d'innovation observées selon la localisation des entreprises, un résultat que la présente étude vient documenter empiriquement dans les sections suivantes. Ces caractéristiques structurelles de la filière agroalimentaire sénégalaise, polarisation géographique, coexistence de grands groupes intégrés et d'un dense tissu de PME, forte présence féminine dans certaines sous-filières etc. constituent le cadre interprétatif des résultats économétriques présentés dans les sections suivantes, notamment les effets de localisation et d'intensité concurrentielle. La liste ci-dessus des innovations de produit et des innovations de procédé, illustrée également dans le Schéma 1, servira de référence tout au long de l'analyse empirique et de la discussion des résultats.

4. Cadre méthodologique

4.1. Les données

Les données exploitées sont issues de l'enquête *Enterprise Survey* menée par la Banque mondiale en 2024. Il s'agit d'un échantillon stratifié de 603 entreprises privées formelles implantées au Sénégal, à l'exclusion du secteur agricole primaire. Les entreprises formelles sont définies comme les établissements privés enregistrés et opérant dans le cadre légal sénégalais (immatriculation, conformité administrative). L'échantillonnage repose sur une stratification par industrie, taille d'établissement et région, conformément à la méthodologie standard des *Enterprise Surveys* de la Banque mondiale. Le questionnaire vise exclusivement les entreprises privées formelles. Ce questionnaire est un instrument standardisé et public. Les modules mobilisés dans la présente étude sont les suivants :

- *Module H-Innovation* : introduction, au cours des trois dernières années, de produits ou services nouveaux ou améliorés (question H.1) et de procédés nouveaux ou améliorés, méthodes de fabrication, logistique, distribution ou activités de soutien (question H.5). Ces questions constituent les variables dépendantes du modèle biprobit (innovations de produit et innovations de procédé).
- *Module C-Infrastructure et services / TIC* : possession d'un site web ou d'une page de réseaux sociaux (question C.22b), utilisée comme proxy de l'utilisation des TIC.
- *Module E-Degré de concurrence* : nombre de concurrents sur le marché principal (E.2), structure du marché (E.31.2 : dominé par une firme / quelques firmes / concurrence entre de nombreuses firmes) et évolution de l'intensité concurrentielle (E.32). Ces items permettent de construire les variables d'intensité concurrentielle (faible, modérée, forte).
- *Modules B et D / N-Caractéristiques de l'entreprise et performance* : statut juridique (B.1), expérience et genre du dirigeant (B.7, B.7a), taille (nombre de salariés permanents), chiffre d'affaires / ventes, et localisation géographique (pôles Ouest, Centre, Nord, Sud).

	Ouest (Dakar) (%)	Centre (%)	Nord (%)	Sud (%)	Total (%)
Secteur d'activité					
Alimentation	15,04	38,23	18,28	10,18	19,90
Manufacturière	19,92	13,97	46,24	50,92	20,23
Ventes détails	30,07	25,73	3,22	3,70	28,19
Autres services	34,97	22,06	32,26	47,98	31,67
Total	44,11	22,55	15,42	17,91	100
Statut juridique					
SA	16,75	2,32	0,50	1,50	20,06
SARL	19,73	5,14	0,83	1,50	27,20
Personnelle	6,13	15,09	13,10	14,59	48,92
Partenariat	1,50	0	0,99	0,33	2,82
Total	44,11	22,55	15,42	17,92	100

Source : Auteurs à partir des données Enterprise Survey, Banque Mondiale 2024.

Tableau 1. Caractéristiques globales des entreprises formelles au Sénégal en 2024

Le tableau 1 révèle que le pôle ouest (Dakar) concentre près de la moitié des entreprises interrogées, soit 44,11 % de l'ensemble des pôles. Dans les pôles Centre, Nord et Sud, les proportions recensées s'élèvent respectivement à 22,55 %, 15,42 % et 17,91 %. Conformément au statut juridique, l'échantillon se compose majoritairement d'entreprises individuelles (48,92 %), suivi par les sociétés à responsabilité limitée (27,20 %). Les sociétés anonymes et les sociétés en partenariat, occupant respectivement la troisième et la quatrième position, présentent les plus faibles représentations au sein de l'échantillon, avec des proportions de 20,06 % et de 2,82 %.

	Innovation de produits	Innovation de procédés	Combinaison
Echantillon total	12,60%	7,13%	5,31%

Source : Auteurs à partir des données Enterprise Survey, Banque Mondiale 2024.

Tableau 2. Pourcentage d'entreprises innovantes en fonction de la fusion des bases

Le Tableau 2 indique que 12,60 % des 603 entreprises formelles composant l'échantillon ont intégré des innovations de produits. En ce qui concerne les innovations de procédés, il est observé que 7,13 % de l'échantillon les a adoptées. Enfin, il est à noter que 5,31 % des entreprises comprises dans l'échantillon ont simultanément adopté des innovations de produits et de procédés. Les variables d'innovation reposent sur le Module H du questionnaire *Enterprise Survey* 2024 et sont cohérentes avec le Manuel d'Oslo (OCDE, 2005). L'innovation de produit (H.1) correspond à l'introduction, au cours des trois dernières années, de biens ou services nouveaux ou améliorés pour l'établissement (ex. : nouveaux produits laitiers, jus, céréales transformées). L'innovation de procédé (H.5) désigne l'introduction de méthodes de fabrication, de logistique ou de distribution nouvelles ou améliorées (ex. : automatisation partielle, nouveaux procédés de conservation). Ces deux décisions n'étant pas indépendantes, le modèle probit bivarié est mobilisé pour en capturer la complémentarité.

4.2. Spécifications du modèle

De nombreuses études empiriques portant sur les facteurs déterminant l'adoption des innovations technologiques recourent fréquemment aux modèles Probit, Logit, Tobit, ou encore à la Régression Logistique Multinomiale (RLM). Dans le cadre de l'adoption d'innovations touchant les produits, les procédés, ou une combinaison des deux, ces méthodologies se révèlent inadaptées. Les trois premières options ne s'avèrent viables que dans le contexte d'un traitement binaire, alors que la présente étude considère deux types de traitements. Néanmoins, la méthode multinomiale repose sur l'hypothèse d'une indépendance absolue entre les traitements, alors que les innovations de produits et de procédés ne présentent pas une indépendance parfaite, la littérature économique ayant mis en évidence une certaine complémentarité entre ces dernières [CIR 17, EGB 16, TSA 21].

Cette forme de complémentarité entre les innovations de produits et les innovations de procédés met en évidence l'existence d'une relation, suggérant une forme de corrélation. Afin de prendre en considération cette corrélation, un modèle probit bivarié sera implémenté pour déterminer les facteurs qui influencent l'adoption des innovations de produits et de procédés, et pour tester la relation existante entre ces deux types d'innovations. Cette méthodologie offre également la possibilité d'examiner, au moyen d'analyses post-estimation, l'ensemble des corrélations potentielles entre ces deux catégories d'innovation. Ce modèle, fort d'un ancrage théorique robuste, a fait l'objet d'une large diffusion au sein de la littérature économique et économétrique [TSA 25, ALI 24]. Le modèle probit bivarié considéré est le suivant :

$$\begin{cases} y_{i1}^* = x_{i1}'\beta_1 + \varepsilon_{i1} \\ y_{i2}^* = x_{i2}'\beta_2 + \varepsilon_{i2} \end{cases} \quad [1]$$

Avec y_{i1}^* et y_{i2}^* représentant des variables latentes qui indiquent la probabilité d'adoption soit d'innovations de produits, soit d'innovations de procédés. Une entreprise est susceptible d'adopter des innovations de produits si et seulement si l'utilité indirecte qui leur est associée est positive ($y_{i1}^* > 0$). De même, l'adoption des innovations de procédés par l'entreprise est conditionnée par la valeur positive prise par l'utilité indirecte qui leur est associée ($y_{i2}^* > 0$) et non sinon. L'équation susmentionnée peut par conséquent être reformulée :

$$Innovation = \begin{cases} I_{Prod} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \\ I_{Proc} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \end{cases} \quad [2]$$

Avec $i = 1, \dots, n$ désignant le nombre d'entreprise, $\begin{pmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{pmatrix}$ représente le vecteur des termes d'erreurs, dont on suppose qu'ils suivent une distribution normale bivariée de moyenne nulle ($E(\varepsilon_{i1}) = E(\varepsilon_{i2}) = 0$), de variance unitaire ($var(\varepsilon_{i1}) = var(\varepsilon_{i2}) = 1$) et de covariance une constante ($cov(\varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i1}) = \rho$) conformément à la loi $N \rightarrow (0, \begin{pmatrix} 1 & \rho_{1,2} \\ \rho_{1,2} & 1 \end{pmatrix})$. A partir des termes d'erreur, on évalue la matrice de corrélation. Dans le cas où le coefficient de la matrice de corrélation s'avère significatif, il est supposé que l'adoption d'innovations de produits est tributaire de l'adoption d'innovations de procédés. Dans ces circonstances, le terme « innovation » dans l'équation 2 englobe l'innovations de produit (I_{Prod}) et l'innovation de procédé (I_{Proc}), lesquelles sont des variables binaires qui prennent une valeur observée si l'entreprise adopte l'une ou l'autre de ces innovations. Les variables exogènes x_{i1}' et x_{i2}' permettent d'élucider les variables latentes et sont sélectionnées sur la base des caractéristiques externes ou internes aux entreprises, étant supposées identiques pour les deux équations. Dans cette perspective, le modèle peut être reformulé de la manière suivante :

$$TE = P(I_{Prod} = 1 | I_{Proc} = 1, X) - P(I_{Prod} = 1 | I_{Proc} = 0, X) \quad [3]$$

Le modèle biprobit ainsi spécifié offre plusieurs avantages. Il rend possible, en premier lieu, l'identification des déterminants des innovations de produits, de procédés et de combinaisons. Un autre atout réside dans sa capacité à évaluer les effets marginaux, les effets marginaux joints et les effets de traitement, lesquels revêtent une importance significative dans l'élaboration des politiques d'innovation [TSA 25, GRE 04].

5. Résultats et discussions

5.1. Analyse descriptive

Les résultats issus de l'analyse descriptive relative aux variables indépendantes du modèle sont présentés dans le Tableau 3. Le chiffre d'affaires moyen constaté au sein des entreprises composant l'échantillon s'élève à 192 millions de FCFA (318 000 Dollars US). En moyenne, 74 salariés permanents sont employés par chaque entreprise de l'échantillon considéré. Un manager est généralement considéré comme expérimenté s'il a exercé des fonctions de direction au sein de l'entreprise pendant une période

minimale de dix ans. En conséquence, la composition de l'échantillon révèle une proportion moyenne de 8,13 % de femmes cadres expérimentées et de 76,95 % d'hommes cadres expérimentés. En moyenne, il est constaté que seulement 32,83 % de l'ensemble des entreprises possèdent leur propre site web. Il est observé que 3,98 % des entreprises présentent une faible intensité concurrentielle, 40,96 % une intensité modérée et 50,71 % une forte intensité. Il est observé que 20,23 % des personnes sont employées dans le secteur de la vente de détail, 28,19 % dans celui des produits manufacturés et 31,67 % dans la vente d'autres services. En moyenne, il a été constaté que 44,11 % des entreprises constituant l'échantillon étudié exercent leurs activités dans le pôle ouest de la capitale du pays (Dakar), tandis que les pôles nord, sud et centre enregistrent respectivement des taux de 15,42 %, 17,91 % et 22,55 %.

Caractéristiques		Moyenne	Min	Max	Ecart type	Observation
Vente de biens et services	Performance (Mrds)	0,192	870	312	13,8	603
Salariés permanents	Taille	72,738	5	4658	345, 149	603
Expérience du manager	Femme	8,13%	0	1	0,273	603
	Homme	76,95%	0	1	0,421	603
Utilisation des TIC	Site web	32,83%	0	1	0,470	603
Intensité de la concurrence	Faible	3,98%	0	1	0,196	603
	Modérée	40,96%	0	1	0,410	603
	forte	50,75%	0	1	0,500	603
Localisation	Ouest	44,11%	0	1	0,497	603
	Nord	15,42%	0	1	0,361	603
	Sud	17,91%	0	1	0,179	603
	Centre	22,55%	0	1	0,418	603

Source : Auteurs à partir des données Enterprise Survey, Banque Mondiale 2024.

Tableau 3. Caractéristiques spécifiques aux entreprises

5.2. Résultats économétriques

La présente section expose les principaux résultats découlant de l'estimation du modèle biprobit relatif à l'adoption des innovations de produits et de procédés. Dans un premier temps, les résultats du modèle d'adoption seront analysés en se concentrant sur l'interprétation des effets marginaux inconditionnels. Dans un second temps, l'analyse est approfondie par l'intermédiaire des effets marginaux joints et des effets marginaux conditionnels.

5.2.1. Analyse des déterminants, de la similarité et de la complémentarité

Les résultats du modèle, tels que présentés dans le Tableau 4, indiquent que le paramètre rho, utilisé pour évaluer la validité du modèle biprobit, est positif et significatif au seuil de 1 %. Ce résultat suggère l'existence d'une complémentarité significative et jusqu'alors non identifiée entre l'adoption d'innovations portant sur les produits et celles portant sur les procédés. La corrélation présente une intensité de 0,79, ce qui valide l'hypothèse selon laquelle toute interprétation du comportement d'adoption des innovations de produits et de processus doit considérer l'existence d'une complémentarité non observable.

Les résultats indiquent que l'adoption d'innovations de produit et innovations de procédé par les entreprises formelles au Sénégal est tributaire de diverses caractéristiques, qu'elles soient internes ou externes à la firme. Cette influence change en fonction de la nature de l'innovation. À titre d'illustration, l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) par le biais de la possession d'un site web constitue l'unique variable significative pour élucider l'adoption des innovations de produits et de procédés. La localisation géographique dans la région de Dakar ainsi que la performance des entreprises sont des facteurs qui contribuent à l'adoption d'innovations de produit. De même, la concurrence constitue un facteur incitatif à l'adoption d'innovations de procédé par les entreprises. Il est

à noter que la probabilité d'adoption des innovations de procédé s'accroît en fonction de l'intensité concurrentielle. Inversement, la localisation des entreprises dans la région méridionale représente un obstacle à l'adoption des innovations de produits. Étant donné que les coefficients estimés ne se prêtent pas à une interprétation directe, l'incidence des variables sur la probabilité d'adoption des innovations de produit et de procédé est appréhendée et analysée à partir des effets marginaux.

Il apparaît que les variables de performance et de localisation géographique en zone ouest exercent un impact positif et significatif exclusivement sur l'adoption des innovations de produit. L'incidence positive de la variable « performance » indique que l'amélioration des performances des entreprises favorise leur aptitude à introduire sur le marché des produits nouveaux ou significativement améliorés. Les effets marginaux indiquent qu'une performance améliorée induit une augmentation de la probabilité d'adopter les innovations de produit de 0,7 %.

En effet, il est observé une influence positive et significative pour les entreprises installées à Dakar. L'analyse des effets marginaux révèle qu'être implanté à Dakar accroît la probabilité d'adoption des innovations de produit de 11,9 %. Inversement, il apparaît que la variable de localisation géographique dans le sud exerce une influence négative et significative sur la décision d'adopter les innovations de produit. Cette variable constitue alors un facteur contraignant. Les effets marginaux non significatifs ne permettent que de confirmer le signe du coefficient de la variable.

L'intensité concurrentielle, qu'elle soit faible, modérée ou forte, exerce une influence négative sur la décision d'adopter des innovations de procédé. Ceci implique que la pression concurrentielle incite les entreprises à différer l'introduction d'innovations de procédés. Les effets marginaux indiquent qu'un niveau de concurrence faible n'exerce pas d'influence significative sur la probabilité d'adoption. En revanche, il est à noter que les intensités modérées et fortes exercent des effets négatifs et significatifs sur la probabilité d'adoption. Une intensité modérée réduit la probabilité d'adoption de 6,6 %, tandis qu'une intensité forte la diminue de 7,5 %. Le signe négatif observé pour les variables représentant un homme expérimenté ou une femme expérimentée, bien que non significatif, apparaît contre-intuitif. Cette observation pourrait s'expliquer par une aversion au risque intrinsèquement liée aux dirigeants expérimentés, qu'ils soient hommes ou femmes, de petites et moyennes entreprises.

En dernier lieu, il est à noter que l'exploitation des technologies de l'information et de la communication (TIC) par le biais d'un site web exerce une influence positive et significative sur l'adoption des innovations de produit et de procédé. De ce point de vue, les effets marginaux mettent en évidence l'influence positive des TIC sur la probabilité d'adoption d'innovations de produits et de procédés. Ces résultats indiquent que les TIC augmentent la probabilité d'adoption des innovations de produit de 7,6 % et des innovations de procédé de 5,1 %.

Variables	Innovation de Produits		Innovations de Procédés	
	Coefficients	Effets marginaux inconditionnels	Coefficients	Effets marginaux inconditionnels
Performance	0,041** (0,017)	0,007** (0,003)	0,022 (0,016)	0,002 (0,002)
Log Taille	-0,014 (0,065)	-0,002 (0,011)	-0,096 (0,082)	-0,010 (0,008)
Intensité faible	-0,83 (0,591)	-0,135 (0,102)	-6,083*** (0,303)	-0,643(615,39)
Intensité Modérée	-0,309 (0,329)	-0,050 (0,050)	-0,629* (0,327)	-0,066* (0,035)
Intensité forte	-0,395 (0,32)	-0,064 (0,048)	-0,707** (0,326)	-0,075** (0,033)
Ouest (Dakar)	0,735*** (0,170)	0,119**** (0,032)	5,591 (0,184)	0,591 (233,72)
Nord	-0,402 (0,367)	-0,065 (0,058)	4,385*** (1,213)	0,464 (233,72)
Sud	-4,941*** (0,221)	-0,804 (253,36)	4,34 (1,213)	0,459 (233,72)
Femme	-0,192 (0,342)	-0,031 (0,056)	-0,333 (0,414)	-0,035 (0,046)
Homme	-0,134 (0,251)	-0,022 (0,040)	0,093 (0,259)	0,010 (0,032)
Site Web	0,465*** (0,156)	0,076*** (0,026)	0,484** (0,203)	0,051** (0,020)
Constant	-1,939** (0,562)		-6,389*** (1,06)	
Rho	0,7905****			
Wald test Rho=0	chi2(1)=58,1356 Prob > chi2=0,0000			
Observations	603			
Wald chi2(22)	70,92****			
Prob > chi2	0,0000			
Pseudolikelihood	-265,22488			

Source : Auteurs à partir des données Enterprise Survey, Banque Mondiale 2024, significativité au seuil * $p<0,1$; ** $p<0,05$; *** $p<0,01$ et **** $p<0,001$; les valeurs entre parenthèse représentent les écarts types.

Tableau 4. Les déterminants des innovations technologiques en 2024

En ce qui concerne la similarité des facteurs déterminants l’adoption d’innovations de produit et d’innovations de procédé, les résultats ont mis en évidence que, parmi les onze variables explicatives incluses dans le modèle, seule l’utilisation des TIC, par le biais de la possession d’un site web, présente un effet à la fois positif et significatif sur les innovations de produits et de procédés. Il apparaît donc que les déterminants des innovations de produits et de procédés diffèrent. Ce résultat met en évidence la nécessité d’examiner de manière distincte, dans le contexte des entreprises formelles au Sénégal, les déterminants et les facteurs entravant l’adoption d’innovations de produit et d’innovations de procédé.

Suite à l’analyse et à la discussion des résultats concernant les déterminants et la similarité, les résultats du modèle biprobit, estimé à partir des données de l’Enquête Entreprise 2024 et présentés dans le Tableau 4, mettent en évidence la pertinence de l’utilisation du modèle probit bivarié, le paramètre rho, qui mesure la validité de ce modèle, étant positif et significatif au seuil de 1 %. Le coefficient de corrélation mesuré entre ces deux facteurs d’innovation s’élève à 79,05 %. Les résultats obtenus indiquent concomitamment que l’introduction d’un nouveau produit sur le marché requiert de manière inéluctable un procédé de fabrication nouveau. L’analyse de ce résultat met en évidence une relation de complémentarité évidente entre les innovations de produit et de procédé. Cette relation de complémentarité justifie la nécessité d’identifier les déterminants de l’adoption conjointe de ces deux catégories d’innovation, ainsi que les effets conditionnels réciproques de l’une sur l’autre.

5.2.2. Déterminants de l’adoption conjointe et les effets conditionnels

Les effets marginaux du modèle joint, tels que présentés dans le Tableau 5, indiquent que l’adoption simultanée d’innovations de produits et de procédés est positivement corrélée à plusieurs facteurs, parmi lesquels figurent la performance, une intensité modérée de la concurrence, et la possession d’un site web. Les résultats mettent également en évidence que l’intensité concurrentielle élevée constitue un facteur entravant l’adoption simultanée des innovations de produit et de procédé.

L’amélioration de la performance accroît la probabilité d’une adoption simultanée des innovations de produit et de procédé. Une amélioration de la performance de 1 % entraîne une augmentation de la probabilité d’adopter simultanément les deux types d’innovation de 0,2 %. Une intensité modérée de la

concurrence influe positivement et significativement sur la probabilité d’adopter les deux types d’innovation simultanément (4,6 %). En revanche, une intensité élevée exerce une influence négative et significative (-5,8 %) sur la probabilité d’une adoption simultanée des innovations de produit et de procédé.

En définitive, le recours aux technologies de l’information et de la communication (TIC), par le biais de la possession d’un site web, exerce un effet positif et significatif (4,2 %) sur la probabilité d’adopter simultanément les deux types d’innovation.

En outre, les effets marginaux conditionnels induits par l’adoption d’innovations de produits et de procédés sont examinés. Cette analyse s’avère essentielle afin de déterminer l’incidence de chaque facteur en fonction de l’une ou l’autre des deux innovations par l’entreprise. Les résultats exposés dans le Tableau 5 se révèlent particulièrement instructifs. En effet, les effets marginaux conditionnels révèlent l’absence d’influence significative des facteurs considérés sur la probabilité conditionnelle d’adoption de l’autre innovation, tandis que la performance des entreprises, la possession d’un site web et la concurrence se manifestent comme des facteurs déterminants de l’adoption conjointe. Les résultats obtenus suggèrent que la performance organisationnelle, la détention d’un site web et la pression concurrentielle constituent les principaux facteurs déterminant l’adhésion à un processus d’adoption de l’innovation, prévalant sur l’accumulation progressive d’innovations. Cette observation corrobore l’hypothèse de l’existence d’un seuil d’innovation, au-delà duquel la nature des facteurs déterminants évolue, impliquant ainsi une différenciation des paramètres d’adoption des innovations avant et après l’implémentation d’une première innovation [NEL 82]. Ces résultats laissent supposer que les politiques publiques gagneraient à transcender les approches fondées sur un instrument unique et à privilégier des dispositifs favorisant l’adoption d’innovations intégrées.

Variables	Effets marginaux joints	Effets marginaux conditionnels (Adoption innovation Produit)	Effets marginaux conditionnels (Adoption innovation Procédé)
Performance	0,002* (0,001)	0,010 (223,9)	-0,001(0,005)
Log_Taille	-0,006 (0,005)	0,001 (970,6)	-0,026 (0,023)
Intensité faible	-0,377 (377,19)	0,090 (61014,8)	-1,626 (1699,8)
Intensité Modérée	0,046* (0,025)	-0,051 (6333,9)	-0,127(0,104)
Intensité forte	-0,053** (0,024)	-0,070 (7123,9)	-0,134(0,102)
Ouest (Dakar)	0,346 (128,07)	-0,090 (56300,7)	1,500 (645,9)
Nord	0,242 (128,07)	-0,335 (44144,5)	1,356 (645,9)
Sud	0,105 (136,17)	-1,561 (43669,8)	2,175 (606,1)
Femme	-0,025 (0,031)	-0,035 (3360,2)	-0,062 (0,118)
Homme	0,001 (0,021)	-0,041 (933,537)	0,052 (0,086)
Site Web	0,042*** (0,014)	0,101 (4880,02)	0,056 (0,054)

Source : Auteurs à partir des données Enterprise Survey, Banque Mondiale 2024, significativité au seuil * $p<0,1$; ** $p<0,05$; *** $p<0,01$ et **** $p<0,001$; les valeurs entre parenthèse représentent les écarts types.

Tableau 5. Effets marginaux des facteurs d’innovation technologiques en 2024

5.2.3. Tests de robustesse

Dans le contexte spécifique du Sénégal, des auteurs tels que Mbaye [MBA 16] et Jean-Amans et al. [JEA 21] ont eu recours à la régression logistique classique (logit) afin d’évaluer les déterminants de l’adoption d’innovation de produits et de procédés. Afin d’évaluer la robustesse de nos résultats, la même méthode d’estimation a été appliquée à un échantillon distinct. À cette fin, les données issues de l’enquête entreprise par la Banque Mondiale, « Survey 2014 », ont été mobilisées. Les résultats présentent une forte résilience face à ce changement. Bien que des variations aient été observées dans la valeur des coefficients et des écarts-types, les variables significatives et leurs seuils de significativité demeurent inchangés pour les deux méthodes.

Variables	Innovation de Produits		Innovation de Procédés		Effets marginaux joints
	Coefficients	Effets marginaux inconditionnels	Coefficients	Effets marginaux inconditionnels	
Performance	0,017*** (0,006)	0,006*** (0,002)	-0,003 (0,007)	-0,001 (0,002)	0,001 (0,001)
Log_Taille	0,077 (0,058)	0,027 (0,020)	0,219**** (0,061)	0,061**** (0,016)	0,045**** (0,013)
Intensité faible	-0,690 (0,543)	-0,242 (0,190)	-1,063* (0,568)	-0,298* (0,158)	-0,254** (0,128)
Intensité Modérée	-0,060 (0,174)	0,021 (0,061)	0,123 (0,181)	0,034 (0,051)	0,014 (0,041)
Ouest (Dakar)	0,277 (0,179)	0,097 (0,062)	0,749*** (0,259)	0,210**** (0,065)	0,156**** (0,049)
Nord	1,278**** (0,255)	0,448*** (0,083)	2,334**** (0,323)	0,650**** (0,072)	0,530**** (0,058)
Sud	-0,187 (0,206)	-0,065 (0,072)	0,029 (0,271)	0,008 (0,076)	-0,016 (0,056)
Femme	0,430** (0,223)	0,151** (0,077)	0,152 (0,247)	0,043 (0,069)	0,074 (0,054)
Homme	0,193 (0,154)	0,068 (0,054)	0,206 (0,170)	0,058 (0,048)	0,056 (0,038)
Site Web	0,633**** (0,142)	0,222**** (0,045)	0,793**** (0,141)	0,22**** (0,030)	0,203**** (0,030)
Constante	-1,054**** (0,241)		-2,081**** (0,294)		
Rho	0,5633327****				
Wald test Rho=0	chi2(1) = 56,3175, Prob > chi2 = 0,0000				
Observations	596				
Wald chi2(16)	185,92****				
Prob > chi2	0,0000				
Log pseudolikelihood	-630,87254				

Source : Auteurs à partir des données Enterprise Survey, Banque Mondiale (2014), significativité au seuil * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$ et **** $p < 0,001$

Tableau 6. Déterminants des innovations de produit et de procédé en 2014

6. Discussion et les implications de politiques économiques

Les résultats obtenus doivent être interprétés à la lumière des caractéristiques de la filière agro-alimentaire sénégalaise. L'avantage de la localisation dakaroise pour l'adoption d'innovations de produit reflète la concentration des entreprises les plus capitalistiques et les mieux intégrées aux marchés. L'effet frein de l'intensité concurrentielle élevée sur les innovations de procédé est cohérent avec un tissu dominé par des PME dont les marges d'investissement sont contraintes. La possession d'un site web, unique facteur conjoint, illustre le rôle structurant des TIC dans une filière où la mise en marché et la traçabilité deviennent des leviers de compétitivité.

Les variables de performance et de localisation géographique en zone ouest exercent un impact positif et significatif exclusivement sur l'adoption des innovations de produit. L'incidence positive de la variable « performance » indique que l'amélioration des performances des entreprises favorise leur aptitude à introduire sur le marché des produits nouveaux ou significativement améliorés. La littérature scientifique atteste, à travers diverses études [TSA 25, MAT 20, TSA 21], que l'adoption d'innovations contribue à l'amélioration de la performance. En revanche, l'examen du lien inverse, c'est-à-dire l'influence de la performance sur la probabilité d'adoption des innovations technologiques, constitue une question à laquelle cette étude apporte certains éléments de réponse.

Les résultats obtenus concernant la variable du lieu d'implantation en zone ouest concordent avec les données issues de la littérature scientifique. Il est observé une influence positive et significative pour les

entreprises installées à Dakar [HAL 11, GAL 13]. Au Sénégal, Mbaye [MBA 16] a mis en évidence un résultat contrasté, caractérisé par une influence négative du lieu d'implantation sur la probabilité d'adoption des innovations de produit. Cette variable constitue alors un facteur contraignant. Ce résultat conforte les conclusions de Galliano et Nadel [GAL 13], qui ont démontré que la localisation en zone périphérique exerce une influence défavorable sur la propension à innover.

L'intensité concurrentielle, qu'elle soit faible, modérée ou forte, exerce une influence négative sur la décision d'adopter des innovations de procédé. Un résultat analogue a été constaté par Aghion et al. [AGH 05], qui ont avancé que l'adoption d'innovations pouvait être compromise par une concurrence excessive.

Le signe négatif observé pour les variables représentant un homme expérimenté ou une femme expérimentée, bien que non significatif, apparaît contre-intuitif. Cette observation pourrait s'expliquer par une aversion au risque intrinsèquement liée aux dirigeants expérimentés, qu'ils soient hommes ou femmes, de petites et moyennes entreprises, alors que l'investissement dans les nouvelles technologies présente inévitablement un risque élevé [FAM 16, MAN 68] et des taux de succès modestes [SCH 42].

L'exploitation des TIC par le biais d'un site web exerce une influence positive et significative sur l'adoption des innovations de produit et de procédé. Ce résultat est en accord avec les conclusions de Polder et al. [POL 10] aux Pays-Bas, qui démontrent que les TIC représentent un facteur déterminant dans l'adoption des innovations technologiques au sein du secteur industriel, ainsi qu'avec celles de Cuevas-Vargas et al. [CUE 16] au Mexique, qui mettent en évidence une influence positive et significative des TIC sur le comportement d'innovation des entreprises. En ce qui concerne la similarité des facteurs déterminants l'adoption d'innovations de produit et de procédé, parmi les onze variables explicatives incluses dans le modèle, seule l'utilisation des TIC, par le biais de la possession d'un site web, présente un effet à la fois positif et significatif sur les innovations de produits et de procédés. Des résultats similaires ont été présentés par Aslam et al. [ASL 22], Damanpour et al. [DAM 89] et Fritsch et Meschede [FRI 01], lesquels ont démontré que les deux catégories d'innovation présentent des déterminants distincts.

Le paramètre rho positif et significatif au seuil de 1 % suggère l'existence d'une complémentarité significative et latente entre l'adoption d'innovations de produits et celle d'innovations de procédés [TSA 25, ROB 08]. Les résultats obtenus confortent les études menées par Tsambou et al. [TSA 21] et par Krzeminska et Eckert [KRZ 16], et indiquent concomitamment que l'introduction d'un nouveau produit sur le marché requiert de manière inéluctable un procédé de fabrication nouveau. Cette relation de complémentarité justifie la nécessité d'identifier les déterminants de l'adoption conjointe de ces deux catégories d'innovation, ainsi que les effets conditionnels réciproques de l'une sur l'autre.

Les résultats issus de cette étude offrent la possibilité de formuler certaines recommandations qui favorisent la dissémination des innovations technologiques au Sénégal.

Toute politique industrielle visant à encourager l'adoption des innovations de produits et de procédés au sein du tissu économique national, et d'accroître la compétitivité, doit impérativement encourager les entreprises innovantes capables de soutenir l'intensité de la concurrence. Un traitement spécifique de la gestion du risque s'avère également nécessaire pour les entreprises dont les managers sont de sexe masculin. Afin de stimuler ces entreprises, un crédit d'impôt peut être octroyé en fonction des dépenses d'investissement favorisant les innovations. Un modèle analogue est mis en œuvre en France à travers le crédit d'impôt innovation (CII), lequel constitue un mécanisme de soutien financier destiné aux entreprises innovantes. Dérivé du crédit d'impôt recherche (CIR), le crédit d'impôt innovation (CII) vise à encourager les petites et moyennes entreprises qui effectuent des dépenses ciblées en faveur de l'innovation, et ce, jusqu'à l'horizon 2027.

De surcroît, la situation géographique au sein du pôle industriel de la capitale (Dakar) constitue un avantage significatif. Le démarrage de l'exploitation de plateformes industrielles intégrées participe à la dynamisation des filières existantes de l'industrie locale, notamment l'agroalimentaire, les matériaux de

construction et l'habillement. Non seulement le développement de ces plateformes, initié à Dakar, a démontré des résultats probants, mais en outre, leur déploiement à l'échelle nationale devrait favoriser un développement industriel inclusif, fondé sur la transformation des ressources naturelles du Sénégal.

Les TIC ont induit des conséquences favorables sur les modes de production et de consommation, ainsi que sur les méthodes de communication des entreprises par le biais des sites web et d'autres supports communicationnels. À cette fin, le déploiement du « New Deal Technologique », initiative ambitieuse visant à consolider la souveraineté numérique du Sénégal, devrait favoriser à moyen terme une transformation de la gestion publique, par la numérisation des services administratifs, tout en stimulant une collaboration active entre l'État, le secteur privé et les bailleurs de fonds.

Ces recommandations s'appuient directement sur les résultats empiriques : le rôle unique et conjoint des TIC, l'avantage de la localisation dakaroise pour l'innovation de produit, l'effet frein de la concurrence élevée sur l'innovation de procédé, et la complémentarité forte entre les deux types d'innovation. Elles plaident pour des politiques différenciées selon le type d'innovation visé et selon les spécificités des pôles de la filière agro-alimentaire, plutôt que pour un instrument unique.

7. Conclusion

L'objectif de cet article est d'analyser les déterminants et la complémentarité des innovations de produit et de procédé au Sénégal. Afin de réaliser cet objectif, le modèle probit bivarié (biprobit) a été estimé sur un échantillon constitué de 603 entreprises formelles au Sénégal en 2024. Ce modèle a permis d'identifier les facteurs déterminants de l'adoption, la complémentarité, ainsi que l'incidence de ces facteurs sur la probabilité d'adoption au moyen des effets marginaux. Les effets conditionnels ont permis de déterminer la trajectoire favorisant une adoption simultanée, que ce soit par l'intermédiaire de l'adoption du produit puis du procédé, ou inversement.

L'analyse des déterminants révèle que la possession d'un site web constitue le seul facteur déterminant l'adoption d'innovations tant de produit que de procédé, ainsi que de leur combinaison. La performance ainsi que le site d'implantation de Dakar exercent une influence positive sur la probabilité d'adoption des innovations de produit. En revanche, une situation géographique méridionale constitue un frein à l'adoption des innovations de produit. En ce qui concerne les innovations de procédé, seule l'intensité de la concurrence, qu'elle soit d'un niveau modéré ou élevé, exerce une influence négative. Indépendamment de ces facteurs déterminants, les résultats obtenus ont mis en évidence la complémentarité des innovations de produit et des innovations de procédé.

L'adoption de l'une améliore l'efficacité de l'autre, et inversement. Les résultats mettent également en évidence l'absence de déterminants similaires entre les trois types d'innovation, à savoir les innovations de produit, de procédé et les combinaisons de ces dernières. Ces résultats concernant les facteurs déterminants indiquent que, pour accroître de manière significative l'adoption des innovations, la simple connaissance de leur existence par les entreprises ne garantit pas leur large diffusion. Il est impératif que ces dernières les acceptent, soient capables de les mettre en œuvre grâce à des investissements en recherche et développement (R&D), et prennent en considération les environnements interne et externe à l'entreprise (facteurs déterminants).

La principale limite de cette recherche réside dans le caractère transversal des données, qui ne permet pas de suivre l'évolution temporelle des déterminants de l'adoption des innovations technologiques, ni de réaliser une analyse fine par secteur d'activité. Une étude longitudinale, idéalement panel, permettrait d'analyser les dynamiques des déterminants de l'innovation et de mieux saisir les séquences d'adoption (produit puis procédé, ou inversement). Des travaux futurs pourraient également intégrer les innovations non technologiques et explorer les interactions avec les politiques publiques de soutien à l'innovation, dans le cadre du Plan Sénégal Émergent et du New Deal Technologique.

Références bibliographiques

- [ABR 56] ABRAMOVITZ, M., Resource and output trends in the United States since 1870. *American Economic Review*, 46: 5-23, 1956.
- [AGH 05] AGHION, P., BLOOM, N., BLUNDELL, R., GRIFFITH, R. HOWITT, P., Competition and innovation: An inverted U-relationship. *Quarterly Journal of Economics*, 120 (2), 701-728, 2005.
- [AHM 23] AHMAD, M., & ZHENG, J., The cyclical and nonlinear impact of R&D and innovation activities on economic growth in OECD economies: A new perspective. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(1), 544-593, 2023.
- [AHM 25] AHMED A, RASHID S, SAAD, N.M., RANA1, M.W., KHOSO, I.A. ET AHMED, Z., The tech advantage: exploring technological determinants of social media marketing adoption in Pakistani small and medium startups. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 14:23. 2-20, 2025. <https://doi.org/10.1186/s13731-025-00470-3>
- [ALI 24] ALIVON, F. AND OLIVIA RICCI, O., Précarité hydrique et énergétique à la Réunion: analyse des déterminants à l'aide d'un modèle probit bivarié, *Revue économique*, 3 (75), 453-482, 2024.
- [ALM 22] ALMANSOUR, M., Business incubators and entrepreneurial training: Leveraging technological innovations and digital marketing. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2022.
- [ANS 25] ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie)., Comptes nationaux/situation économique, 2025.
- [ARI 16] ARIFIN, Z. FIRMANZAH. FONTANA, A. ET WIJANTO, S.H., The Determinant Factors of Technology Adoption for Improving Firm's Performance: An Empirical Research of Indonesia's Electricity Company. Gadjah Mada International. *Journal of Business*. Vol. 18, No. 3 (September-December): 237-261, 2016.
- [AUD 07] AUDRETSCH D.B. ET DOHSE D., Location: A Neglected Determinant of Firm Growth. *Review of World Economics*, vol. 143, n° 1, 79-107, 2007.
- [AUH 05] AUH S. AND, MENGUC, B., Balancing exploration and exploitation: The moderating role of competitive intensity. *Journal of Business Research*, 58 (12), 1652-1661, 2005.
- [AUT 10] AUTANT-BERNARD C., BILLAND P. ET MASSARD N., L'économie industrielle depuis 30 ans : réalisations et perspectives. Innovation et espace – des externalités aux réseaux. *Revue d'économie industrielle*, vol. 129-130, 203-236, 2010.
- [BAD 14] BAD., Rapport annuel sur le développement en Afrique : l'intégration au service de la croissance inclusive, 2014.
- [BAD 20] BAD., Rapport d'évaluation zone de transformation agro-industrielle du centre, 2020.
- [BAN 17] BANQUE MONDIALE., Rapport annuel Banque mondiale : Mettre fin à l'extrême pauvreté, promouvoir une prospérité partagée, 2017.
- [BEN 10] BENITEZ-AMADO, J. F. J. LLORENS-MONTES, M. N. PEREZ-AROSTEGUI., Information technology-enabled intra-preneurship culture and firm performance. *Industrial Management and Data Systems*, 110 (4): 550-566, 2010.
- [BOG 24] BOGETOFT P, KROMANN L, SMILGINS A AND SØRENSEN A., Innovation strategies and firm performance. *Journal of Productivity Analysis*, 62:175-196, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11123-024-00727>
- [BOU 21] BOUBAKARY, B., & MOSKOLAÏ, D. D., Incidence de l'innovation managériale sur la performance des entreprises en Afrique subsaharienne : le cas des PME au Cameroun. *Revue Management Innovation*, (1), 75-101, 2021.
- [BRU 07] BRUQUE, S., MOYANO, J., Organizational determinants of information technology adoption and implementation in SMEs: The case of family and cooperative firms». *Technovation*, 27(5), 241-253, 2007.
- [CAO 19] CAO, S., FENG, F., CHEN, W., & ZHOU, C., Does market competition promote innovation efficiency in China's high-tech industries? *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(4), 429-442, 2019. <https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1667971>.
- [CAR 18] CARBONI, O. A., & RUSSU, P., Complementarity in product, process, and organizational innovation decisions: Evidence from European firms. *R&D Management*, 48(2), 210-222, 2018.
- [CHA 24] CHANG, K., ZHANG, H., & LI, B., The impact of digital economy and industrial agglomeration on the changes of industrial structure in the Yangtze River Delta. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(2), 9207-9227, 2024.
- [CHE 17] CHEN, T., TRIBBITT, M.A., YANG, Y., LI, X., Does rivals' innovation matter? A competitive dynamics perspective on firms' product strategy, *Journal of Business Research*, 76, 1-7, 2017.
- [CUE 16] CUEVAS-VARGAS, H., ESTRADA, S., LARIOS-GÓMEZ, E., The effects of ICTs as innovation facilitators for a greater business performance. Evidence from Mexico. *Procedia Computer Science*, 91, 47-56, 2016.
- [DAV 89] DAVIS, F., Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13: 319-340, 1989.
- [EFF 20] EFFENDI, M. I., SUGANDINI, D., & ISTANTO, Y., Social media adoption in SMEs impacted by COVID-19: The TOE model. *The Journal of Asian Finance Economics and Business (JAFEB)*, 7, 915-25, 2020.
- [FAG 05] FAGERBERG J., "Innovation : A Guide to the Literature", in The Oxford Handbook of Innovation, Fagerberg J., Mowery D.C. et Nelson R.R. (éds.), Oxford, Oxford University Press, 1-26, 2005.
- [FAM 16] FAMBEU, A.H., Déterminants de l'adoption des TIC dans un pays en développement : une analyse économétrique sur les entreprises industrielles au Cameroun. *Région et Développement*, n° 43. 160-186, 2016.
- [GAL 13] GALLIANO D et NADEL, S., Les déterminants de l'adoption de l'éco-innovation selon le profil stratégique de la firme : le cas des firmes industrielles françaises, *Revue d'économie industrielle*, 142, 2, 77-110, 2013. <https://doi.org/10.4000/rei.5576>

- [GHO 11] GHOBAXHLOO, M., BENITEZ-AMADO, J., ARIAS-ARANDA, D., "Reasons for information technology adoption and sophistication within manufacturing SMEs", POMS 22nd Annual Conference: Operations management: The enabling link. Reno, USA, April 29 to May 2, 2011.
- [GIO 17] GIOVANNETTI, E., PIGA, C. A., The contrasting effects of active and passive cooperation on innovation and productivity: Evidence from British local innovation networks. *International Journal of Production Economics*, 187, 102-112, 2017.
- [GON 18] GONZÁLEZ-BLANCO, J., COCA-PÉREZ, J-L., GUIADO-GONZÁLEZ, M., The Contribution of Technological and Non-Technological Innovation to Environmental Performance. An Analysis with a Complementary Approach, *Sustainability*, 10(11), 4014, 2018.
- [HAL 11] HALLER, S.A., SIEDSCHLAG, J., Determinants of ICT adoption: evidence from firm-level data. *Applied Economics*, 43(26), 2011.
- [JEA 23] JEAN-AMANS PHILIPPE & HAROUNA WASSONGMA & FRANÇOIS SECK FALL., Determinants of innovation in small- and medium-sized enterprises in Senegal, 2023.
- [JOR 24] JORDÃO, R. V. D., & NOVAS, J. C., Information and knowledge management, intellectual capital, and sustainable growth in networked small and medium enterprises. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 563-595, 2024.
- [KRZ 16] KRZEMINSKA, A., ECKERT, C., Complementarity of internal and external R&D: is there a difference between product versus process innovations? *R&D Management*, 46, 931-944, 2016.
- [GAR 20] GARCIA-PIQUERES, G., SERRANO-BEDIA, A. M., LOPEZ-FERNANDEZ, M. C., & PEREZ-PEREZ, M., Relatedness in the adoption of different innovation types: Product, process, organizational and commercial innovations. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(1), 44-57, 2020.
- [LI 08] LI, L. POPPO, ZHOU, K.Z., Do managerial ties in china always produce value? Competition, uncertainty, and domestic vs. foreign firms Strategic, *Management Journal*, 29 (4), 383-400, 2008.
- [MAN 68] MANSFIELD, E., Industrial Research and Technological Innovation, Norton, 1968.
- [MAT 20] MATHEW, N., PAILY, G., STI-DUI innovation modes and firm performance in the Indian capital goods industry: Do small firms differ from large ones? (No. 008). United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), 2020.
- [MBA 16] MBAYE, I., The Determinants of Innovation into Senegalese Small and Medium Enterprises. *International Journal of Business and Social Science* Vol. 7, No. 9, 2016.
- [MDI 22] MDI (Ministère du Développement Industriel et des Petites et Moyennes Industries), Données et revue annuelle sur le secteur industriel sénégalais, (2022/2023).
- [MEN 17] MENDI, P. & COSTAMAGNA, R., Managing innovation under competitive pressure from informal producers, *Technological Forecasting and Social Change, Elsevier*, vol. 114(C), 192-202, 2017.
- [NDI 12] NDIAYE, B., Concurrence dans l'industrie des télécommunications : une analyse du cas du Sénégal. *Mondes en développement*, 158(2), 143-152, 2012. <https://doi.org/10.3917/med.158.0143>.
- [NEL 82] Nelson, R. R., & Winter, S. G., An Evolutionary Theory of Economic Change. Harvard University Press, 1982.
- [OCD 05] OCDE/EUROSTAT., Manuel d'Oslo. *Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, 3e édition, La mesure des activités scientifiques et technologiques, Éditions OCDE, Paris, 2005.
- [POL 10] POLDER, M., VAN LEEUWEN, G., MOHNEN, P., & RAYMOND, W., Product, process and organizational innovation: Drivers, complementarity and productivity effects, UNU-MERIT working papers 2010- 035. United Nations University, Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, 2010.
- [QIN 24] QIN, Y., XU, Z., WANG, X., & SKARE, M., Artificial intelligence and economic development: An evolutionary investigation and systematic review. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 1736-1770, 2024.
- [RAY 05] RAYMOND, L., ST-PIERRE, J., Antecedents and performance outcomes of advanced manufacturing systems sophistication in SMEs. *International Journal of Operations and Production Management*, 25, 6, 514-533, 2005.
- [RIE 00] RIEMENSCHNEIDER, C. L., MYKYTYN, P. P., What small business executives have learned about managing information technology, *Information and Management*, 37, 257-269, 2000.
- [SAM 23] SAMBOU, C., KAMA, J.-G., BOUSSO, S. ET MANSAL, F., La pérennité des PME au Sénégal : exploration des déterminants selon la taille de l'entreprise. *Revue Congolaise de Gestion, Numéro 35(1)*, 112-145, 2023. <https://doi.org/10.3917/rcg.035.0112>.
- [SCH 42] SCHUMPETER, J.A., Capitalism, socialism and democracy, Harper & Brothers, New York, 1942.
- [TAY 95] TAYLOR, S., AND P. TODD., Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research*, 6 (2): 144-174, 1995.
- [TOR 90] TORNATZKY, L., AND M. FLEISCHER., the Process of Technology Innovation. Lexington, M.A: Lexington Books, 1990.
- [TSA 17] TSAMBOU, A. D., NDOKANG, E. L., Cameroon: Innovations, ICT and Their Combined Performance Effects on Small, Medium, and Microsized Enterprises. In *Management Challenges in Different Types of African Firms* (pp. 165-186). Singapore: Springer, 2017.
- [TSA 21] TSAMBOU, D. A. ET FOMBA KAMGA, B., Adoption d'innovations et productivité des entreprises en Afrique subsaharienne francophone : cas du Cameroun, de la Côte d'Ivoire et du Sénégal. *Revue d'économie industrielle*, 173(1), 107-160, 2021. <https://doi.org/10.4000/rei.9920>.

- [TSA 25] TSAMBOU, A.D., Ballo, Z. & Asongu, S.A., Adoption of Technological and Non-technological Innovation in Manufacturing and Service Firms. *J Knowl Econ*, 2025. <https://doi.org/10.1007/s13132-025-02652-6>
- [VEN 03] VENKATESH, V., MORRIS, M. G. DAVIS, G. B. AND DAVIS, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27 (3): 425-478, 2003.
- [WHA 24] WHANG, J., CHANG, W. AND LEE J., Interactive and synergistic relationships among different types of innovations. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 74, 103422, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103422>
- [WIP 24] WIPO., Making Innovation Policy Work for Development, World Intellectual Property Report, 2024. <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-944-2024-en-world-intellectual-property-report-2024.pdf>