

Influence de la transformation numérique sur la compétitivité des entreprises industrielles dans les secteurs stratégiques de la Russie

Influence of Digital Transformation on the Competitiveness of Industrial Firms in Strategic Sectors of Russia

Influencia de la transformación digital en la competitividad de las empresas industriales en sectores estratégicos de Rusia

Maximtsev, Igor A.

Saint Petersburg State University of Economics, Rectorat, Russie

rector@unecon.ru

 <https://orcid.org/0009-0005-1888-1998>

Gorbachko, Elena A.

Saint Petersburg State University of Economics, Département de Gestion de Projets

et Gestion de la Qualité, Russie

gorbashko.e@unecon.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7471-0249>

Voskoboinikova, Maria I.

Saint Petersburg State University of Economics, Département de Gestion de Projets

et Gestion de la Qualité, Russie

suchkova.m@unecon.ru

 <https://orcid.org/0009-0005-2347-0755>

Bombine, Andreï Y.

Saint Petersburg State University of Economics, Département de Publicité et

Relations Publiques, Russie

bombin.a@unecon.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1151-7721>

Résumé

Cet article analyse l'influence de la transformation numérique sur la compétitivité des entreprises industrielles dans les secteurs stratégiques de la Russie. L'objectif est d'identifier les mécanismes opérationnels et stratégiques par lesquels la numérisation affecte la performance des entreprises dans un contexte de contraintes institutionnelles et géopolitiques. La méthodologie repose sur une approche qualitative et analytique, fondée sur l'examen de la littérature scientifique, de rapports institutionnels et de cas d'entreprises industrielles, notamment SIBUR. Les résultats montrent que l'adoption des technologies de l'Industrie 4.0 augmente la productivité du travail de 10 à 15 %, réduit les coûts de production de 3 à 9 % et améliore la qualité des produits, tout en générant des effets économiques significatifs. Toutefois, ces effets sont conditionnés par des facteurs structurels tels que les compétences, les infrastructures et les politiques publiques. En conclusion, l'étude propose un modèle analytique permettant d'évaluer l'impact de la transformation numérique sur la compétitivité industrielle, contribuant à une compréhension systémique des dynamiques de numérisation dans l'économie russe.

Mots-clés : transformation numérique, industrie 4.0, compétitivité, industrie russe, numérisation.

Abstract

This article examines the influence of digital transformation on the competitiveness of industrial firms in strategic sectors of Russia. The objective is to identify the operational and strategic mechanisms through which digitalization affects firm performance under institutional and geopolitical constraints. The methodology is based on a qualitative and analytical approach, drawing on scientific literature, institutional reports, and case studies of industrial firms, including SIBUR. The results show that the adoption of Industry 4.0 technologies increases labor productivity by 10–15%, reduces production costs by 3–9%, and improves product quality, generating significant economic effects. However, these impacts are conditioned by structural factors such as workforce skills, digital infrastructure, and public policies. The study concludes by proposing an analytical model to assess the effects of digital transformation on industrial competitiveness, contributing to a systemic understanding of digitalization processes in the Russian economy.

Keywords: digital transformation, industry 4.0, competitiveness, Russian industry, digitalization.

Resumen

Este artículo analiza la influencia de la transformación digital en la competitividad de las empresas industriales en sectores estratégicos de Rusia. El objetivo es identificar los mecanismos operativos y estratégicos mediante los cuales la digitalización incide en el desempeño empresarial en un contexto de restricciones institucionales y geopolíticas. La metodología se basa en un enfoque cualitativo y analítico, sustentado en la revisión de literatura científica, informes institucionales y estudios de caso de empresas industriales, entre ellas SIBUR. Los resultados muestran que la adopción de tecnologías de

la Industria 4.0 incrementa la productividad laboral entre un 10 y un 15 %, reduce los costos de producción entre un 3 y un 9 % y mejora la calidad de los productos, generando efectos económicos significativos. No obstante, estos efectos dependen de factores estructurales como las capacidades del capital humano, la infraestructura digital y las políticas públicas. Se concluye proponiendo un modelo analítico que permite evaluar el impacto de la transformación digital en la competitividad industrial.

Palabras clave: transformación digital, industria 4.0, competitividad, industria rusa, digitalización.

Reçu : 7 juin 2026 - **Accepté :** 16 septembre 2026

1. Introduction

La quatrième révolution industrielle, ou Industrie 4.0, a profondément transformé les fondements de la compétitivité contemporaine des entreprises en intégrant les technologies numériques avancées dans les processus de production, d'organisation et de décision stratégique. Ce phénomène ne se limite pas à l'automatisation des opérations, mais implique une transformation structurelle des modèles d'entreprise (*business models*) et des mécanismes de création de valeur dans le secteur industriel (Götz et Jankowska, 2020 ; Vial, 2019).

Dans ce cadre, la numérisation devient un facteur central d'avantages concurrentiels durables, car elle reconfigure les capacités des entreprises, leurs modes d'innovation et leurs réponses stratégiques face à l'incertitude. La littérature récente souligne que la transformation numérique modifie simultanément les structures organisationnelles, les relations avec les marchés et les processus d'innovation, ce qui renforce son

importance dans les secteurs industriels à forte intensité technologique (Verhoef et al., 2021 ; Vial, 2019).

Dans le contexte russe, la transformation numérique présente des particularités liées à la structure sectorielle de l'économie, aux objectifs de souveraineté technologique et aux contraintes externes qui affectent l'accès aux technologies étrangères. Des études récentes sur les entreprises industrielles russes montrent que l'intégration des technologies numériques transforme les modèles d'entreprise, mais que ses effets restent différenciés selon le degré de maturité organisationnelle, les capacités internes et les conditions institutionnelles (Karikova, 2023 ; Abdikeev et Kozhevina, 2023).

Les données disponibles indiquent également que la numérisation de l'industrie russe progresse dans un environnement marqué par la substitution technologique, l'essor des solutions nationales et l'intervention publique en faveur de la transformation numérique. Toutefois, ce processus demeure freiné par

plusieurs barrières structurelles, notamment le déficit de compétences, les contraintes d'infrastructure, les coûts élevés d'implémentation et l'hétérogénéité sectorielle de l'adoption technologique (TAdviser, 2025 ; Gouvernement de la Fédération de Russie, 2025 ; OCDE, 2019 ; Banque mondiale, 2020).

D'un point de vue théorique, la transformation numérique modifie les conditions structurelles de la concurrence en transformant les barrières à l'entrée, les dynamiques d'innovation, les chaînes de valeur et la capacité des entreprises à créer et maintenir des avantages concurrentiels. En ce sens, la compétitivité industrielle dépend de plus en plus de l'intégration systémique des technologies numériques, de la qualité des capacités organisationnelles et de l'environnement institutionnel qui soutient l'innovation et l'adoption technologique (Vial, 2019 ; Verhoef et al., 2021 ; OCDE, 2019).

Malgré l'intérêt scientifique croissant pour l'Industrie 4.0 et la compétitivité, il subsiste une lacune analytique concernant

les mécanismes concrets par lesquels la transformation numérique affecte la compétitivité des entreprises industrielles dans des contextes institutionnels contraints. Le cas russe présente un intérêt particulier, car il combine modernisation technologique, priorités de développement national et contraintes géopolitiques, ce qui exige des cadres d'analyse adaptés (Karikova, 2023 ; Abdikeev et Kozhevina, 2023).

Dans cette perspective, la question de recherche suivante est formulée : comment la transformation numérique modifie-t-elle les mécanismes opérationnels et stratégiques de la compétitivité des entreprises industrielles russes dans un contexte de contraintes institutionnelles et géopolitiques ?

L'objectif du présent article est d'analyser l'influence de la transformation numérique sur la compétitivité des entreprises industrielles dans les secteurs stratégiques de la Russie et de proposer un cadre analytique permettant d'identifier les principaux mécanismes opérationnels et stratégiques par

lesquels elle affecte leurs positions concurrentielles dans un contexte de contraintes institutionnelles et géopolitiques.

2. Fondements théoriques et modèle analytique de la recherche

La transformation numérique a évolué d'un concept initialement associé à l'adoption des technologies de l'information vers un phénomène systémique impliquant une réorganisation profonde des processus de production, de gestion et de décision stratégique. Dans le secteur industriel, ce processus est étroitement lié au concept d'Industrie 4.0, entendu comme l'intégration des systèmes cyber-physiques, de l'automatisation avancée, de l'analyse des données et de l'interconnexion numérique dans les environnements de production (Kagermann, et al., 2013 ; Götz et Jankowska, 2020 ; Vial, 2019).

Du point de vue du management stratégique, la transformation numérique ne constitue pas seulement une transition technologique, mais aussi un processus de création de

valeur fondé sur la reconfiguration des ressources, des capacités organisationnelles et des modèles d'entreprise. Dans le cadre de la théorie fondée sur les ressources, l'avantage concurrentiel durable dépend de la possession de ressources difficilement imitables et de la capacité des entreprises à les adapter à des environnements changeants (Barney, 1991 ; Bharadwaj et al., 2013). Dans cette perspective, la transformation numérique agit comme un levier de développement des capacités organisationnelles, de l'agilité stratégique et de l'innovation.

Les approches classiques de la compétitivité soulignent l'importance de la structure sectorielle, du positionnement stratégique et du rôle de l'innovation dans la dynamique économique des entreprises (Porter, 1990 ; Nelson et Winter, 1982). L'adoption des technologies numériques transforme ces déterminants en réduisant certains coûts de transaction, en améliorant la coordination des chaînes de valeur, en augmentant la transparence des processus productifs et en favorisant l'émergence de modèles d'entreprise fondés sur

les données (Brynjolfsson et McAfee, 2014 ; Vial, 2019 ; Verhoef et al., 2021).

Les recherches empiriques contemporaines montrent que la numérisation du secteur manufacturier peut avoir des effets mesurables sur la productivité, l'efficacité opérationnelle et la capacité d'innovation, bien que ces effets varient selon les conditions institutionnelles, les compétences disponibles et le degré d'intégration technologique. Dans le cas russe, plusieurs études montrent que les effets de la transformation numérique diffèrent selon la maturité organisationnelle des entreprises, la configuration de leurs modèles d'entreprise et les conditions économiques dans lesquelles elles opèrent (Karikova, 2023 ; Abdikeev et Kozhevina, 2023). À un niveau plus général, l'OCDE et la Banque mondiale soulignent également que les gains de productivité et les bénéfices de l'adoption numérique dépendent de facteurs complémentaires tels que les compétences, l'infrastructure et l'environnement réglementaire (OCDE, 2019 ; Banque mondiale, 2020).

Dans le contexte des contraintes institutionnelles et technologiques auxquelles la Fédération de Russie est confrontée, la transformation numérique acquiert une dimension stratégique supplémentaire. La souveraineté technologique, la réorientation des relations économiques extérieures et la nécessité de développer des solutions nationales contribuent à façonner une trajectoire spécifique de modernisation industrielle. Dans ce cadre, l'analyse de la transformation numérique des entreprises industrielles russes exige de prendre en compte simultanément les dimensions technologique, organisationnelle et institutionnelle (Karikova, 2023 ; Abdikeev et Kozhevina, 2023 ; Gouvernement de la Fédération de Russie, 2025).

Sur la base de ces fondements théoriques, le présent article propose un modèle analytique tridimensionnel comprenant :

1. la dimension technologique, qui renvoie au niveau d'adoption des technologies de l'Industrie 4.0, au degré d'intégration

numérique des processus et à l'interconnexion des systèmes de production ;

2. la dimension organisationnelle, associée au développement des capacités internes, des compétences numériques et des mécanismes de gestion du changement ;

3. la dimension institutionnelle, qui renvoie à l'environnement réglementaire, aux politiques industrielles et aux contraintes structurelles qui conditionnent l'adoption technologique.

L'interaction de ces trois dimensions permet d'identifier les mécanismes par lesquels la transformation numérique affecte la compétitivité des entreprises industrielles. Plus précisément, elle permet d'analyser à la fois les effets opérationnels – amélioration de l'efficacité, de la coordination productive et de la qualité – et les effets stratégiques – adaptation des modèles d'entreprise, renforcement de la résilience organisationnelle et consolidation des positions concurrentielles. L'approche proposée dépasse ainsi

une lecture strictement descriptive de la numérisation et fournit une base théorique et méthodologique pour analyser ses effets économiques dans le contexte spécifique de l'industrie russe.

3. Mécanismes d'influence de la transformation numérique sur la compétitivité de l'industrie

La transformation numérique ne représente pas seulement une modernisation technologique, mais une restructuration des facteurs qui déterminent la compétitivité des entreprises. Dans le contexte de l'économie russe, ce processus se déploie dans un environnement marqué par des contraintes géopolitiques, par la réorientation des chaînes technologiques et par la recherche de souveraineté technologique, ce qui confère à la numérisation une dimension institutionnelle spécifique (Karikova, 2023 ; Abdikeev et Kozhevina, 2023).

Les recherches montrent que l'adoption des technologies de l'Industrie 4.0 influence

directement l'efficacité productive, la flexibilité organisationnelle et le potentiel d'innovation des entreprises (Götz et Jankowska, 2020 ; Karikova, 2023). Malgré la progression de la numérisation de l'industrie russe, il subsiste une différenciation significative selon le degré de maturité numérique des entreprises, leurs capacités internes et leurs priorités stratégiques (Karikova, 2023 ; TAdviser, 2025).

D'un point de vue théorique, la compétitivité des entreprises peut être analysée à travers le modèle des cinq forces de Porter, qui permet d'identifier comment la transformation numérique modifie l'intensité de la concurrence sectorielle, les barrières à l'entrée, le pouvoir des fournisseurs et des acheteurs, ainsi que la menace des produits de substitution (Porter, 1990 ; Vial, 2019). Dans ce contexte, la transformation numérique ne se limite pas à l'amélioration des processus internes, mais reconfigure la structure même de l'environnement concurrentiel.

L'analyse permet ainsi d'identifier deux circuits principaux d'influence de la transformation numérique sur la compétitivité : un circuit opérationnel et un circuit stratégique.

3.1. Mécanismes opérationnels : productivité, réduction des coûts et qualité

Au niveau opérationnel, la numérisation exerce un effet direct sur la productivité du travail, l'optimisation des ressources et la réduction des coûts de production. L'automatisation des processus, l'intégration de systèmes ERP, l'Internet industriel des objets et l'exploitation des données contribuent à réduire les pertes de production, à limiter les erreurs et à améliorer la maîtrise des processus organisationnels (Abdikeev et Kozhevina, 2023 ; Vial, 2019 ; Verhoef et al., 2021).

Les données disponibles montrent également que l'adoption des technologies numériques peut produire des gains mesurables de productivité, une réduction des coûts et une amélioration de la qualité des produits. Dans le cas russe, le suivi sectoriel de TAdviser signale

une progression des solutions de fabrication intelligente, des jumeaux numériques et des systèmes cyber-physiques, tandis que le cas de SIBUR constitue un exemple emblématique d'effets économiques attribués aux projets numériques, avec des retombées annoncées pouvant atteindre 59 milliards de roubles sur trois ans (Prime, 2021).

La pratique des grandes entreprises industrielles montre ainsi que la numérisation des processus productifs peut renforcer la compétitivité opérationnelle en améliorant l'efficacité, la qualité et la rapidité de réaction aux changements de la demande. En outre, l'amélioration de la qualité des produits et la réduction du taux de défauts contribuent à consolider les positions des entreprises vis-à-vis des acheteurs et à réduire la vulnérabilité face aux produits de substitution.

Cependant, les effets opérationnels de la transformation numérique demeurent freinés par plusieurs barrières systémiques, parmi lesquelles la pénurie de personnel qualifié, les coûts initiaux d'investissement,

les asymétries d'accès aux solutions technologiques et le développement inégal des infrastructures numériques. Ces contraintes limitent la vitesse et la profondeur de l'intégration technologique, en particulier dans les entreprises présentant un faible niveau de maturité numérique (TAdviser, 2025 ; Abdikeyev et Kozhevina, 2023).

3.2. Mécanismes stratégiques et institutionnels : le modèle à double circuit

Au-delà des effets opérationnels, la transformation numérique génère des changements stratégiques plus profonds. Dans le cadre de ce second circuit, elle influence la transformation des modèles d'entreprise, l'intégration organisationnelle, l'accumulation de capacités internes et l'adaptation des entreprises aux contraintes externes. Dans le cas russe, ces transformations se déploient dans un environnement marqué par la recherche de souveraineté technologique, la réorientation des chaînes de valeur et l'adaptation des entreprises industrielles à un contexte institutionnel en mutation (Karikova, 2023 ; Abdikeyev et Kozhevina, 2023).

La transition du concept d'« économie numérique » vers celui d'« économie des données » reflète l'évolution des priorités publiques en matière de développement technologique et de gouvernance économique. Dans ce cadre, les politiques nationales relatives aux données, à l'infrastructure numérique et aux solutions technologiques nationales contribuent à structurer l'environnement institutionnel de la transformation numérique de l'industrie (Gouvernement de la Fédération de Russie, 2025).

Dans cette perspective, l'article propose un modèle analytique à double circuit :

- le circuit opérationnel, orienté vers l'amélioration de l'efficacité, la réduction des coûts et l'amélioration de la qualité des produits ;
- le circuit stratégique, orienté vers la consolidation des capacités organisationnelles, l'autonomie technologique relative et le renforcement de la compétitivité à long terme.

Ce modèle élargit les approches classiques de la compétitivité en intégrant, au-delà des seuls facteurs de marché, les dimensions institutionnelles, organisationnelles et géopolitiques qui conditionnent la transformation numérique des entreprises industrielles russes (Porter, 1990 ; Vial, 2019 ; Verhoef et al., 2021).

Une typologie des entreprises industrielles selon leur niveau de maturité numérique peut également être proposée :

- a) entreprises à numérisation fragmentaire ;
- b) entreprises à intégration fonctionnelle des technologies ;
- c) entreprises à transformation numérique systémique et à orientation stratégique fondée sur les données.

Cette classification permet d'expliquer l'hétérogénéité des effets de la numérisation et les écarts de compétitivité entre les entreprises industrielles russes, en fonction de leur capacité à articuler adoption technologique,

apprentissage organisationnel et adaptation stratégique (Karikova, 2023 ; Abdikeev et Kozhevina, 2023).

4. Méthodologie

Cette étude adopte une approche qualitative et analytique fondée sur l'exploitation de données quantitatives secondaires. Son objectif méthodologique est d'identifier les mécanismes par lesquels la transformation numérique influence la compétitivité des entreprises industrielles russes, en distinguant les effets opérationnels et les effets stratégiques conformément au modèle analytique à double circuit présenté dans la section précédente.

4.1 Approche et conception de l'étude

L'étude a été conçue selon une approche structurelle et comparative articulée autour de trois niveaux d'analyse.

Premièrement, le niveau théorique vise à adapter le modèle des cinq forces de Porter aux conditions de la transformation

numérique et aux contraintes institutionnelles, tout en intégrant les apports de l'Industrie 4.0 et de la théorie fondée sur les ressources (Porter, 1990 ; Barney, 1991 ; Bharadwaj et al., 2013).

Deuxièmement, le niveau sectoriel repose sur l'analyse d'indicateurs agrégés relatifs à la numérisation de l'industrie russe, notamment l'adoption de solutions ERP, de technologies de l'Internet industriel des objets, de systèmes cyber-physiques et d'outils d'analyse de données. À cet égard, les synthèses sectorielles de TAdviser et les informations diffusées dans le cadre des politiques publiques russes sur l'« économie des données » permettent de situer l'évolution récente de l'environnement industriel et technologique.

Troisièmement, le niveau de l'entreprise est fondé sur l'examen de cas d'entreprises industrielles ayant publié en accès libre des informations sur les effets organisationnels ou économiques de leurs projets numériques. Dans cette recherche, ces

cas n'ont pas été mobilisés dans une logique de généralisation statistique, mais comme matériaux illustratifs permettant d'identifier des trajectoires différenciées d'adoption technologique. Le cas de SIBUR a été retenu en raison de la disponibilité de données publiques sur l'impact attendu de certains projets numériques.

Cette conception permet d'articuler les niveaux conceptuel, sectoriel et empirique, tout en maintenant la cohérence entre le cadre théorique et l'analyse appliquée.

4.2 Corpus documentaire et sources

Le corpus de l'étude comprend trois types de sources :

1. La littérature scientifique d'auteurs russes et étrangers consacrée à la transformation numérique, à la compétitivité et à l'Industrie 4.0, mobilisée pour construire le cadre théorique de l'analyse ;

2. Les documents institutionnels et les rapports sectoriels, incluant des informations

officielles sur les priorités publiques de transformation numérique, ainsi que des synthèses analytiques sur la numérisation de l'industrie russe. Dans ce cadre, les documents du Gouvernement de la Fédération de Russie relatifs au projet national « Data Economy and Digital Transformation of the State » ont été utilisés pour contextualiser l'environnement institutionnel, tandis que les matériaux de TAdviser ont servi à documenter certaines tendances sectorielles ;

3. Les cas d'entreprises publiés en accès libre, utilisés pour illustrer des effets quantitatifs et qualitatifs de l'adoption des technologies numériques dans les processus de production. Ces cas ont été mobilisés comme exemples analytiques et non comme preuves exhaustives de l'ensemble des dynamiques industrielles russes.

La sélection des sources a été effectuée selon trois critères : l'actualité des informations, leur pertinence thématique et

la présence d'indicateurs ou d'éléments empiriques vérifiables. Les sources dépourvues d'ancrage institutionnel identifiable ou de contenu suffisamment documenté ont été écartées.

4.3 Critères de sélection des cas

Pour l'analyse au niveau des entreprises, les critères suivants ont été retenus :

- appartenance au secteur industriel ;
- présence documentée d'adoption de technologies numériques, telles que l'Internet industriel des objets (*Industrial internet of things*), l'automatisation, l'analyse de données ou les systèmes de gestion intégrés ;
- disponibilité publique d'informations relatives aux résultats économiques, productifs ou organisationnels ;
- importance sectorielle ou caractère stratégique dans le contexte industriel russe.

Les cas sélectionnés ne constituent donc pas un échantillon statistiquement représentatif. Ils servent à illustrer différentes trajectoires de transformation numérique selon le niveau de maturité organisationnelle et technologique des entreprises.

4.4 Logique analytique et modèle à double circuit

L'analyse a été structurée à partir du modèle à double circuit proposé dans la section 3 :

- circuit opérationnel : évaluation de l'influence de la numérisation sur la productivité, la réduction des coûts et la qualité des produits ;
- circuit stratégique : évaluation de ses effets sur les capacités organisationnelles, l'adaptation des modèles d'entreprise et l'autonomie technologique relative.

L'analyse comparative des cas et des sources sectorielles permet ainsi d'identifier non seulement les effets directs attribués à la transformation numérique, mais aussi les

conditions institutionnelles et organisationnelles qui renforcent ou limitent ces effets, notamment les compétences disponibles, l'état des infrastructures et le rôle des politiques publiques.

4.5 Limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs limites.

Premièrement, elle repose en grande partie sur des sources secondaires, ce qui limite le contrôle direct sur la production et l'exhaustivité des données mobilisées.

Deuxièmement, les informations publiques disponibles sur les performances économiques des entreprises industrielles demeurent inégales, ce qui réduit la comparabilité entre les cas.

Troisièmement, le contexte géopolitique et technologique actuel peut affecter la transparence des statistiques, la disponibilité de certaines données et l'accès à des comparaisons internationales homogènes.

Malgré ces limites, la combinaison de littérature scientifique, de documents institutionnels, de synthèses sectorielles et de cas d'entreprises permet de construire une analyse cohérente des mécanismes par lesquels la transformation numérique influence la compétitivité industrielle dans le contexte russe.

5. Résultats et dynamique de la transformation numérique dans l'industrie russe

L'analyse menée montre que le concept de compétitivité a connu une évolution significative dans le contexte du développement de l'économie numérique. Dans l'industrie russe, cette transformation s'est traduite par le passage d'approches fondées sur les avantages productifs à des modèles davantage orientés vers la gestion des données, l'innovation et l'adaptabilité organisationnelle. Il ressort également de l'analyse que la compétitivité contemporaine dépend de moins en moins des actifs physiques statiques et de plus en plus de la capacité des entreprises à intégrer les

technologies numériques, à traiter l'information en temps réel et à transformer leurs modèles d'entreprise dans un environnement externe très dynamique. Dans ce contexte, la transformation numérique agit comme un facteur structurel de redistribution des positions concurrentielles.

L'analyse a également montré que la quatrième révolution industrielle repose sur l'intégration de technologies clés, parmi lesquelles l'analyse des mégadonnées, l'Internet des objets, l'intelligence artificielle, les technologies cloud, les systèmes cyber-physiques, la fabrication additive, la réalité augmentée et virtuelle, l'automatisation et la cybersécurité. La principale caractéristique de cette étape réside dans l'intégration systémique de ces technologies, qui assure l'interaction horizontale et verticale des différents maillons de la chaîne de création de valeur.

Dans le contexte russe, la transformation numérique a acquis des caractéristiques spécifiques liées aux contraintes structurelles,

notamment en matière d'accès aux technologies étrangères et aux capitaux internationaux. En conséquence, la concurrence s'est largement déplacée vers l'espace intérieur de l'économie nationale, ce qui a renforcé l'importance des compétences internes, de l'efficacité dans l'utilisation des ressources disponibles et de la rapidité d'adaptation organisationnelle.

Compte tenu de ce contexte, la dynamique de l'environnement concurrentiel a été analysée à partir d'un modèle adapté des cinq forces de Porter. Les résultats montrent que les processus de numérisation ont transformé de manière substantielle chacune des forces concurrentielles. Concernant la menace de nouveaux concurrents, une diminution des barrières traditionnelles à l'entrée, liées aux effets d'échelle et à l'intensité capitalistique, a été observée. Parallèlement, de nouvelles barrières sont apparues, associées à la nécessité d'accumuler des données et de développer des compétences en intelligence artificielle. Dans l'économie russe, les contraintes externes ont réduit la pression des

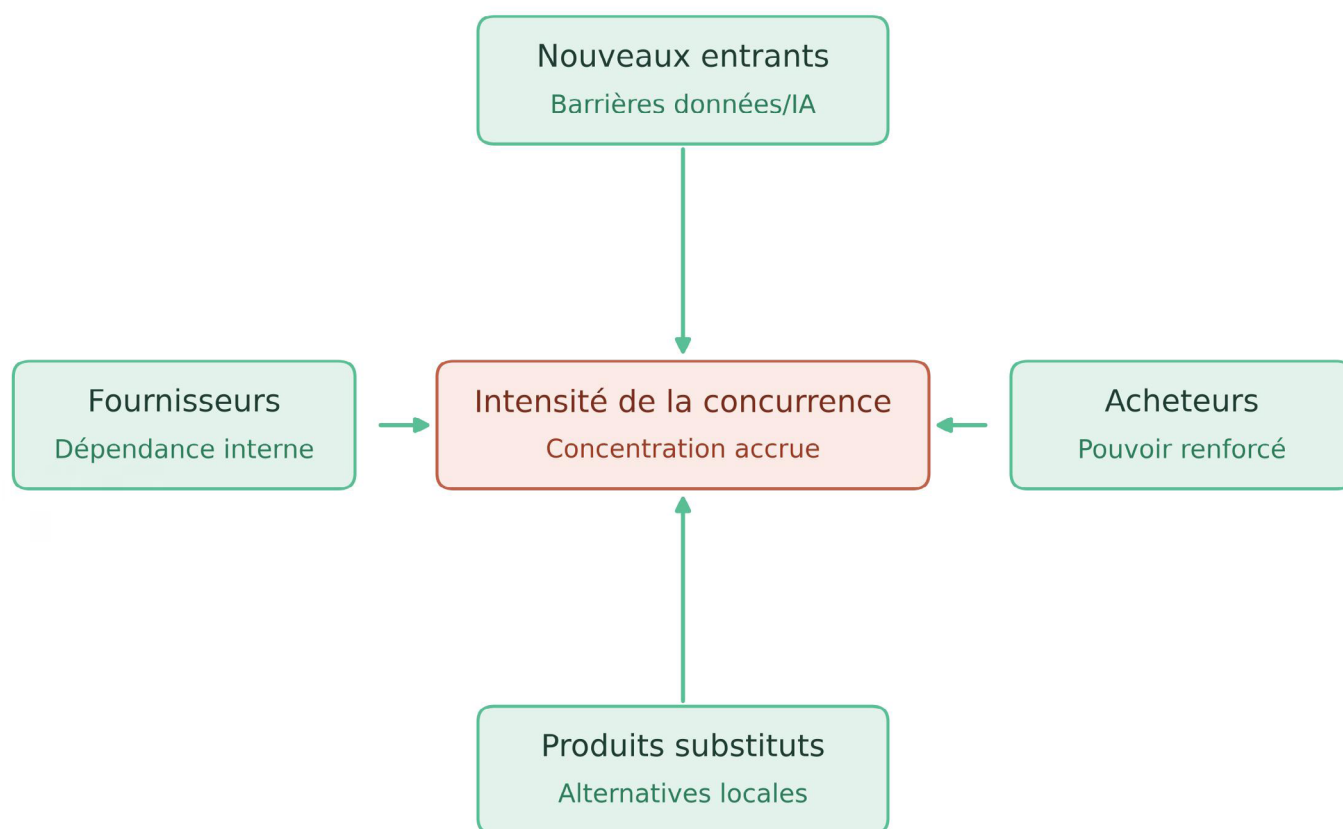
entreprises internationales, tout en stimulant simultanément le développement d'acteurs technologiques nationaux.

L'analyse du pouvoir des fournisseurs a révélé des changements significatifs dans la structure des chaînes d'approvisionnement. La dépendance vis-à-vis des fournisseurs occidentaux a été remplacée par une dépendance accrue à l'égard des producteurs nationaux et de partenaires étrangers alternatifs, ce qui a conduit à l'émergence de nouveaux risques de concentration et à une modification de l'équilibre du pouvoir de négociation. En ce qui concerne le pouvoir des acheteurs, un renforcement de leur position a été observé, en particulier dans les segments caractérisés par un haut degré de transparence numérique. Parallèlement, dans les secteurs liés à l'État ou marqués par une forte concentration de la demande, les entreprises à participation étatique ont bénéficié d'une position de négociation renforcée. La menace des produits de substitution s'est également accrue en raison du développement de solutions technologiques

alternatives, y compris dans le cadre de la politique de substitution aux importations. Enfin, l'intensité de la concurrence a augmenté sous l'effet de la réduction des marchés extérieurs et de la concentration de la demande intérieure.

Ces transformations des forces concurrentielles sont synthétisées dans la Figure 1.

Figure 1. Modèle adapté des cinq forces de la concurrence dans le contexte de la transformation numérique de l'industrie russe

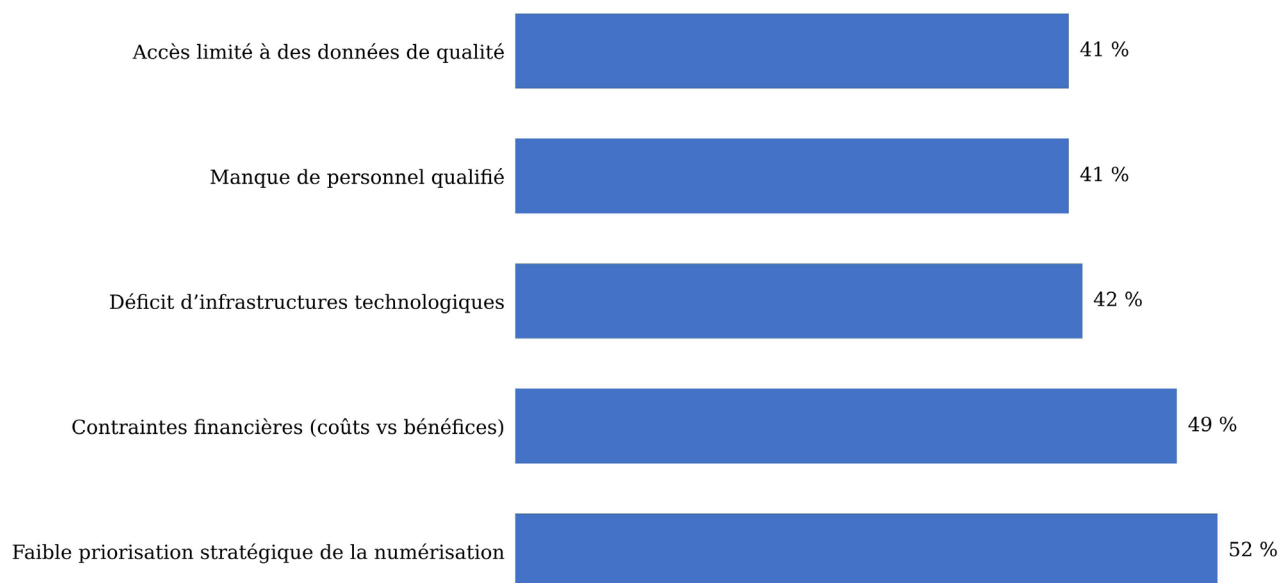


Source : élaboration propre

L'analyse montre que l'influence des forces concurrentielles est hétérogène et se manifeste de manière asymétrique. Certains facteurs institutionnels réduisent la pression dans certains domaines tout en l'intensifiant dans d'autres, produisant ainsi des configurations complexes de l'environnement concurrentiel.

Il est également possible d'observer que l'application du modèle demeure limitée par l'existence de barrières structurelles ralentissant le rythme et la profondeur de la transformation numérique. Parmi les principaux obstacles figurent le faible niveau de priorisation stratégique de la numérisation, les contraintes financières, le déficit d'infrastructures, le manque de personnel qualifié et l'accès limité à des données de qualité. Les principaux obstacles influençant le développement de la transformation numérique des entreprises industrielles sont présentés dans la Figure 2.

Figure 2. Principales barrières à la transformation numérique des entreprises industrielles russes (% des entreprises)



Source : élaboration propre

Tableau 1. Comparaison des indicateurs de transformation numérique : Russie et standards mondiaux

Indicateur	Russie	Valeur moyenne (pays développés)
Niveau de digitalisation	79 %	85-90 %
Investissements dans les technologies numériques (% du PIB)	2,5-3,5 %	4-5 %
Niveau d'adoption de l'Industrie 4.0	63 %	70-75 %
Taux de croissance de la productivité	10-15 %	15-25 %
Réduction du délai de mise sur le marché	10-15 %	20-30 %

Source : élaboration propre

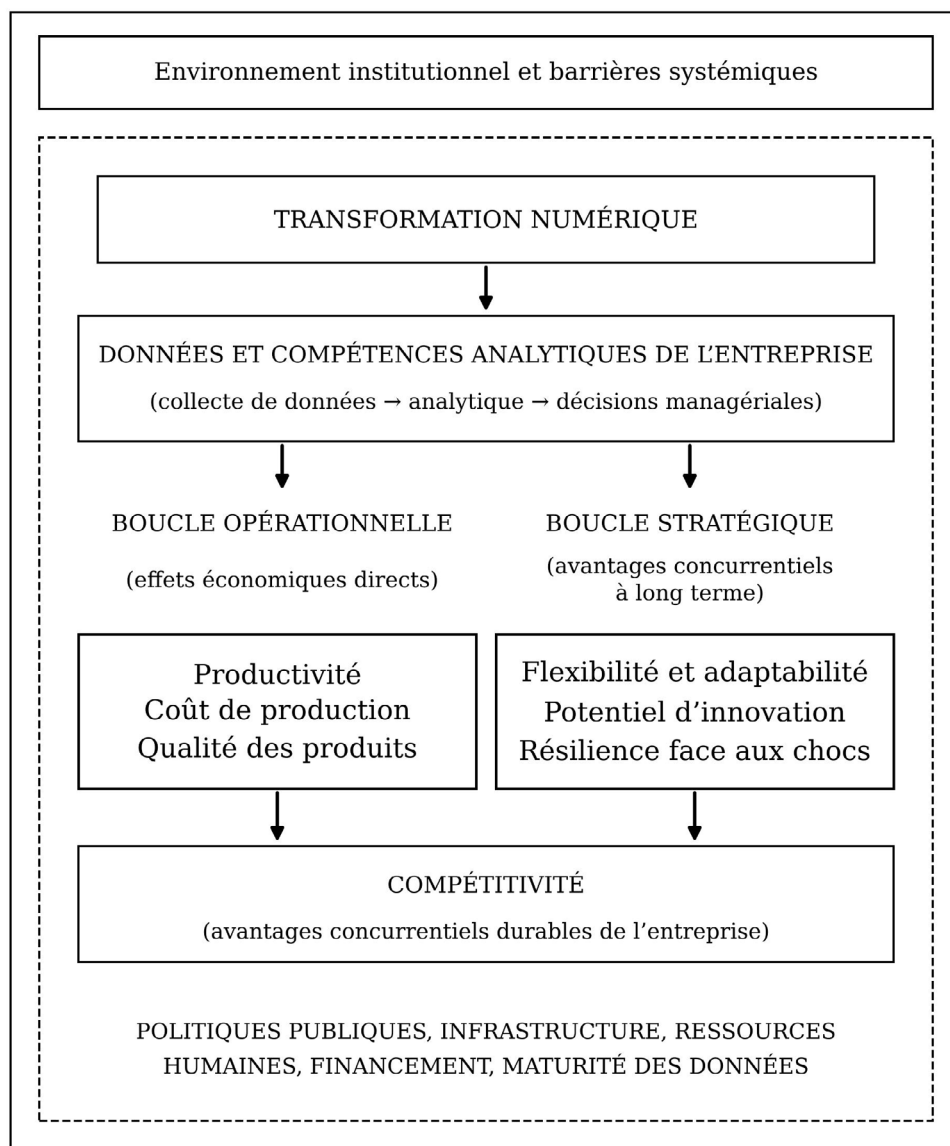
Les résultats donnent à voir que, malgré l'atteinte de niveaux relativement élevés de digitalisation, des disparités persistent en matière d'investissements, de productivité et de rapidité d'innovation. Ces écarts reflètent à la fois des contraintes structurelles et des opportunités de développement dans le cadre de modèles adaptés au contexte national.

L'analyse de cas met en évidence que les entreprises ayant mis en œuvre des stratégies globales de transformation numérique ont obtenu des résultats supérieurs. En particulier, des gains de productivité, des réductions de coûts, une amélioration de la qualité des produits et une plus grande flexibilité opérationnelle ont été observés. La digitalisation a ainsi contribué à l'optimisation des processus de production, à la réduction des temps d'arrêt, à l'amélioration des processus décisionnels et à l'accélération des cycles d'innovation.

Sur la base de ces résultats, une hétérogénéité significative des effets de la transformation numérique entre les entreprises a été

observée, ce qui rend nécessaire le développement d'un modèle explicatif permettant d'interpréter ces différences. La Figure 3 présente le modèle à double boucle de l'impact de la transformation numérique sur la compétitivité des entreprises.

Figure 3. Modèle à double boucle de l'impact de la transformation numérique sur la compétitivité des entreprises industrielles



Source : élaboration propre

Ainsi, il est possible de distinguer une boucle opérationnelle, associée aux effets à court terme d'amélioration de l'efficacité, et une boucle stratégique, orientée vers la construction d'avantages concurrentiels durables à long terme. À partir de ce modèle, une typologie des entreprises a été élaborée en fonction de leur niveau de maturité numérique et de leur approche stratégique. Cette typologie est illustrée dans la Figure 4.

Figure 4. Matrice de typologie des entreprises industrielles russes selon le niveau de maturité numérique

<p>INNOVATEURS LEADERS (5-10 %)</p> <p>Architecture numérique transversale Accès à la boucle stratégique du modèle Établissement des normes / Formation des standards</p>	<p>ADAPTATEURS (30-40 %)</p> <p>Solutions numériques partiellement intégrées Orientation vers les effets opérationnels Stratégies réactives</p>
<p>RETARDATAIRES (40-50 %)</p> <p>Digitalisation de base (ERP, CRM) Absence d'intégration systémique Focalisation sur les coûts</p>	<p>OUTSIDERS (10-20 %)</p> <p>Niveau minimal de numérisation La numérisation n'est pas une priorité Forte vulnérabilité concurrentielle</p>

Source : élaboration propre.

Par ailleurs, les caractéristiques de chaque type d'entreprise et leurs résultats en termes de compétitivité ont été systématisés. La typologie synthétique des entreprises industrielles dans le cadre de la transformation numérique est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2. Typologie synthétique des entreprises industrielles dans le cadre de la transformation numérique

Type d'entreprise	Niveau d'intégration systémique des solutions numériques	Perception managériale de la digitalisation	Boucle stratégique	Mise en œuvre de la boucle stratégique	Résultat sur la compétitivité
Innovateurs leaders	Élevé (architecture numérique transversale)	Investissements stratégiques	Complète	Complète	Création d'avantages concurrentiels durables à long terme
Adaptateurs	Moyen (intégration ponctuelle)	Outil d'amélioration de l'efficacité	Substantielle	Limitée	Amélioration de l'efficacité opérationnelle sans transformation du modèle d'affaires
Retardataires	Faible (systèmes informatiques de base)	Coûts contraints	Partielle	Absente	Effets limités à court terme sans avantages durables
Outsiders	Minimal	N'est pas une priorité	Partielle	Absente	Maintien d'une forte vulnérabilité et détérioration des positions concurrentielles

Source : élaboration propre.

Enfin, des orientations stratégiques différenciées ont été définies pour les différents types d'entreprises ainsi que pour les acteurs institutionnels. Ces recommandations sont résumées dans le Tableau 3.

Tableau 3. Recommandations ciblées pour la gestion de la transformation numérique dans le cadre du modèle à double boucle

Type d'entreprise / Acteur	Priorités managériales clés	Principales orientations des recommandations	Effet attendu
Innovateurs leaders	Approfondissement et mise à l'échelle de la transformation numérique	Développement d'une architecture transversale des données et de plateformes analytiques ; transformation des modèles d'entreprise et formation d'écosystèmes ; investissements dans des centres de compétences numériques ; utilisation de la digitalisation pour renforcer la souveraineté technologique	Renforcement des avantages concurrentiels durables à long terme
Adaptateurs	Passage de la boucle opérationnelle à la boucle stratégique	Intégration des solutions numériques fragmentées dans une architecture unifiée ; priorisation des projets favorisant l'accumulation de données ; développement des compétences internes en IT et en analyse ; formalisation d'une stratégie numérique	Extension des effets de la digitalisation au-delà de l'efficacité opérationnelle
Retardataires	Initiation d'une transformation numérique réfléchie / consciente	Augmentation de la priorité accordée à la digitalisation au niveau de la direction générale ; lancement de projets à retour sur investissement rapide ; utilisation de solutions sectorielles standards et de mesures de soutien public ; mise en place d'une architecture de données de base	Obtention d'effets opérationnels stables et réduction du retard technologique
Outsiders	Réduction de la vulnérabilité et stabilisation des activités	Digitalisation de base des processus critiques ; utilisation active des subventions et des programmes de soutien ; participation aux plateformes numériques sectorielles et aux projets de coopération	Amélioration de la résilience et de l'adaptabilité face aux contraintes externes
Autorités publiques	Création d'un environnement institutionnel favorable	Stimulation de la demande de solutions numériques ; subventionnement des premiers projets d'implémentation ; développement de « sandboxes » numériques (environnements d'expérimentation) ; normalisation des solutions nationales ; modernisation des programmes éducatifs ; soutien à la coopération entre les entreprises et les développeurs informatiques	Accélération et harmonisation des rythmes de la transformation numérique de l'industrie

Source : élaboration propre.

Dans l'ensemble, les résultats de l'étude montrent que la transformation numérique présente un caractère hétérogène et dépend du niveau d'intégration technologique, de l'orientation stratégique des entreprises et du contexte institutionnel dans lequel elles opèrent. Ces résultats soulignent la nécessité de prendre en compte, dans l'évaluation des effets de la digitalisation sur la compétitivité des entreprises industrielles, à la fois les facteurs organisationnels internes et les conditions institutionnelles externes.

6. Discussion

Les résultats de l'étude permettent d'envisager la transformation numérique de l'industrie russe dans le cadre des débats contemporains sur la compétitivité à l'ère de l'économie numérique. En particulier, ils montrent que la digitalisation agit non seulement comme un facteur technologique, mais aussi comme un élément structurel qui redéfinit les conditions de concurrence, ce qui rejoint les analyses proposées par Vial (2019) et Verhoef et al. (2021).

Les résultats suggèrent également que la compétitivité des entreprises tend à se déplacer d'avantages fondés principalement sur les actifs physiques vers des capacités organisationnelles plus dynamiques, liées à la gestion des données, à l'innovation et à l'adaptabilité stratégique. Cette lecture est cohérente avec la littérature issue de la théorie fondée sur les ressources et des capacités dynamiques, qui souligne le rôle des actifs immatériels, de l'apprentissage organisationnel et de la reconfiguration stratégique dans la construction d'un avantage concurrentiel durable (Barney, 1991 ; Teece, 2018).

L'adaptation du modèle des cinq forces de Porter montre en outre que la transformation numérique modifie la structure concurrentielle des secteurs en reconfigurant les barrières à l'entrée, l'intensité de la rivalité et les rapports de force entre les acteurs. Ce constat prolonge les propositions classiques de Porter (1990), tout en intégrant les effets organisationnels et technologiques mis en évidence par les recherches sur la

transformation numérique et l'innovation dans les environnements numérisés (Vial, 2019 ; Yoo et al., 2012).

Par ailleurs, l'intégration des technologies de l'Industrie 4.0 – notamment l'Internet des objets, les systèmes cyber-physiques et l'exploitation avancée des données – est associée, dans la littérature, à des gains potentiels de productivité, d'efficacité opérationnelle et de qualité. Toutefois, ces bénéfices ne sont ni automatiques ni uniformes : ils dépendent fortement du degré d'intégration systémique des technologies et de leur articulation avec la stratégie de l'entreprise (Kagermann et al., 2013 ; Bharadwaj et al., 2013 ; Verhoef et al., 2021).

Les contraintes systémiques identifiées dans cette étude – insuffisance des infrastructures, contraintes financières, déficit de personnel qualifié et accès limité à des données de qualité – sont également cohérentes avec les travaux soulignant le caractère inégal et non linéaire de l'adoption technologique dans les économies soumises à des contraintes structurelles. Les travaux de

la Banque mondiale (2020 ; 2022) montrent en particulier que les effets de l'adoption technologique dépendent fortement des capacités complémentaires des firmes et de leur environnement institutionnel.

L'hétérogénéité constatée des effets de la transformation numérique entre les entreprises confirme ainsi que la digitalisation n'apporte pas d'avantages automatiques. Son efficacité dépend de la cohérence entre technologies, structure organisationnelle, stratégie et capacité d'apprentissage. Cette interprétation rejoint les travaux qui montrent que la transformation numérique produit des effets différenciés selon la maturité numérique des organisations et leur aptitude à adapter leurs modèles d'entreprise (Vial, 2019 ; Teece, 2018 ; Bouwman et al., 2018).

Le modèle à double boucle proposé dans l'article contribue à cette discussion en distinguant les effets opérationnels de court terme des effets stratégiques de plus long terme. Cette distinction permet de mieux relier les effets immédiats de la digitalisation

sur l'efficacité et la qualité aux transformations plus profondes des capacités organisationnelles, des modèles d'entreprise et du positionnement concurrentiel. En ce sens, le modèle permet d'intégrer, dans un même cadre, des dimensions souvent analysées séparément dans la littérature.

Enfin, les résultats soulignent que la compétitivité à l'ère numérique ne peut être interprétée uniquement à l'échelle de l'entreprise. Elle dépend aussi de l'environnement institutionnel, de la disponibilité des infrastructures, des politiques publiques de soutien et de la capacité à structurer des écosystèmes technologiques cohérents. Cette lecture est conforme aux analyses de l'OCDE et de la Banque mondiale sur le rôle des politiques publiques et des capacités d'adoption dans les trajectoires de transformation numérique. Dans une perspective plus large de réflexion sur les liens entre développement, institutions et modèles de bien-être, cette problématique rejoint également certaines discussions publiées dans *Autoctonía* (Erdösová et Juárez Toledo, 2017).

Ainsi, les résultats obtenus ne se limitent pas à confirmer une partie de la littérature existante. Ils contribuent également à préciser comment la transformation numérique reconfigure la compétitivité dans le contexte spécifique de l'industrie russe, en mettant en évidence l'importance d'une approche systémique, de la cohérence stratégique et du soutien institutionnel. Dans cette perspective, l'analyse rejoint également des travaux qui soulignent que les dynamiques de compétitivité doivent être comprises à la lumière des processus d'inclusion, d'exclusion et de structuration institutionnelle (Vilches, 2017).

7. Conclusions

La transformation numérique apparaît, à l'issue de cette étude, comme un facteur stratégique majeur de la compétitivité des entreprises industrielles russes. Les résultats analysés suggèrent qu'elle est associée à des gains de productivité, à une réduction de certains coûts opérationnels et à une amélioration de la qualité des produits, bien que l'ampleur de ces effets

varie selon le niveau de maturité numérique des entreprises et les conditions institutionnelles dans lesquelles elles évoluent. Dans cette perspective, les entreprises présentant un niveau élevé d'intégration technologique et une orientation stratégique claire paraissent mieux placées pour consolider des avantages concurrentiels plus durables, tandis que les entreprises moins avancées restent davantage exposées aux contraintes structurelles qui freinent leur adaptation.

L'analyse a également montré que les mécanismes d'influence de la transformation numérique se manifestent à la fois au niveau opérationnel – à travers l'optimisation des processus, l'amélioration de l'efficacité et la qualité de la production – et au niveau stratégique, par la reconfiguration des modèles d'entreprise, le renforcement des capacités organisationnelles et la recherche d'une plus grande autonomie technologique. Le modèle à double boucle proposé dans cet article permet précisément d'articuler ces deux dimensions et d'interpréter de manière plus systémique les écarts observés entre

entreprises présentant des niveaux distincts de maturité numérique.

Malgré ces effets potentiellement positifs, plusieurs barrières importantes persistent, notamment la pénurie de personnel qualifié, les coûts élevés d'implémentation, l'inégale disponibilité des infrastructures numériques et les contraintes institutionnelles qui affectent la diffusion des technologies. Ces obstacles ont un effet cumulatif, ralentissant le rythme de la transformation numérique et limitant l'exploitation complète de ses bénéfices économiques.

D'un point de vue méthodologique, l'étude a proposé un cadre analytique articulant les dimensions technologique, organisationnelle et institutionnelle de la transformation numérique. Sans prétendre à une généralisation statistique, cette approche permet de mieux comprendre comment la transformation numérique affecte les positions concurrentielles des entreprises industrielles russes dans un contexte marqué par des contraintes structurelles et géopolitiques spécifiques.

En conclusion, trois orientations stratégiques principales peuvent être retenues : approfondir l'intégration technologique au sein des entreprises ; renforcer les compétences internes et les capacités organisationnelles liées au numérique ; et promouvoir des politiques publiques soutenant les infrastructures, la formation spécialisée et la coopération technologique. Dans cette mesure, la transformation numérique ne constitue pas seulement un enjeu de modernisation technique, mais aussi un levier de reconfiguration durable de la compétitivité industrielle.

Rôles respectifs des auteurs dans l'élaboration de la contribution :

Auteur/autrice 1 : Conceptualisation ; Supervision ; Rédaction – révision et correction

Auteur/autrice 2 : Investigation ; Méthodologie ; Rédaction – version initiale ; Rédaction – révision et correction

Auteur/autrice 3 : Analyse formelle ; Gestion des données ; Rédaction – révision et correction

Auteur/autrice 4 : Validation ; Rédaction – révision et correction

Références citées

Abdikeev, N. M. y O. V. Kozhevina (2023): «Assessing the readiness of Russian industrial enterprises for digital integration in the new economic conditions», *The World of New Economy*, 16(4), pp. 45-53. <http://dx.doi.org/10.26794/2220-6469-2022-16-4-45-53>

Banque mondiale (2020): *The effects of digital technology adoption on productivity and factor demand: firm-level evidence from developing countries*, Policy Research Working Paper 9333, Washington, World Bank.

Banque mondiale (2022): *Bridging the Technological Divide: Technology Adoption by Firms in Developing Countries*,

Washington, World Bank. <http://dx.doi.org/10.1596/978-1-4648-1826-4>

Barney, J. B. (1991): «Firm resources and sustained competitive advantage», *Journal of Management*, 17(1), pp. 99-120. <http://dx.doi.org/10.1177/014920639101700108>

Bharadwaj, A., O. A. El Sawy, P. A. Pavlou y N. Venkatraman (2013): «Digital business strategy: toward a next generation of insights», *MIS Quarterly*, 37(2), pp. 471-482. <http://dx.doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3>

Bouwman, H., S. Nikou y M. de Reuver (2018): «The impact of digitalization on business models», *Digital Policy, Regulation and Governance*, 20(2), pp. 105-124.

Brynjolfsson, E. y A. McAfee (2014): *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, New York, W. W. Norton & Company.

Erdösová, Z. y R. Juárez Toledo (2017): «Nociones de bienestar, desarrollo y Buen

Vivir. Aproximaciones discursivas en las Universidades Interculturales de Chiapas y el Estado de México», *Autoctonía. Revista de Ciencias Sociales e Historia*, 1(2), pp. 209-223. <http://dx.doi.org/10.23854/autoct.v0i2.20>

Götz, M. y B. Jankowska (2020): «Adoption of Industry 4.0 technologies and company competitiveness: case studies from a post-transition economy», *Foresight and STI Governance*, 14(4), pp. 61-78. <http://dx.doi.org/10.17323/2500-2597.2020.4.61.78>.

Gouvernement de la Fédération de Russie (2025): *The Data Economy and Digital Transformation of the State national project*, Moscou, Government of Russia.

Kagermann, H., W. Wahlster y J. Helbig (2013): *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*, Frankfurt, acatech/Forschungsunion.

Karikova, A. S. (2023): «Transformation of business models of Russian industrial companies under the influence of digital technologies», *Strategic Decisions and Risk Management*, 13(4), pp. 384-397. <http://dx.doi.org/10.17747/2618-947X-2022-4-384-397>.

Nelson, R. R. y S. G. Winter (1982): *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, Harvard University Press.

OCDE (2019): *Bits and bolts: the digital transformation and manufacturing*, Paris, OECD.

Porter, M. E. (1990): *The competitive advantage of nations*, New York, Free Press.

Prime (2021): «Sibur économisera des milliards grâce à la numérisation», 25 juin. Disponible en web: <https://finance.rambler.ru/business/46696352-sibur-sekonomit-milliardy-blagodarya-tsifrovizatsii/> [Consulta: 20 de octubre de 2026].

TAdviser (2025): «Overview Digitalization of Industry in Russia 2025». Disponible en web: https://tadviser.com/index.php/Article:Overview_Digitalization_of_Industry_in_Russia_2025 [Consulta: 20 de octubre de 2026].

Teece, D. J. (2018): «Business models and dynamic capabilities», *Long Range Planning*, 51(1), pp. 40-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>

Verhoef, P. C., T. Broekhuizen, Y. Bart, A. Bhattacharya, J. Qi Dong, N. Fabian y M. Haenlein (2021): «Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda», *Journal of Business Research*, 122, pp. 889-901. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Vial, G. (2019): «Understanding digital transformation: a review and a research agenda», *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), pp. 118-144. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>

Vilches, D. (2017): «Procesos de exclusión e inclusión social. Un análisis bibliográfico sobre la formación cultural del Estado en América Latina», *Autoctonía. Revista de Ciencias Sociales e Historia*, 1(2), pp. 242-253.
<http://dx.doi.org/10.23854/autoc.v0i2.42>

Yoo, Y., O. Henfridsson y K. Lyytinen (2012): «Research commentary – the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research», *Information Systems Research*, 23(5), pp. 1398-1408.