

Cartographie des interactions entre transformation digitale et transition écologique : approche bibliométrique

Mapping the Interactions Between Digital Transformation and the Ecological Transition: A Bibliometric Approach.

Auteur 1 : BRIBICH Said.

Auteur 2 : BIYNKHAR Amal.

Auteur 3 : BOUCHKARA Zaynab.

BRIBICH Said, (Maitre de conférences Habilité de diriger des recherches.)
1 Faculté de l'Economie et Gestion de Guelmim – Université Ibn Zohr – Maroc

BIYNKHAR Amal, (Doctorante.)
2 FSJES d'Agadir – Université Ibn Zohr – Maroc

BOUCHKARA Zaynab, (Doctorante.)
3 FSJES d'Agadir – Université Ibn Zohr – Maroc

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : BRIBICH .S, BIYNKHAR .A & BOUCHKARA .Z (2026) « Cartographie des interactions entre transformation digitale et transition écologique : approche bibliométrique », African Scientific Journal « Volume 03, Num 36 » pp: 1636– 1659.



DOI : 10.5281/zenodo.20705099

Copyright © 2026 – ASJ



Résumé

La transformation digitale et la transition écologique sont désormais au cœur des préoccupations des organisations et des chercheurs. Cependant, les liens entre ces deux phénomènes restent peu explorés de manière systématique. Cette communication vise à analyser ces interactions à travers une revue bibliométrique, complétée par une cartographie des connaissances, afin de fournir un panorama clair et structuré de la littérature existante.

La méthodologie adoptée se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, une recherche documentaire exhaustive sera effectuée dans la base de données scientifique Scopus, à l'aide de mots-clés relatifs à la transformation digitale, à la transition écologique et à leurs intersections. Les publications retenues seront sélectionnées selon des critères précis de qualité et de pertinence scientifique.

Ensuite, une analyse bibliométrique quantitative permettra d'identifier les tendances, les auteurs et les revues les plus influents, ainsi que les thématiques émergentes. Parallèlement, une cartographie des interactions sera réalisée à l'aide de l'outil VOSviewer, pour visualiser les relations thématiques et les principaux clusters de recherche.

Cette approche fournit non seulement une vue d'ensemble structurée de la littérature, mais met également en évidence les lacunes et les opportunités pour de futures recherches. Les résultats offriront aux chercheurs et aux praticiens un cadre clair pour mieux comprendre la convergence entre transformation digitale et transition écologique et pour développer des stratégies intégrées au sein des organisations.

Mots clés : Transformation digitale ; Technologies numériques ; Transition écologique ; Approche bibliométrique ; Durabilité.

Abstract

Digital transformation and ecological transition are now central concerns for organizations and researchers. However, the links between these two phenomena remain largely unexplored in a systematic manner. This paper aims to analyze these interactions through a bibliometric review, supplemented by a knowledge map, in order to provide a clear and structured overview of the existing literature.

The methodology adopted consists of several stages. First, an exhaustive documentary search will be carried out in the Scopus scientific database, using keywords related to digital transformation, ecological transition, and their intersections. The publications selected will be chosen according to specific criteria of quality and scientific relevance.

Next, a quantitative bibliometric analysis will identify trends, the most influential authors and journals, and emerging themes. At the same time, interactions will be mapped using the VOSviewer tool to visualize thematic relationships and key research clusters.

This approach not only provides a structured overview of the literature, but also highlights gaps and opportunities for future research. The results will provide researchers and practitioners with a clear framework for better understanding the convergence between digital transformation and ecological transition and for developing integrated strategies within organizations.

Keywords : Digital transformation ; Digital technologies ; Ecological transition ; Bibliometric approach ; Sustainability.

Introduction :

Deux forces s'entrelacent aujourd'hui pour redessiner nos trajectoires collectives : la transformation digitale et la transition écologique. L'une, portée par l'essor des technologies numériques, bouleverse les modèles organisationnels, les chaînes de valeur et les modes de production ; l'autre, née de l'urgence climatique, trace la voie d'une durabilité incontournable. Leur rencontre ouvre un espace interdisciplinaire où la digitalisation devient un levier pour accélérer la transition vers une économie plus verte et résiliente (George et al., 2021).

Les travaux récents confirment cette convergence : l'ère numérique, en remodelant les industries, offre une voie singulière vers les objectifs de durabilité (Song et al., 2025). La digitalisation, déjà profondément ancrée dans la vie humaine et sociale, apparaît comme une étape supplémentaire vers une économie durable (Crisan et al., 2025). Elle rejoint les analyses qui soulignent que l'intégration des technologies numériques dans les modèles d'affaires stimule l'innovation durable et la création de valeur environnementale (Parida et al., 2019).

Dans ce paysage, l'étude proposée se fixe pour objectif d'explorer, par une approche bibliométrique, l'évolution des recherches consacrées à cette articulation entre digitalisation et transition écologique. Il s'agit de mettre en lumière les tendances de publication, les pôles d'excellence et les réseaux de collaboration qui structurent ce champ, tout en révélant les dynamiques intellectuelles et géographiques qui l'animent.

La démarche adoptée repose sur l'exploitation de la base de données Scopus, reconnue pour sa fiabilité et sa couverture internationale. L'analyse, centrée sur la période 2010-2026, mobilise des outils de cartographie scientifique pour examiner les co-occurrences de mots-clés, les réseaux de co-auteurs et les trajectoires temporelles.

Ainsi, cette recherche ne se limite pas à un inventaire des publications, elle propose une lecture systématique et visuelle des évolutions académiques, tout en ouvrant la voie à une réflexion critique sur les orientations futures de ce champ en pleine expansion.

I. Revue de littérature :

1.1. Quand numérique et écologie se croisent : enjeux et défis

La rencontre entre le numérique et l'écologie ouvre un champ de réflexion inédit, marqué à la fois par des promesses et des contradictions. D'un côté, les technologies digitales apparaissent comme des leviers puissants pour optimiser la gestion des ressources, réduire les émissions et accompagner la transition vers des modèles plus durables. De l'autre, elles génèrent elles-mêmes une empreinte écologique significative, soulevant des interrogations sur leur véritable contribution à la durabilité. Cette articulation complexe entre innovation technologique et

impératifs environnementaux met en lumière des enjeux stratégiques et des défis majeurs, qu'il s'agit d'analyser afin de comprendre comment le numérique peut être mobilisé au service d'une transition écologique cohérente et inclusive.

1.1.1. Les apports du digital à la durabilité :

La littérature récente souligne que les technologies numériques ne se limitent pas à transformer les modèles économiques et sociaux ; elles constituent également des leviers essentiels pour accompagner la transition écologique. En effet, le digital offre des outils capables d'optimiser la gestion des ressources, de renforcer la transparence des chaînes de valeur et de favoriser l'émergence de nouveaux modèles productifs plus sobres et responsables. Ces apports se déclinent à travers plusieurs dimensions complémentaires : l'optimisation énergétique grâce aux smart grids et aux capteurs IoT, l'intelligence artificielle et le big data mobilisés pour anticiper et réduire les impacts environnementaux, la blockchain comme instrument de traçabilité et de lutte contre le greenwashing, et enfin l'industrie 4.0, qui ouvre la voie à une production flexible et durable. L'examen de ces différentes technologies permet de mieux comprendre comment le numérique peut contribuer à concilier performance économique et durabilité environnementale, tout en mettant en lumière les conditions nécessaires à leur efficacité réelle

- **Optimisation énergétique :**

Les technologies numériques jouent un rôle central dans l'optimisation énergétique, en transformant la manière dont les systèmes électriques sont gérés et utilisés. Les smart grids, associés à des capteurs IoT, permettent une gestion en temps réel des flux électriques. Ces réseaux intelligents favorisent une meilleure intégration des énergies renouvelables, telles que le solaire et l'éolien, en ajustant automatiquement l'offre et la demande selon les variations de production. Ils réduisent ainsi les pertes liées au transport et à la distribution, tout en améliorant la stabilité et la fiabilité des infrastructures énergétiques (GeSI, 2015).

Au-delà de la simple gestion des flux, les smart grids offrent des fonctionnalités avancées comme la détection des anomalies, la prévision de la demande énergétique et l'optimisation de la consommation des utilisateurs finaux. Grâce aux données collectées par les capteurs et analysées par des algorithmes d'intelligence artificielle, il devient possible de proposer des solutions personnalisées de gestion de l'énergie, incitant les consommateurs à adopter des comportements plus sobres et responsables (Verbong et al., 2013).

Cette approche contribue à une meilleure résilience des systèmes énergétiques, en rendant les réseaux plus flexibles et capables de s'adapter aux fluctuations de la demande ou aux aléas

climatiques. Elle participe également à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, en limitant le recours aux sources fossiles et en maximisant l'utilisation des énergies renouvelables (IEA, 2021).

Cependant, la littérature souligne que l'efficacité des smart grids dépend fortement de la qualité des infrastructures numériques et de la participation active des utilisateurs. Sans une sensibilisation adéquate et des incitations économiques, les bénéfices environnementaux de ces technologies risquent de rester limités. De plus, la mise en place de ces systèmes nécessite des investissements importants et une gouvernance adaptée pour garantir leur accessibilité et leur durabilité (Palensky & Dietrich, 2011).

- **Intelligence artificielle et big data :**

L'intelligence artificielle (IA) et le big data occupent une place centrale dans la transition écologique, en offrant des outils puissants pour modéliser les impacts environnementaux, anticiper les catastrophes climatiques et optimiser la consommation des ressources naturelles. Grâce à l'analyse de vastes ensembles de données, il devient possible de comprendre les dynamiques complexes des systèmes écologiques et de proposer des solutions adaptées aux enjeux de durabilité (Rolnick et al., 2019).

Dans le domaine de l'énergie, l'IA permet de prévoir la demande énergétique avec une grande précision et d'ajuster la production en conséquence, réduisant ainsi le gaspillage et favorisant l'intégration des énergies renouvelables. Les algorithmes de machine learning sont utilisés pour optimiser la gestion des réseaux électriques intelligents, améliorer la stabilité des infrastructures et limiter les pertes liées au transport et à la distribution (Wang et al., 2020).

L'IA et le big data sont également mobilisés dans la gestion de l'eau et de l'agriculture. Les capteurs connectés et les systèmes de prédiction permettent de surveiller l'humidité des sols, d'anticiper les besoins en irrigation et de réduire la consommation d'eau. Dans l'agriculture de précision, ces technologies favorisent une utilisation plus durable des intrants (engrais, pesticides), tout en augmentant la productivité et en limitant les impacts environnementaux (Kamilaris et al., 2018).

Dans le secteur des transports, l'IA contribue à optimiser les flux de mobilité, à réduire les embouteillages et à améliorer l'efficacité des systèmes de transport public. Les applications de big data permettent de développer des solutions de mobilité intelligente, comme le covoiturage ou les véhicules autonomes, qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre et favorisent une transition vers des modes de transport plus durables (Zhang et al., 2017).

Toutefois, la littérature souligne que l'utilisation de l'IA et du big data dans la durabilité comporte des défis. Les infrastructures nécessaires à leur fonctionnement, notamment les data centers, génèrent une consommation énergétique importante. De plus, la gouvernance des données, la protection de la vie privée et l'accès équitable aux technologies restent des enjeux cruciaux pour garantir que ces outils contribuent réellement à une transition écologique inclusive et responsable (Vinuesa et al., 2020).

- **Blockchain et traçabilité :**

La blockchain constitue un outil de traçabilité et de transparence particulièrement pertinent dans les chaînes d'approvisionnement. En permettant l'enregistrement décentralisé et immuable des transactions, elle garantit l'authenticité des informations liées à l'origine des produits, aux conditions de production et aux impacts environnementaux. Cette technologie favorise la confiance entre les acteurs économiques et sociaux, en réduisant les asymétries d'information et en offrant une preuve vérifiable des engagements écologiques (Saberli et al., 2019).

Dans le cadre de la transition écologique, la blockchain est mobilisée pour assurer la traçabilité des matières premières et certifier leur provenance durable. Elle permet, par exemple, de suivre le parcours des produits agricoles ou des minerais, depuis leur extraction ou leur production jusqu'au consommateur final, garantissant ainsi le respect des normes environnementales et sociales (Kouhizadeh & Sarkis, 2018).

La blockchain contribue également à la lutte contre le greenwashing, en rendant les déclarations environnementales des entreprises vérifiables et transparentes. Les consommateurs et les investisseurs peuvent accéder à des données fiables sur les pratiques durables, ce qui renforce la crédibilité des démarches de responsabilité sociale et environnementale. Elle ouvre ainsi la voie à de nouveaux modèles économiques basés sur la confiance et la transparence (Casino et al., 2019).

Cependant, la littérature souligne que l'utilisation de la blockchain dans la durabilité comporte des défis. La consommation énergétique liée à certaines blockchains, notamment celles basées sur le mécanisme de preuve de travail (Proof of Work), peut être élevée et poser un paradoxe écologique. De plus, la mise en œuvre de ces systèmes nécessite une gouvernance adaptée, une standardisation des pratiques et une coopération internationale pour garantir leur efficacité et leur accessibilité (Rejeb et al., 2021).

Il est évident que la blockchain apparaît comme une technologie prometteuse pour renforcer la durabilité des chaînes de valeur, mais son potentiel ne pourra être pleinement exploité qu'à

travers une régulation appropriée et une intégration systémique dans les stratégies de transition écologique.

- **Industrie 4.0 :**

L'industrie 4.0 représente une nouvelle étape dans l'évolution des systèmes productifs, marquée par l'automatisation, la robotisation et l'interconnexion des machines. Portée par des technologies comme l'Internet des objets (IoT), l'intelligence artificielle, la fabrication additive ou encore les systèmes cyber-physiques, elle transforme les usines traditionnelles en usines intelligentes, capables de collecter et d'analyser en continu des données pour optimiser chaque étape du processus de production (Stock & Seliger, 2016).

Cette révolution numérique ouvre des perspectives inédites pour une production plus durable. En ajustant la fabrication à la demande réelle, les entreprises réduisent les gaspillages et améliorent leur efficacité énergétique. Les capteurs et systèmes de contrôle automatisés permettent une utilisation plus rationnelle des matières premières, tout en limitant les externalités négatives. L'impression 3D, par exemple, favorise une production sur mesure qui minimise les pertes de matériaux et encourage la réutilisation (Liu & Xu, 2017).

Au-delà de l'efficacité opérationnelle, l'industrie 4.0 contribue à l'émergence de nouveaux modèles économiques alignés avec les principes de l'économie circulaire. La traçabilité renforcée des chaînes d'approvisionnement et l'intégration de critères écologiques dans les décisions industrielles favorisent une transition vers des pratiques plus responsables et transparentes (Kamble et al., 2018).

Toutefois, cette transition n'est pas exempte de défis. La mise en œuvre de l'industrie 4.0 exige des investissements considérables en infrastructures numériques et en compétences spécialisées. De plus, l'impact environnemental des technologies elles-mêmes – consommation énergétique des systèmes connectés, renouvellement des équipements – doit être pris en compte afin d'éviter que les bénéfices écologiques ne soient annulés par de nouvelles externalités (Kamble et al., 2018).

Ainsi, l'industrie 4.0 apparaît comme une opportunité stratégique pour concilier performance économique et durabilité environnementale, à condition qu'elle soit accompagnée d'une gouvernance adaptée et de politiques publiques capables d'encadrer son déploiement.

1.1.2. Les paradoxes et les limites de transformation digitale :

La transformation digitale est souvent présentée comme un vecteur de progrès, capable de stimuler l'innovation, d'améliorer l'efficacité et de soutenir la transition vers des modèles plus durables. Pourtant, la littérature met en évidence que ses effets ne sont pas univoques : aux

bénéfices attendus s'ajoutent des paradoxes et des limites qui en complexifient l'évaluation. D'un côté, le numérique favorise la dématérialisation, l'optimisation des processus et la transparence des chaînes de valeur ; de l'autre, il engendre une empreinte écologique croissante, accentue les risques liés à l'effet rebond et révèle des inégalités d'accès aux technologies. Ces contradictions invitent à dépasser une vision technocentrée de la digitalisation pour interroger ses impacts réels sur l'environnement, la société et l'économie. L'analyse de ces paradoxes constitue ainsi une étape essentielle pour comprendre les conditions dans lesquelles la transformation digitale peut devenir un véritable levier de durabilité, plutôt qu'un facteur aggravant des pressions existantes.

- **Empreinte écologique du numérique :**

Si le digital est porteur de solutions pour accompagner la transition écologique, il génère également une empreinte environnementale considérable. Les infrastructures numériques, en particulier les data centers, consomment une part croissante de l'électricité mondiale. Leur fonctionnement continu et la nécessité de maintenir des systèmes de refroidissement performants en font des installations particulièrement énergivores, contribuant à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (Jones, 2018). Selon certaines estimations, la consommation énergétique des data centers pourrait représenter d'ici 2030 une proportion significative de la demande mondiale d'électricité, posant un défi majeur en matière de durabilité (IEA, 2021).

Par ailleurs, la production et le renouvellement des équipements numériques comme les ordinateurs, smartphones, tablettes et objets connectés – entraînent une accumulation croissante de déchets électroniques (e-waste). Ces déchets contiennent des substances toxiques et des métaux rares dont l'extraction et le traitement ont un impact environnemental et social important. Leur gestion et leur recyclage constituent un enjeu mondial, car une grande partie des déchets électroniques n'est pas correctement traitée et finit dans des décharges informelles, souvent situées dans des pays en développement (Baldé et al., 2017).

Cette empreinte écologique du numérique soulève un paradoxe : les technologies digitales, censées favoriser la durabilité, peuvent simultanément accentuer les pressions environnementales si elles ne sont pas accompagnées de politiques de régulation et de stratégies de sobriété numérique. Les chercheurs insistent sur la nécessité de développer des infrastructures énergétiquement plus efficaces, de promouvoir l'allongement de la durée de vie des équipements et de renforcer les filières de recyclage afin de limiter les impacts négatifs du numérique sur l'environnement (Corcoran et al., 2012).

Ainsi, le numérique ne peut être considéré comme une solution durable en soi ; il doit être intégré dans une approche systémique qui prend en compte ses externalités environnementales et qui cherche à réduire son empreinte écologique globale.

- **Effet rebond :**

L'effet rebond constitue l'un des paradoxes majeurs de la transformation digitale appliquée à la durabilité. Il désigne la situation où les gains d'efficacité énergétique obtenus grâce aux technologies numériques sont annulés, voire dépassés, par une augmentation de la demande. En d'autres termes, si le numérique permet de réduire la consommation énergétique par unité produite ou utilisée, il peut simultanément stimuler de nouveaux usages qui accroissent la consommation globale (Herring & Roy, 2007).

La dématérialisation des services illustre parfaitement ce phénomène. Le passage du support physique au numérique, comme dans le cas du streaming musical ou vidéo, réduit les coûts de production et de distribution. Cependant, cette accessibilité accrue entraîne une explosion de la consommation de contenus numériques, ce qui génère une hausse des besoins énergétiques liés aux data centers, aux réseaux de télécommunication et aux terminaux utilisés par les consommateurs (Sorrell, 2009). De même, l'essor du e-commerce favorise une logistique plus efficace, mais contribue à l'augmentation du volume des transactions, des livraisons et des emballages, ce qui alourdit l'empreinte écologique globale (Gossart, 2015).

La littérature distingue plusieurs formes d'effet rebond :

- **Direct** : lorsque l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un service entraîne une augmentation de son utilisation (ex. streaming illimité).
- **Indirect** : lorsque les économies réalisées grâce à l'efficacité énergétique sont réinvesties dans d'autres activités énergivores (ex. économies sur la facture numérique utilisées pour financer des voyages).
- **Macroéconomique** : lorsque l'innovation digitale stimule la croissance économique globale, augmentant ainsi la demande énergétique à l'échelle systémique (Sorrell, 2009).

Ce paradoxe met en lumière la nécessité d'une gouvernance adaptée. Les politiques publiques doivent encadrer l'usage des technologies numériques afin de limiter les effets rebond, par exemple en favorisant l'efficacité énergétique des infrastructures, en encourageant la sobriété numérique et en sensibilisant les consommateurs à l'impact environnemental de leurs pratiques digitales.

L'effet rebond rappelle que la digitalisation, bien qu'elle soit un levier d'efficacité, ne garantit pas automatiquement une réduction de l'empreinte écologique. Sans régulation et sans changement des comportements, elle risque de renforcer les dynamiques de surconsommation et d'aggraver les pressions environnementales.

- **Fracture numérique :**

La fracture numérique constitue un obstacle majeur à l'accès équitable aux solutions durables. Si les technologies digitales offrent des opportunités considérables pour accompagner la transition écologique, leur diffusion reste inégale selon les territoires et les catégories sociales. Les populations défavorisées, les zones rurales ou éloignées n'ont pas toujours accès aux infrastructures numériques nécessaires pour bénéficier des innovations écologiques, telles que les plateformes de mobilité partagée, les applications de suivi énergétique ou les services de consommation responsable. Cette inégalité d'accès accentue les disparités sociales et territoriales, limitant la portée inclusive de la transition digitale et écologique (van Dijk, 2020). La littérature souligne que cette fracture ne se réduit pas uniquement à une question d'accès matériel aux technologies, mais englobe également des dimensions culturelles, éducatives et économiques. L'absence de compétences numériques, le manque de formation et les coûts élevés des équipements constituent autant de freins à l'adoption des solutions digitales durables (Hilbert, 2011). De plus, les inégalités d'accès aux données et aux infrastructures numériques peuvent renforcer les asymétries de pouvoir entre grandes entreprises technologiques et acteurs locaux, réduisant la capacité des communautés à s'approprier les outils digitaux pour répondre à leurs propres besoins écologiques (Graham, 2014).

Ainsi, la fracture numérique ne se limite pas à une problématique technologique, mais représente un enjeu de justice sociale et environnementale. Pour que la transformation digitale contribue réellement à la durabilité, il est nécessaire de mettre en place des politiques publiques inclusives, visant à réduire les inégalités d'accès et à renforcer les compétences numériques des populations. La transition écologique ne peut être pleinement réalisée que si les innovations digitales sont accessibles à tous et intégrées dans une logique de solidarité et d'équité.

1.2. Penser ensemble le digital et l'écologie :

La convergence entre le digital et l'écologie ne relève plus d'une simple juxtaposition de deux dynamiques contemporaines ; elle constitue désormais un champ d'interaction stratégique où les technologies numériques sont mobilisées pour répondre aux défis environnementaux. Penser ensemble le digital et l'écologie implique de dépasser une vision sectorielle pour envisager une approche intégrée, capable de concilier innovation technologique, durabilité et justice sociale.

La littérature met en évidence que cette articulation ouvre des perspectives inédites : optimisation des ressources, transparence des chaînes de valeur, émergence de nouveaux modèles économiques, mais aussi vigilance face aux paradoxes écologiques générés par le numérique. Cette réflexion conjointe invite à considérer le digital non seulement comme un outil, mais comme un vecteur de transformation systémique, dont l'impact sur la transition écologique dépend des choix organisationnels, politiques et culturels qui l'accompagnent.

1.2.1. La transformation digitale : concepts clés

La transformation digitale désigne l'intégration des technologies numériques dans l'ensemble des activités économiques, sociales et organisationnelles. Elle ne se limite pas à l'adoption d'outils technologiques, mais implique une **reconfiguration des modèles d'affaires, des processus et des pratiques sociales** (Brennen & Kreiss, 2016). Les concepts clés qui structurent cette transformation incluent :

- **Digitalisation des processus** : automatisation et dématérialisation des services, permettant une meilleure efficacité et une réduction des coûts.
- **Innovation technologique** : recours à l'intelligence artificielle, au big data, à l'Internet des objets et à la blockchain pour créer de nouvelles solutions.
- **Expérience utilisateur** : mise en avant de la personnalisation et de l'interactivité, transformant la relation entre organisations et individus.
- **Écosystèmes numériques** : plateformes collaboratives et réseaux interconnectés qui favorisent la co-création et l'innovation ouverte (Chesbrough, 2020).

Ces concepts traduisent une évolution vers une économie fondée sur la donnée, la connectivité et la flexibilité, où le numérique devient un levier stratégique de compétitivité et de durabilité.

1.2.2. La transition écologique : cadre et objectifs

La transition écologique s'impose aujourd'hui comme un impératif global face aux pressions environnementales, sociales et économiques qui menacent la soutenabilité des systèmes humains et naturels. Elle ne se réduit pas à une simple adaptation technique, mais constitue une transformation systémique visant à repenser les modèles de développement, les modes de production et les pratiques de consommation. La littérature met en évidence que cette transition repose sur un cadre conceptuel et institutionnel solide, s'appuie sur des objectifs interdépendants, environnementaux, économiques et sociaux et se confronte à des défis majeurs qui en complexifient la mise en œuvre.

L'analyse de ces trois dimensions permet de comprendre comment la transition écologique peut être envisagée comme un projet collectif, articulante régulation internationale, justice sociale et innovation, tout en révélant les paradoxes et tensions qui accompagnent son déploiement.

1.2.2.1. Le cadre conceptuel et institutionnel de la transition écologique :

La transition écologique s'inscrit dans un cadre conceptuel qui dépasse la simple protection de l'environnement pour intégrer une transformation systémique des modèles économiques, sociaux et politiques. Elle repose sur l'idée que la croissance et le développement doivent être repensés afin de respecter les limites planétaires et de garantir la soutenabilité des ressources naturelles (Rockström et al., 2009). Sur le plan institutionnel, ce cadre est consolidé par des accords internationaux tels que l'Accord de Paris (2015), qui fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, et par les Objectifs de développement durable (ODD) adoptés par les Nations Unies en 2015. Ces instruments normatifs traduisent une volonté globale de concilier prospérité économique, justice sociale et préservation de l'environnement (UN, 2015). La littérature souligne également le rôle des politiques publiques nationales et locales, qui doivent articuler régulation, incitations économiques et innovation technologique pour accompagner cette transition. Le cadre conceptuel de la transition écologique est donc multidimensionnel, combinant normes internationales, stratégies nationales et initiatives locales (Meadowcroft, 2009).

1.2.2.2. Les objectifs de la transition écologique :

Les objectifs de la transition écologique sont multiples et interdépendants. Sur le plan environnemental, il s'agit de réduire drastiquement les émissions de gaz à effet de serre, de préserver la biodiversité et de limiter l'exploitation des ressources naturelles. Sur le plan économique, la transition vise à promouvoir des modèles fondés sur l'économie circulaire, la sobriété énergétique et l'innovation verte (GeSI, 2015).

Un autre objectif central est la justice sociale et territoriale. La transition écologique ne peut être durable que si elle garantit une répartition équitable des coûts et des bénéfices, en évitant que les populations vulnérables ne soient exclues des innovations ou pénalisées par les politiques environnementales (Schlosberg, 2013). Elle doit également favoriser l'inclusion des citoyens dans les processus décisionnels, en renforçant la participation démocratique et la transparence.

Enfin, la transition écologique poursuit un objectif de résilience systémique. Elle cherche à rendre les sociétés capables de s'adapter aux chocs climatiques, économiques et sanitaires, en

développant des infrastructures durables et en diversifiant les sources d'énergie (Folke et al., 2010).

II. Analyse bibliométrique des publications scientifiques sur la transformation digitale et la transition écologique

L'analyse bibliométrique constitue une méthode incontournable pour cartographier les dynamiques de recherche et rendre visibles les tendances émergentes dans des champs interdisciplinaires tels que la transformation digitale et la transition écologique. Elle permet d'identifier les réseaux de collaboration, les thématiques dominantes et les zones encore marginalisées. Comme le rappelle Donthu, l'analyse bibliométrique offre une approche systématique et transparente pour évaluer la structure intellectuelle et la performance d'un champ de recherche. Cette perspective justifie pleinement le recours à une telle méthode pour explorer les synergies et tensions entre digitalisation et soutenabilité.

2.1. Problématique et justification du choix de base de données SCOPUS

2.1.1. Problématique

La transformation digitale et la transition écologique s'imposent comme deux dynamiques structurantes des mutations contemporaines des systèmes économiques, organisationnels et sociétaux. Si la littérature met souvent en avant le potentiel des technologies numériques comme leviers d'efficacité environnementale, d'optimisation des ressources et d'innovation durable, elle souligne également leurs effets ambivalents, voire contradictoires, en raison de l'augmentation de la consommation énergétique, de l'extraction de ressources rares et de la production de déchets électroniques. Cette tension croissante révèle une problématique centrale : *Comment les interactions entre transformation digitale et transition écologique sont-elles conceptualisées, structurées et évaluées dans les travaux scientifiques existants ?* Face à une production académique fragmentée, dispersée entre disciplines et marquée par des approches hétérogènes, il devient nécessaire de cartographier de manière systématique les courants de recherche, les thématiques dominantes et les évolutions conceptuelles qui façonnent ce champ. En ce sens, une revue bibliométrique s'impose comme un outil analytique pertinent pour éclairer les convergences, les controverses et les lacunes de la littérature, et ainsi offrir une lecture structurée des synergies et des tensions qui caractérisent l'articulation entre numérique et durabilité.

2.1.2. Justification du choix de la base de données SCOPUS

L'analyse repose sur un corpus de publications scientifiques internationales sélectionnées à partir d'une base de données reconnue pour l'ampleur de sa couverture et la diversité des

disciplines qu'elle agrège. Cette source permet de rassembler des travaux issus de champs complémentaires tels que les sciences de gestion, les systèmes d'information, l'ingénierie, les sciences de l'environnement et les sciences sociales, offrant ainsi une vision transversale des recherches portant sur la transformation digitale et la transition écologique. La qualité de l'indexation, fondée sur des critères stricts d'évaluation des revues et des actes de conférences, contribue à la fiabilité des données mobilisées. En outre, la disponibilité de métadonnées homogènes et structurées, incluant les informations relatives aux citations, aux affiliations institutionnelles et aux mots-clés, facilite la mise en œuvre d'analyses bibliométriques avancées. Ce cadre méthodologique permet non seulement de cartographier l'évolution des thématiques et des courants de recherche, mais également d'identifier les réseaux de collaboration et les dynamiques de production scientifique, tout en assurant la robustesse et la reproductibilité des résultats obtenus.

2.2. La méthodologie de recherche

Pour mener cette étude, nous avons mobilisé des outils de recherche bibliographique et de traitement bibliométrique. La constitution du corpus s'est appuyée sur la base de données Scopus, reconnue pour sa couverture exhaustive et sa fiabilité dans l'évaluation de la production scientifique internationale. La requête a été construite à partir de deux ensembles de mots-clés : ceux relatifs à la transformation digitale (digital transformation, digitalization, Industry 4.0, artificial intelligence, big data, internet of things, blockchain) et ceux associés à la transition écologique (ecological transition, environmental transition, green transition, sustainability transition, sustainable development, environmental sustainability, climate transition).

La recherche initiale a permis d'identifier 31 425 articles. Après application de filtres (période de publication entre 2010 et 2026, domaine disciplinaire limité à Business, Management and Accounting, type de document restreint aux articles de recherche, et langue anglaise), le corpus final a été réduit à 2 525 articles issus de Scopus. Les résultats ont été exportés au format CSV puis importés dans le logiciel VOSviewer, afin de réaliser l'analyse bibliométrique. Ce traitement a permis de générer des cartes de co-occurrence de mots-clés, de co-citation d'auteurs et de réseaux de collaboration, offrant une cartographie visuelle des dynamiques de recherche sur l'articulation entre digitalisation et transition écologique.

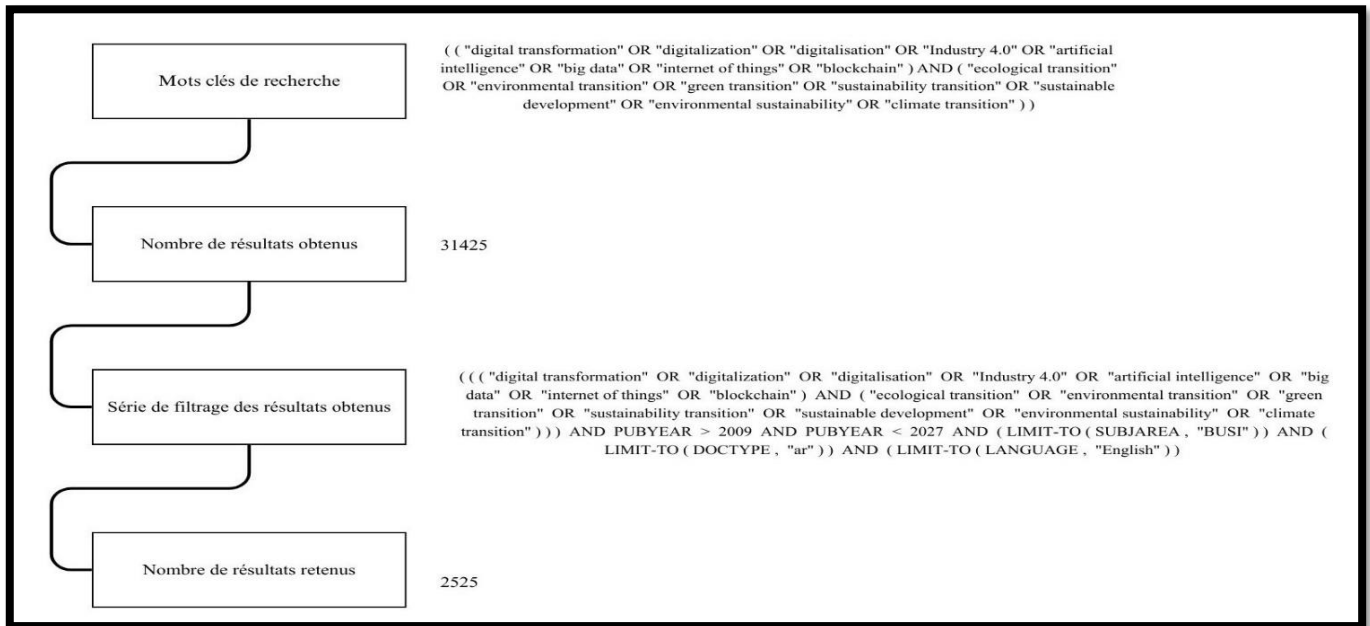


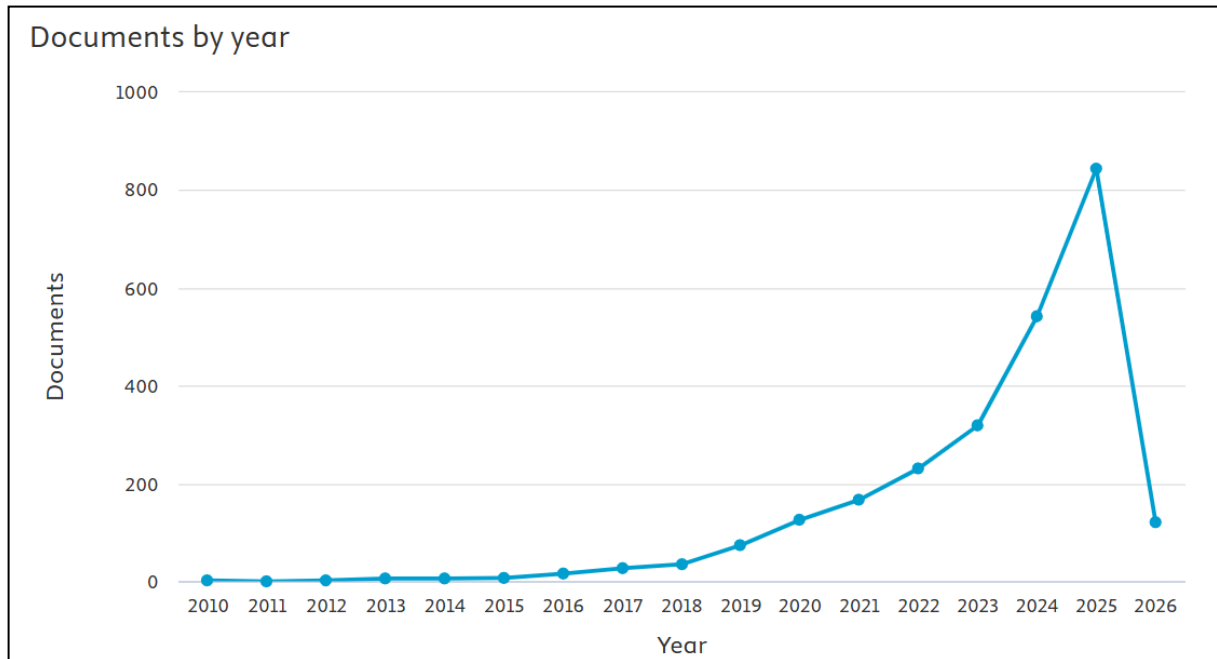
Figure 1: Recherche et sélection de la base de données bibliographiques

Source : Les auteurs

2.1. Analyse des données

2.1.1. Analyse de l'évolution des publications :

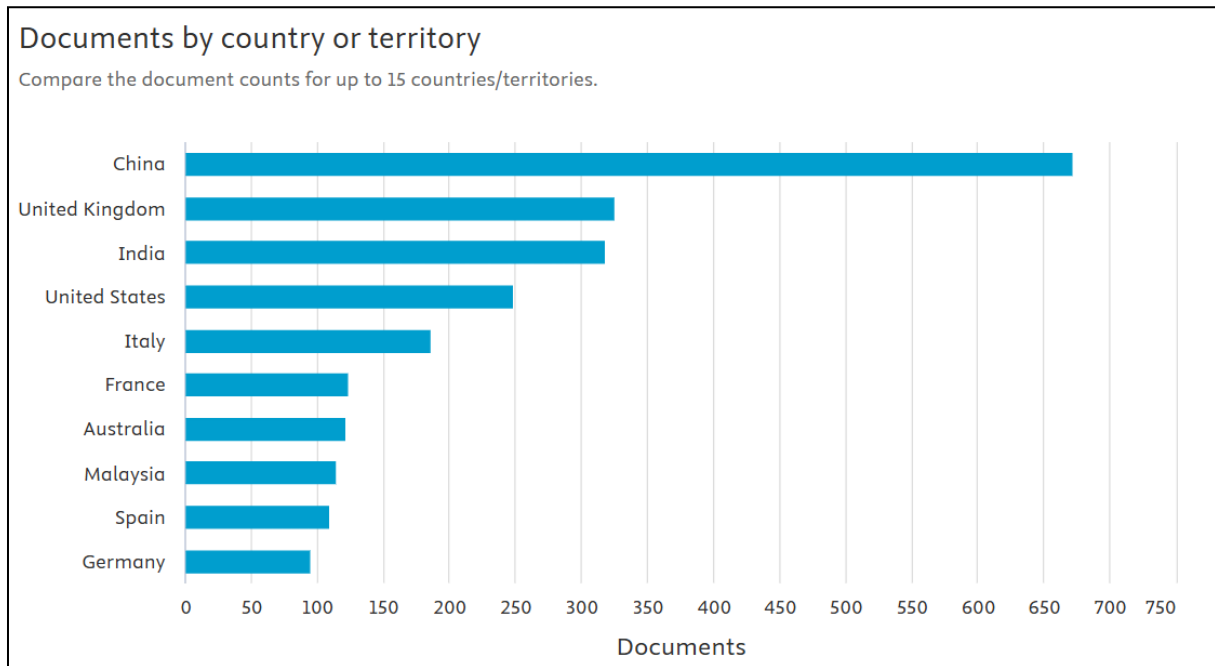
L'évolution des publications scientifiques sur la transformation digitale et la transition écologique révèle une trajectoire ascendante qui s'inscrit dans le temps long des mutations technologiques et des préoccupations environnementales. Les premières années, entre 2010 et 2018, traduisent une phase exploratoire où les chercheurs commencent à croiser les concepts de digitalisation et de durabilité, donnant naissance à des travaux encore dispersés. À partir de 2019, la courbe s'élève de manière plus marquée, portée par l'essor des technologies émergentes (intelligence artificielle, blockchain, Internet des objets) et par l'urgence croissante des politiques climatiques. Le pic atteint en 2025, avec plus de 800 documents recensés, illustre un moment de cristallisation où la recherche se structure autour de thématiques dominantes et de réseaux de collaboration consolidés. La baisse apparente en 2026 ne doit pas être interprétée comme un recul de l'intérêt scientifique : elle s'explique par le fait que nous sommes au début de l'année et que les bases de données comme Scopus n'ont pas encore indexé l'ensemble des publications en cours. Ce décalage met en lumière une caractéristique propre aux analyses bibliométriques : elles reflètent non seulement la dynamique de la recherche, mais aussi les temporalités de diffusion et d'archivage des savoirs.

Figure 2: Evolution des publications

Source : SCOPUS

2.1.2. Analyse des publications par pays

La répartition des publications scientifiques issues de Scopus sur la transformation digitale et la transition écologique révèle une forte concentration en Asie et en Europe, avec la Chine en tête (près de 750 articles), suivie par le Royaume-Uni (environ 500), l'Inde (près de 450) et les États-Unis (près de 400), traduisant l'importance stratégique accordée à ces thématiques dans les grandes puissances académiques et économiques. L'Italie et la France, chacune autour de 300 documents, illustrent la dynamique européenne soutenue par les politiques communautaires telles que le Pacte vert et les programmes Horizon, tandis que l'Australie, la Malaisie et l'Espagne (200–250 publications) témoignent de l'émergence de pôles régionaux actifs dans la recherche sur la durabilité numérique. Enfin, l'Allemagne, avec moins de 200 articles, occupe une position plus discrète mais reste intégrée dans le réseau européen. Cette distribution ne se limite pas à un simple décompte quantitatif : elle reflète les priorités nationales, les capacités de financement et les contextes institutionnels qui façonnent les agendas scientifiques, mettant en évidence à la fois des pôles d'excellence consolidés et des zones émergentes de production académique.

Figure 3: Nombre de publications par pays

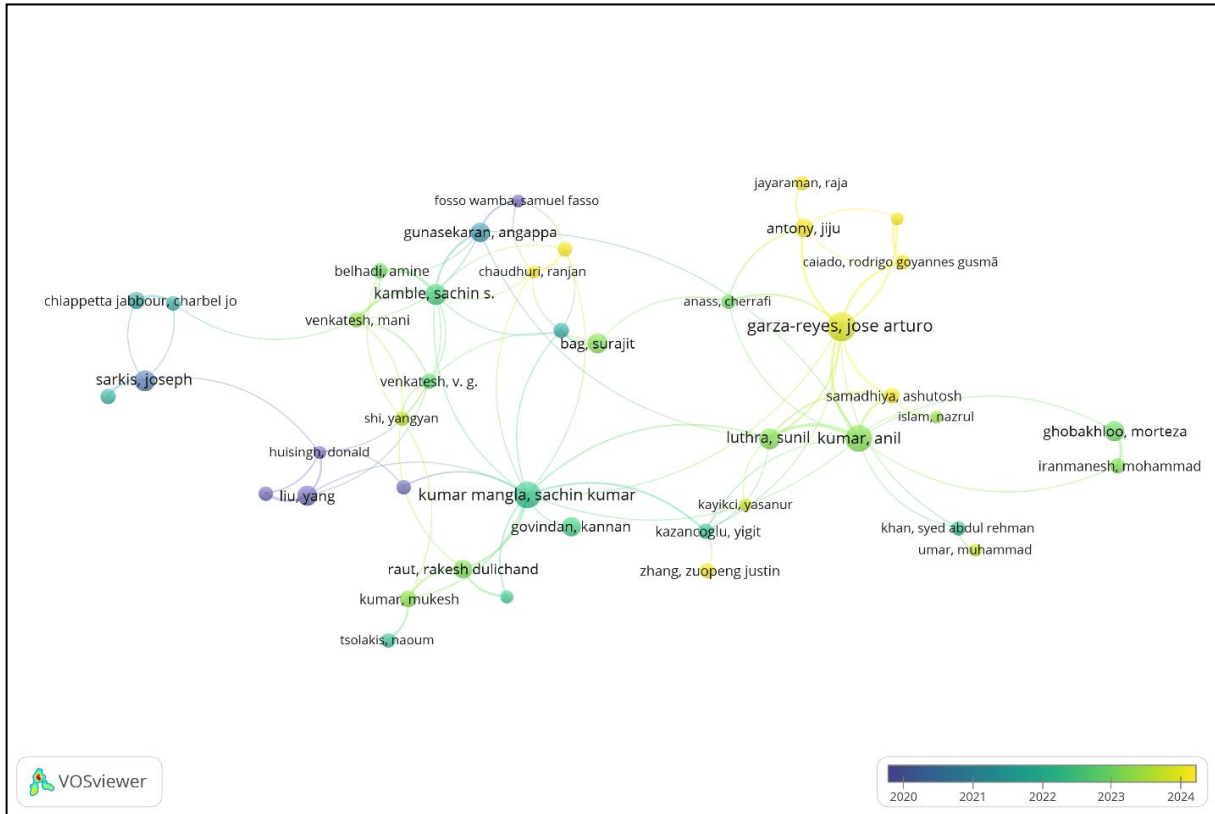
Source : SCOPUS

2.1.3. Analyse co-auteur :

La visualisation du réseau de co-auteurs, met en évidence une structuration collaborative dense et évolutive au sein du champ de recherche croisant transformation digitale et transition écologique. Chaque nœud représente un chercheur, dont la taille reflète l'intensité de sa production scientifique, tandis que les liens indiquent les relations de co-publication, révélant des communautés de travail consolidées. La coloration graduée, allant du bleu au jaune, permet d'appréhender la temporalité des contributions, les teintes plus chaudes signalant une activité récente (2024) et les plus froides des publications antérieures (2020). Des figures centrales telles que Garza-Reyes, Jose Arturo, Kumar Mangla, Sachin Kumar, Kamble, Sachin S., ou encore Luthra, Sunil occupent des positions nodales stratégiques, suggérant leur rôle moteur dans la structuration du champ et la diffusion des savoirs. La présence de clusters bien définis, parfois interconnectés, témoigne d'une dynamique de collaboration transnationale et interdisciplinaire, où les réseaux académiques se densifient autour de thématiques convergentes. Cette cartographie ne se limite pas à une représentation graphique, elle révèle les logiques d'agrégation scientifique, les pôles d'influence, les trajectoires émergentes et les zones de faible

densité, offrant ainsi une lecture fine des dynamiques intellectuelles qui façonnent un domaine en pleine expansion.

Figure 4: Analyse co-auteur



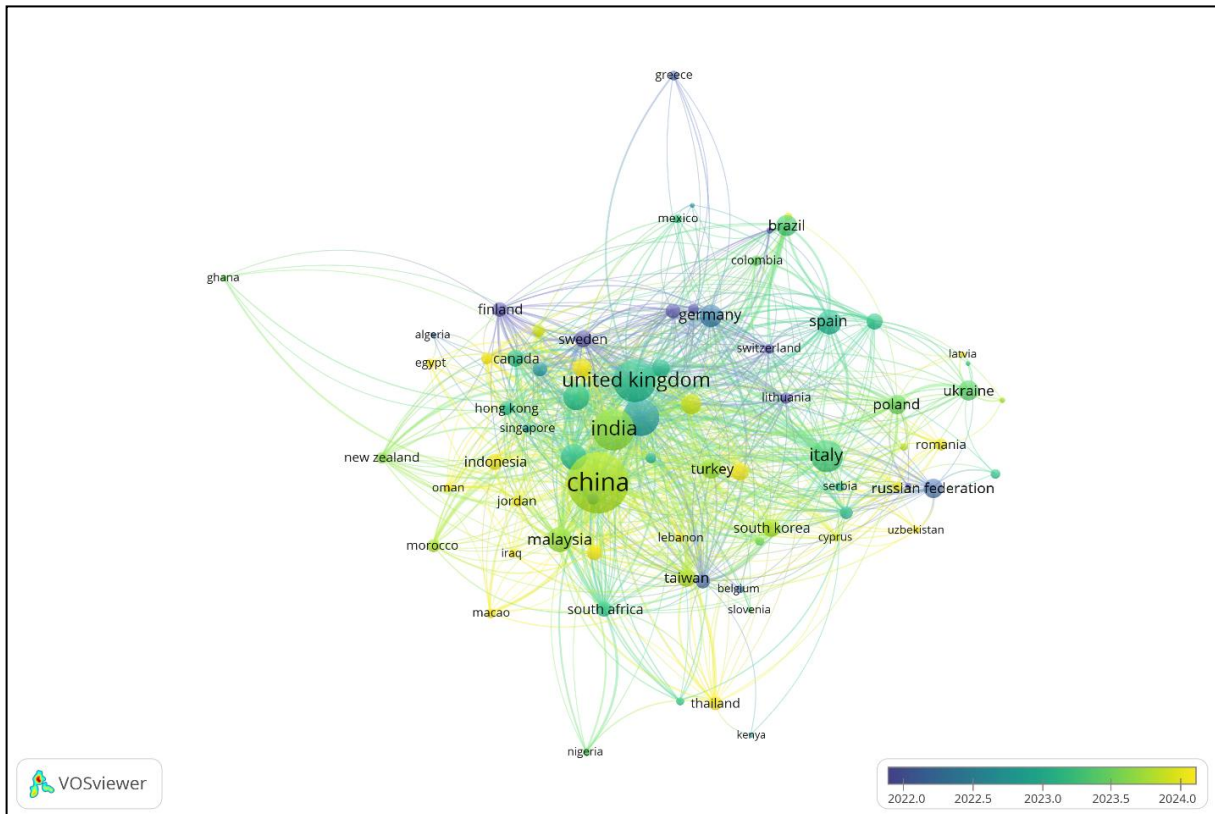
Source : VOSviewer

2.1.4. Analyse co-auteur par pays :

La cartographie du réseau de co-autorat par pays met en évidence une structuration dense et hiérarchisée des collaborations scientifiques à l'échelle internationale. La distribution des nœuds révèle une forte concentration de l'activité de recherche autour de quelques pays occupant des positions centrales, notamment la Chine, l'Inde et le Royaume-Uni, dont la taille et la connectivité traduisent à la fois un volume élevé de publications et une capacité marquée à fédérer des partenariats transnationaux. Autour de ces pôles majeurs s'organisent des ensembles régionaux fortement interconnectés, en particulier en Europe, où des pays tels que l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, la Suède et la Finlande participent à des réseaux de collaboration denses, tout en maintenant des liens soutenus avec les principaux acteurs asiatiques. D'autres pays, à l'instar du Canada, de la Suisse ou de la Corée du Sud, occupent des positions intermédiaires, jouant un rôle de relais entre différents sous-réseaux. Par ailleurs, l'intégration progressive de pays émergents d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine, bien que caractérisée par des contributions plus modestes, témoigne d'une ouverture croissante du champ

et d'une internationalisation accrue des travaux. La variation chromatique associée aux périodes de publication suggère enfin une intensification récente des collaborations pour plusieurs pays, reflétant le caractère dynamique et évolutif du réseau. Dans son ensemble, cette configuration illustre un système de co-autorat structuré autour de pôles dominants, au sein duquel les interactions internationales jouent un rôle central dans la diffusion des connaissances et la consolidation du champ de recherche étudié.

Figure 5: Analyse co-auteur par pays



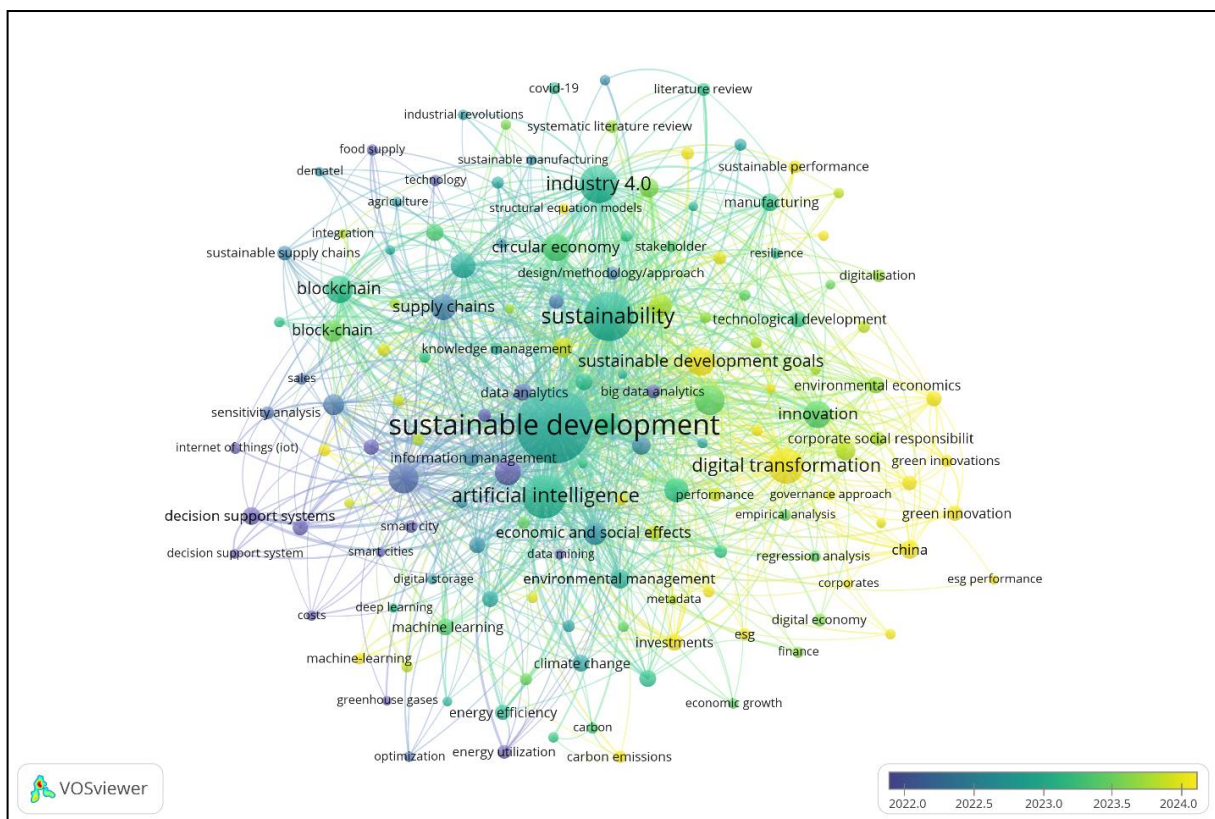
Source : VOSviewer

2.1.5. Analyse de co-occurrence :

L'examen de la cartographie de cooccurrence suggère que les relations entre transformation digitale et transition écologique s'organisent progressivement autour d'un espace conceptuel commun dominé par le développement durable. La proximité observée entre les termes liés aux technologies numériques, tels que *digital transformation*, *artificial intelligence*, *big data analytics* ou *Industry 4.0*, et ceux relevant des enjeux environnementaux, notamment *energy efficiency*, *carbon emissions* et *environmental management*, semble indiquer une convergence croissante des deux dynamiques dans la littérature récente. Cette configuration du réseau laisse apparaître que les outils digitaux sont de plus en plus mobilisés dans des contextes orientés vers

l'optimisation des ressources, la réduction des impacts environnementaux et l'amélioration des performances durables. Par ailleurs, l'association récurrente entre transformation digitale, *green innovation* et critères *ESG* suggère une évolution des usages du numérique, désormais envisagés dans une perspective de gouvernance responsable et de création de valeur à long terme. Dans cette optique, la cartographie ne montre pas une simple juxtaposition de thématiques, mais plutôt l'émergence progressive d'un cadre intégré où la transition écologique semble influencer les trajectoires de la digitalisation, tout autant que cette dernière contribue à redéfinir les modalités opérationnelles de la durabilité.

Figure 6: Analyse de co-occurrence des mots clés



Source : VOSviewer

Conclusion :

La convergence entre transformation digitale et transition écologique s'affirme comme l'un des paradigmes les plus structurants de la recherche contemporaine. Elle ne se limite pas à juxtaposer deux dynamiques majeures, mais traduit une recomposition profonde des modèles de production, de gouvernance et d'innovation. Les technologies numériques, en tant que catalyseurs de durabilité, ouvrent des perspectives inédites pour répondre aux défis environnementaux, tout en redéfinissant les trajectoires économiques et sociales. L'intensification des travaux scientifiques, la multiplication des collaborations internationales et l'émergence de pôles d'excellence témoignent de la vitalité de ce champ, mais révèlent également des asymétries persistantes qui invitent à une lecture critique.

Ces disparités géographiques et institutionnelles rappellent que la transition numérique et écologique ne peut être appréhendée de manière uniforme : elle dépend des contextes politiques, des capacités de financement et des priorités stratégiques propres à chaque pays. La concentration des savoirs dans certaines régions du monde souligne l'importance d'une diffusion plus équitable et d'une ouverture vers des zones encore marginales, afin d'éviter que la production académique ne reflète qu'une partie des réalités globales. Dans le même temps, l'émergence de clusters interdisciplinaires et de collaborations transnationales constitue un signal fort de la volonté des chercheurs de dépasser les frontières disciplinaires et nationales pour construire des approches intégrées.

La pertinence scientifique de ce champ réside précisément dans sa capacité à conjuguer rigueur analytique et impact sociétal. En mettant en lumière les logiques d'agrégation, les trajectoires émergentes et les pôles consolidés, la recherche sur la digitalisation durable contribue à orienter les mutations en cours plutôt qu'à les accompagner passivement. Elle invite à interroger les implications politiques et économiques de ces transformations, à réfléchir aux conditions d'une gouvernance scientifique et institutionnelle capable de soutenir une transition équitable, et à envisager les contours d'une interdisciplinarité renforcée.

Ainsi, la dynamique actuelle ne constitue pas un aboutissement, mais un point de départ vers de nouvelles explorations. Les synergies entre numérique et durabilité ouvrent un horizon fertile où se dessinent les recherches de demain, à la croisée des enjeux technologiques, environnementaux et sociétaux. Loin de clore le débat, la réflexion sur cette articulation appelle à une mobilisation accrue des chercheurs, des institutions et des décideurs, afin que la production scientifique contribue pleinement à la construction d'un avenir durable et inclusif.

Références bibliographiques :

- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017*. United Nations University, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association.
- Brennan, S., & Kreiss, D. (2016). Digitalization. In *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*. Wiley.
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55–81.
- Chesbrough, H. (2020). *Open Innovation Results: Going Beyond the Hype and Getting Down to Business*. Oxford University Press.
- Corcoran, E., et al. (2012). *Global Environment Outlook 5*. United Nations Environment Programme.
- Crisan, A., Belciu, A., & Popescu, D. (2025). *Digitalization and sustainable development: Emerging synergies*. Sustainability.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). Bibliometric analysis: Guidelines for researchers and academicians. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20.
- George, G., Lakhani, K. R., & Puranam, P. (2021). *What has changed? Digital transformation and the future of management*. Academy of Management Discoveries, 7(1), 1–12.
- GeSI (Global e-Sustainability Initiative). (2015). *SMARTer2030: ICT Solutions for 21st Century Challenges*. GeSI Report.
- Gossart, C. (2015). Rebound effects and ICT: A review of the literature. In *ICT Innovations for Sustainability* (pp. 435–448). Springer.
- Graham, M. (2014). Inequitable distributions in Internet geographies: The global South is gaining access but lags in local content. *Environment and Planning A*, 46(5), 1049–1069.
- Herring, H., & Roy, R. (2007). Technological innovation, energy efficiency design and the rebound effect. *Technovation*, 27(4), 194–203.

- Hilbert, M. (2011). Digital gender divide or technologically empowered women in developing countries? A typical case of lies, damned lies, and statistics. *Women's Studies International Forum*, 34(6), 479–489.
- IEA (International Energy Agency). (2021). *Data Centres and Data Transmission Networks*. Paris: IEA.
- Jones, N. (2018). How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. *Nature*, 561(7722), 163–166.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review. *Sustainable Production and Consumption*, 20, 65–81.
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23–37.
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices, potentials, and perspectives in sustainable supply chains. *Sustainability*, 10(10), 3652.
- Liu, Y., & Xu, X. (2017). Industry 4.0 and cloud manufacturing: A comparative analysis. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 139(3), 034701.
- Meadowcroft, J. (2009). What about the politics? Sustainable development, transition management, and long-term energy transitions. *Policy Sciences*, 42(4), 323–340.
- Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(3), 381–388.
- Parida, V., Sjödin, D., & Reim, W. (2019). *Reviewing digitalization for value creation in industrial firms: Past research and future directions*. *Sustainability*, 11(2), 391.
- Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2021). Blockchain technology in the smart city: A bibliometric review. *Quality & Quantity*, 55, 1707–1736.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., ... Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475.
- Rolnick, D., et al. (2019). Tackling climate change with machine learning. *arXiv preprint arXiv:1906.05433*.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117–2135.

- Schlosberg, D. (2013). *Environmental Justice and the Politics of Multispecies Worlds*. Routledge.
- Song, M., Fisher, R., & Kwoh, Y. (2025). *Digital transformation and sustainability: Pathways for industrial innovation*. Journal of Cleaner Production.
- Sorrell, S. (2009). Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy*, 37(4), 1456–1469.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536–541.
- UN (United Nations). (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- van Dijk, J. (2020). *The Digital Divide*. Polity Press.
- Verbong, G. P. J., Beemsterboer, S., & Sengers, F. (2013). Smart grids or smart users? Involving users in developing a smart electricity grid. *Energy Policy*, 52, 117–125.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... Nerini, F. F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11, 233.
- Wang, Y., Chen, Q., Hong, T., & Kang, C. (2020). Review of smart grid technologies for renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110337.
- Zhang, L., Yang, S., & Wang, H. (2017). Intelligent transportation systems: A review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*,