

Impact énergétique et environnemental du futur mega- datacenters sur le territoire Ivoirien.

Energy and environmental impact of the future mega-datacenter on the Ivorian territory.

KONE Souleymane

Enseignant chercheur

Université Péléforo GON COULIBALY (UPGC)

Unité de formation et de recherche (UFR) des sciences sociales

Date de soumission : 06/03/2024

Date d'acceptation : 01/09/2024

Pour citer cet article :

KONE. S. (2024) « Impact énergétique et environnemental du futur méga-datacenters sur le territoire Ivoirien »,
Revue Française d'Economie et de Gestion « Volume 5 : Numéro 9 » pp : 62-87.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons
Attribution License 4.0 International License



Résumé :

Cette étude est exploratoire et aborde la question des conséquences négatives des technologies de l'information sur l'environnement. Il existe encore assez peu de travaux centrés en management des systèmes d'information traitant de la problématique énergétique et de pollution de l'industrie du numérique en Afrique subsahariennes. Cet article vise à examiner dans un premier temps une revue de la littérature sur les enjeux énergétique environnementaux des TIC avec un appui sur la théorie institutionnelle., notamment les centre de données contraints de fonctionner sans interruption à l'énergie fossile. Puis, dans un second temps, elle se fonde sur une approche qualitative en vue d'explorer l'avis d'experts du numérique. S'appuyant sur les résultats d'une enquête réalisée, ce papier offre un panorama de la diffusion du Green IT au sein des organisations et contribue à la réflexion sur les liens entre systèmes d'information, responsabilité sociale d'entreprise et innovation visant à atteindre les objectifs de réduction des impacts énergétiques et écologique du nouveau méga-datacenter à Abidjan aux conséquences incalculables, eu égard à la forte croissance des besoins en ressources numériques.

Mots clés : Datacenter ; énergie ; pollution ; Green IT ; Ecoresponsabilité.

Abstract :

This study is exploratory and addresses the question of the negative consequences of information technologies on the environment. There is still relatively little work focused on information systems management dealing with the energy and pollution issues of the digital industry in sub-Saharan Africa. This article aims to first examine a review of the literature on the environmental energy issues of ICT with support on institutional theory, in particular data centers forced to operate without interruption on fossil energy. Then, secondly, it is based on a qualitative approach with a view to exploring the opinions of digital experts. Based on the results of a survey carried out, this paper offers an overview of the diffusion of Green IT within organizations and contributes to reflection on the links between information systems, corporate social responsibility and innovation aimed at achieve the objectives of reducing the energy and ecological impacts of the new mega-datacenter in Abidjan, which has incalculable consequences, given the strong growth in needs for digital resources.

Keywords: Datacenter; energy ; pollution ; Green IT; Eco-responsibility.

Introduction

Les progrès des entreprises et des pratiques sociales fondées sur les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont transformé de nombreuses économies, sinon la plupart, en e-économie et les entreprises en e-business. Les TIC jouent de plus en plus un rôle essentiel dans la transformation et la création d'opportunités économiques.

Ces dernières années, le paysage commercial, organisationnel et politique a fondamentalement changé pour les opérateurs de centres de données en raison de la confluence de demandes et de contraintes apparemment incompatibles. La consommation d'énergie et l'impact environnemental des centres de données sont récemment devenus un problème important pour les opérateurs et les décideurs politiques. La perception publique du changement climatique et de l'impact environnemental a considérablement changé, produisant de réels impacts commerciaux pour la politique environnementale et la responsabilité sociale des entreprises. Malheureusement, les centres de données représentent une cible relativement facile en raison de la densité très élevée de la consommation d'énergie et de la facilité de mesure par rapport à d'autres domaines d'utilisation de l'énergie informatique, peut-être plus importants. Les décideurs politiques ont identifié l'informatique, en particulier la consommation d'énergie des centres de données, comme l'un des secteurs à la croissance la plus rapide (Durand-Estebe, B. 2014).

Ainsi, la demande croissante de stockage, de mise en réseau et de calcul a entraîné la demande de grands centres de données, les énormes fermes de serveurs qui exécutent la plupart des applications Internet, financières, commerciales et commerciales d'aujourd'hui. Une entrée de données comprend plusieurs milliers de serveurs et peut utiliser autant d'énergie qu'une petite ville (Digeut et al. 2019).

Il en découle drastiquement, le réchauffement climatique et le changement climatique combinés à une disponibilité limitée de l'énergie notamment fossile et à la hausse des coûts posant ainsi de sérieux défis pour la durabilité de l'économie numérique mondiale.

Alors que les entreprises deviennent de plus en plus dépendantes des services informatiques, les exigences de disponibilité et de continuité des services ont augmenté, multipliant les besoins en équipements. Assurer la sécurité de l'approvisionnement énergétique, préserver l'environnement et protéger le climat sont des enjeux majeurs pour le monde d'aujourd'hui.

Les technologies respectueuses de l'environnement deviennent donc la clé d'une activité économique durable. La technologie a le potentiel de créer des entreprises et des sociétés durables à la fois en des temps économiques sombres et verts (Molla et al., 2009).

Les centres de données se trouvent dans presque tous les secteurs de l'économie, allant des services financiers, des médias, de la haute technologie, des universités, des institutions gouvernementales et bien d'autres, utilisent et exploitent des centres de données pour faciliter les processus commerciaux, la gestion de l'information et les fonctions de communication. Cependant, actuellement, il y a deux problèmes principaux dans l'écologisation des centres de données, l'un d'eux est de mettre en œuvre l'efficacité énergétique dans les centres de données pour réduire la consommation d'énergie et en même temps augmenter l'utilisation des appareils déjà disponibles tels que les serveurs, qui sont les principaux composants dans des centres de données, effectuant la quasi-totalité du traitement et consommant d'énormes quantités d'énergie et générant de nombreuses émissions de dioxyde de carbone (CO₂).

Assujettis à l'électricité traditionnelle (fossile), une ressource très coûteuse et polluante les datacenters sont sous la menace de futures politiques en matière de transition énergétique. Dans ce contexte, les centres de données sont motivés à s'orienter vers des centres de données plus durables alimentés par des sources d'énergie renouvelables ou vertes, telles que le solaire ou l'éolien (Toosi, A. N & al 2017).

Au regard du Contexte international, subsaharien et ivoirien, plusieurs études ont montré que les pays hautement développés ont du mal à trouver une technologie unique permettant d'obtenir une installation écologique de datacenter, de même l'éthique et l'engagement en faveur de la durabilité demeurent moins clairs.

L'Afrique subsaharienne qui n'est pas encore en mesure de maîtriser sa souveraineté numérique mais qui semble quand même sur la voie d'une prise de conscience bienvenue et opportune. C'est donc à cause du manque d'équipements sur place, de l'absence de législation spécifique et d'une confiance limitée en la fiabilité des infrastructures existantes, que les données sensibles africaines sont hébergées à l'étrangers (Bidan & Souleymane K.,2020).

Nonobstant, la situation de dépendance numérique de l'Afrique subsaharienne de l'extérieur semble réduire peu à peu et évolue vers une souveraineté, un peu plus d'autonomie avec en perspective plusieurs projet de construction de datacenter dont celle du méga-datacenter à Abidjan en Côte d'Ivoire de type classique sur lequel notre étude s'appuie. En effet, Le Groupe Raxio, l'un des leaders panafricains du développement et de l'exploitation de datacenters, a démarré la création et le financement du projet Raxio Abidjan. Cet ouvrage qui représente le tout premier datacenter de niveau III est la plus récente installation de datacenters interconnectés à un réseau en pleine expansion sur le continent africain.

A travers cet article nous cherchons à répondre à la problématique de recherche suivante : Comment l'organisation, centre de donnée notamment celle de la méga-datacenter sera-t-elle en capacité d'assurer l'équilibre d'une responsabilité énergétique, environnementale et la performance dans gestion des services infogérences offerts. ?

La recherche de réponse à cette question centrale, suscite d'autres questions subsidiaires. En l'occurrence, si la maîtrise des activités énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie numérique, reste un domaine complexe et difficile à surmonter pour les pays développés outillés en matière numérique, alors qu'en est-il pour la Côte d'Ivoire contrairement à ces pays ? Saura-t-elle maîtriser une révolution vertueuse du numérique avec sa méga-datacenter Raxio, pourra-t-elle éviter une irrégularité dans de la fourniture énergétique à la société déjà affaiblie par les coupures intempestives, les délestages ? Saura-t-elle relever les défis environnementaux et énergétique en Côte d'Ivoire ? Sera-t-elle en capacité de poursuivre sa souveraineté numérique en construisant d'autres infrastructures pour faire face à l'augmentation exponentiel des données numériques massives ?

L'objectif de ce travail est donc de comprendre dans un premier temps l'environnement du numérique en Afrique subsaharienne et la politique managériale à mener en nous appuyant sur la littérature du Green IT et l'approche institutionnelle et dans un second temps, au travers d'un paradigme interprétativiste, notre étude empirique sera de nature qualitative afin de connaître l'avis d'experts sur une éventuelle possibilité de l'industrie du numérique en Afrique subsaharienne notamment en Côte d'Ivoire à adopter une politique managériale institutionnelle accommodante écoresponsable et de performer à la fois sa souveraineté numérique.

Du point de vue empirique, à l'aide d'un guide d'entretien nous sommes partis d'une enquête qualitative d'interviews semi-directives réalisée directement auprès de 21 experts de l'industrie numérique ivoirienne. A l'issue de cette approche exploratoire et prospective, analyse, nous avons fait des propositions pour l'adoption d'une Green et soutenable même s'il peut paraître paradoxale en ce moment où l'Afrique subsaharienne jouit toujours des énergies fossiles.

1. Littérature

1.1 Le concept Green IT

Le concept Green IT tel qu'évoqué dans la littérature, aligne une volonté commune de minimiser le négatif, poursuivre la durabilité technologique et environnementale, minimisation des externalités environnementales négatives associées à la conception, la fabrication, l'utilisation des IT et l'élimination de ses déchets sont appelées TI vertes (Murugesan, 2008). C'est comme répondre aux besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins.

Le concept Green IT comprend également la culture écologique, les croyances et les actions des professionnels de l'informatique pour prévenir la pollution, améliorer la gestion des produits et contribuer au développement durable (Molla et al., 2011).

D'un point de vue organisationnel, selon les travaux de Bohas et Poussing, (2010), l'adoption du Green IT fait état de cinq déterminants principaux, à savoir : l'engagement de l'entreprise dans le volet social et sociétal de la RSE ; la recherche d'éco-efficacité, l'éco-efficience au travers de la volonté de réduire les coûts d'exploitation ; la quête de légitimité sociale par le désir d'améliorer l'image de l'entreprise ; le fait d'appartenir à un groupe et le fait de recourir à des usages technologiques avancés.

En effet, les TIC ont un impact non négligeable sur l'environnement, non seulement en tant que secteur, mais aussi parce que le développement d'applications TIC a généré des changements significatifs de comportements individuels et organisationnels (manières de travailler, transporter, communiquer, voyager, jouer, etc.) qui, à leur tour, ont un impact considérable sur l'environnement par utilisation à outrance des ressources fossiles telles que les hydrocarbure, les minerais (Sayeed et Gill, 2008). Tant au niveau de la fabrication, l'usage que de la fin de vie des automobiles, le bilan environnemental est lourd.

La contribution des TIC à la durabilité peut se faire de manière directe ou indirecte (Liéart, S., & Castiaux, A. 2012): soit par la réduction des impacts propre à l'organisation, soit en permettant la réduction des impacts des autres activités économiques grâce à leurs caractéristiques d'usage (dématérialisation, abolition des frontières physiques et temporelles,...), une approche que recouvre notamment le concept « Green IT », qui désigne des technologies respectueuses de l'environnement car non polluantes, non énergivores,... (Murugesan, 2008, Bidan. 2010, Bohas & Bouzidi, 2013).

Par ailleurs, dans la typologie Green IT, la plupart des recherches ont en commun un rapprochement avec les travaux en management stratégique. Bohas, A., Dagorn, N., &

Poussing, N, (2013), Bidan, (2010), Chen et al. (2008) et Jenkin et al. (2011) ont basé leurs travaux sur les typologies proposées par Hart (1997) et Dyllick et Hockerts (2002). Celles-ci retiennent trois objectifs de durabilité : la prévention de la pollution, l'écoconception des produits et le développement durable que les auteurs décomposent entre l'utilisation de technologies plus propres et une vision de la durabilité (Hart, 1997).

Pour optimiser les performances du centre de données en termes d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO₂, le modèle G-Readiness par exemple a été proposé par Molla, A., & Cooper, V. (2012) comme initiative visant à résoudre les problèmes environnementaux et leur effet global sur les organisations et le monde global dans son ensemble. Le modèle G-Readiness mesure l'état de préparation de Green IT dans une organisation pour mettre en œuvre des initiatives vertes afin de parvenir à un concept plus vert. Cependant ce cadre n'examine pas spécifiquement les détails du centre de données, car il se concentre sur les problèmes du numérique dans les organisations, dans lesquelles les centres de données font partie des TIC.

Si la littérature récente sur le Green IT insiste sur l'importance de la durabilité et tente de mieux comprendre la société verte (Melville, 2010 ; Watson et al., 2010), le Green IT révolutionne l'industrie avec les gouvernements, les organismes de réglementation, les décideurs politiques, les investisseurs, les fabricants de produits, les entreprises et les membres du public qui s'intéressent vivement aux questions énergétiques et environnementales.

Dans ce champ d'analyse, Il s'agit pour nous de repenser les datacenters pour dépasser la vision centrée sur les ressources fossiles polluantes, pour construire un avenir plus respectueux et sobre (Bohas 2013, Deltour, F. 2016). Par exemple, des Datacenters hybride très peu polluants ou fonctionnant à l'énergie renouvelable qui pourrait ainsi offrir de meilleurs perspectives sociales, économiques et environnementales.

1.2. Du Green IT aux centres des données

Les centres de données sont en proie à des milliers de serveurs effectuant le traitement pour les entreprises et les utilisateurs finaux afin de faciliter l'atteinte des grands objectifs commerciaux. Avec l'augmentation continue des entreprises, en particulier les entreprises électroniques et technologique, le besoin de centres de données plus vastes et complexes augmente avec celui des utilisateurs finaux. Devant fonctionner en continue 24h/24 afin de répondre aux enjeux de la montée de la concurrence actuelle, les datacenters dans cette révolution demandent plus de puissance de calcul et des matériels modernes et ultra performants.

Ainsi, la gestion énergétique des datacenters devient un défi important à relever. De manière mieux compréhensible, l'efficacité énergétique préconisée aux centres de données soutient de limiter la consommation d'énergie, la rendre plus responsable et de réduire les émissions CO₂ des matériels, gestion écoresponsable des servers, des installations, des systèmes de refroidissement de sécurité, de stockage ou la conservation de l'énergie et de répond à un besoin d'efficience et d'efficacité énergétique. Il s'agit d'une durabilité énergétique efficiente qui se concentre sur les stratégies et politiques énergétiques à long terme qui garantissent une consommation énergétique adéquate écoresponsable répondant aux besoins d'aujourd'hui et de demain (OCDE, 2004). Il s'agit de construire des centres de données avec des matériels éco-conçus durable installés dans des zones géographiques où abondent les sources d'énergie renouvelables (solaire, éolienne, etc.) ou alternatives et les rivages d'océans et l'encouragement de politiques environnementales saines (Lazaar, N, 2021).

La recherche décrite dans cet article met en évidence l'importance du green IT pour développer un cadre utilisant des technologies propres et écoresponsable applicable dans les grands centres de données dans l'intérêt de surmonter les enjeux énergétiques et environnementaux soulignés ci-dessus. Le cadre proposé contient également un modèle basé sur le concept institutionnel (DiMaggio et Powell, 1983). Contribuant à la fois à la performance des centres de données à répondre efficacement aux attentes des clients, une société faible en énergie et une protection environnementale.

2. Notre soubassement théorique

Il ressort ainsi de cette discussion ci-dessus, que l'écologisation de l'industrie du numérique, notamment les datacenters, vise généralement à réduire la consommation des ressources fossile, la consommation de ressources naturelles, des émissions des polluants, la production de déchets, la destruction de la biodiversité et la préservation de l'environnement. Elle vise également à remplacer l'utilisation de matériaux toxiques par des matériaux non toxiques, changer les énergies fossiles par les énergies renouvelables, l'emploi de bonnes politiques managériales et de pratiques plus durables et éco-responsables.

La littérature de l'écoresponsabilité des TIC ou Eco-TIC identifie de nombreux déterminants de l'adoption du green IT. Cependant, Il n'existe pas de consensus sur le choix de déterminants spécifiques à l'adoption du green IT dans organisation (Deng, Q., & Ji, S.,2015), dans la mesure où les recherches conceptuelles ont été faites sous différents angles entraînant des fondements théoriques étendus et dispersés. En revanche, les organisations peuvent choisir d'adopter le Green IT pour un certain nombre de raisons. Généralement, celles-ci sont des

pressions d'ordre externe et interne, telles que les progrès technologiques, les avantages économiques et commerciaux liés à l'adoption du Green IT et les pressions juridiques, sociales et environnementales auxquelles l'organisation est confrontée. Plusieurs théories d'adoption du Green IT ont été évoquées dans la littérature des théories organisationnelles traditionnelles et contemporaines parmi lesquelles il y a entre autres la diffusion de la théorie de l'innovation (DOI), la théorie institutionnelle, la vision basée sur les ressources (RBV) de l'entreprise, le Cadre Technologie-Organisation-Environnement (TOE) (Tornatzky et Fleischer, 1990) cités par Baker, J. (2012), la théorie de la culture organisationnelle, etc.

Nous appliquons la théorie institutionnelle dans la mesure où les recherches antérieures appliquant la théorie institutionnelle se sont concentrées sur les organisations TIC. La théorie institutionnelle a également été largement utilisée dans les études explorant la gestion de l'environnement dans les organisations (par exemple, Hoffman, 1999 ; Delmas, 2002 ; Bansal, 2005). La force de la théorie institutionnelle est qu'elle propose des explications sur les raisons pour lesquelles certaines pratiques sont choisies sans rentabilité économique évidente (Berrone et al., 2010 ; Meyer et Rowan, 1977 ; DiMaggio et Powell, 1983). Elle constitue à cet égard une lentille théorique alternative aux recherches antérieures axées sur la responsabilité sociale des entreprises (RSE), la gestion environnementale, etc. (par exemple, Bai et Sarkis, 2010, de Ron, 1998, Herron et Braiden, 2006). Les forces institutionnelles sont de ce fait, significatives en Afrique subsaharienne (BAD, 2020), notamment en Côte d'Ivoire. Nous avons estimé le concept institutionnel devenant ainsi plus à même d'expliquer l'adoption de politique écoresponsable dans le secteur des datacenters dans cette zone subsaharienne qui accuse un regard technologique et qui aujourd'hui entame sa révolution et sa souveraineté numérique.

2.1 Théorie institutionnelle

Introduite pour la première fois dans le champ de la sociologie, la théorie institutionnelle cherche à expliquer comment les organisations deviennent homogènes sous la pression sociale. Le concept qui traite le mieux du processus d'homogénéisation est l'isomorphisme. Après sa création, le concept d'isomorphisme a été "déplacé" du niveau de la société au niveau du champ organisationnel par DiMaggio et Powell, (1983).

La théorie institutionnelle fournit une lentille théorique à travers laquelle les chercheurs peuvent identifier et examiner les influences qui favorisent la survie et la légitimité des pratiques organisationnelles, y compris des facteurs tels que la culture, l'environnement social, la réglementation (y compris l'environnement juridique), la tradition et l'histoire, ainsi que les

incitations économiques, tout en reconnaissant que les ressources sont également importantes (Baumol et al., 2009, Brunton et al., 2010, Lai et al., 2006). La légitimité renvoie ici à l'adoption de pratiques durables perçues par les parties prenantes à l'organisation (DiMaggio et Powell, 1983). La théorie institutionnelle s'intéresse traditionnellement à la manière dont les groupes et les organisations sécurisent mieux leurs positions et leur légitimité en se conformant aux règles (telles que les structures réglementaires, les agences gouvernementales, les lois, les tribunaux, les professions et les scripts et autres pratiques sociétales et culturelles qui exercent des pressions de conformité) et normes de l'environnement institutionnel (DiMaggio et Powell, 1983, DiMaggio et Powell, 1991 ; Meyer et Rowan, 1991 ; Scott, 2007). Selon la théorie institutionnelle, les pressions sociales, politiques et économiques externes influencent les stratégies et la prise de décision organisationnelle des entreprises, car les entreprises cherchent à adopter des pratiques légitimes ou à légitimer leurs pratiques aux yeux des autres parties prenantes (Jennings et Zandbergen, 1995, North, 1990). DiMaggio et Powell (1991) ont également classé l'isomorphisme en trois mécanismes (isomorphisme coercitif, isomorphisme mimétique et isomorphisme normatif) par lesquels un changement isomorphe institutionnel peut se produire. Ainsi, les forces institutionnelles peuvent influencer et / ou réguler également le comportement des entreprises par des pressions mimétiques, coercitives et normatives (DiMaggio et Powell, 1983).

Les pressions coercitives sont celles exercées par des organisations disposant d'un pouvoir ou d'une autorité suffisante pour en contraindre d'autres, par le biais notamment de règles, de lois, de sanctions. Dans ce cas, les organisations sont motivées par l'obtention d'une légitimité pragmatique (Suchman 1995).

Les pressions mimétiques traduisent le comportement de firmes qui, pour faire face à l'incertitude de leur environnement, vont avoir tendance à adopter des pratiques similaires à d'autres entreprises de leur champ organisationnel, qu'elles estiment plus performantes ou qui représentent les leaders. Elles agissent ainsi dans le but de conquérir une légitimité cognitive et culturelle (Suchman 1995).

Les pressions normatives naissent de la professionnalisation des métiers et renvoient aux normes, référentiels, labels... Par ce biais, les organisations revendiquent une légitimité morale (Suchman 1995).

Du point de vue théorique, la théorie institutionnelle est également prometteuse pour comprendre comment les organisations peuvent adopter la durabilité. Plusieurs études ont abordé la durabilité sociale et environnementale des entreprises à travers le prisme de la théorie

institutionnelle. Elle a également été utilisée pour expliquer comment les changements dans les valeurs sociales, les progrès technologiques et les réglementations affectent les décisions concernant les activités durables « vertes » (Ball et Craig, 2010, Lounsbury, 1997, Rivera, 2004) et la gestion de l'environnement (Hoffman et Ventresca, 1999, Brown et al., 2006, Fowler et Hope, 2007, Tate et al., 2010). Par exemple, Delmas et Toffel (2004) se sont également inspirés de la théorie institutionnelle pour examiner comment différentes stratégies organisationnelles conduisent à l'adoption de pratiques de gestion environnementale.

2.2 Motivation institutionnelle paradoxale vers le « Green IT »

Les forces de motivation et institutionnelles peuvent influencer l'adoption du Green IT par une organisation. King et al (1994) identifient deux formes d'interventions institutionnelles (influence contre régulation) et deux moteurs de l'innovation (attraction de la demande contre la poussée de l'offre). Les initiatives d'influence peuvent changer le comportement de ceux qui sont sous l'action de l'institution.

Plusieurs études ont abordé aussi les questions sociales et la durabilité environnementale à travers le prisme de la théorie institutionnelle (Campbell, J.L 2007). Molla, A (2013) au travers d'une étude a réalisé que les pressions mimétiques et coercitives sont efficaces de façon conjointe à l'adoption du Green IT. D'autres chercheurs tels que Chen, A.J.; Watson, R.T.; Boudreau, M.C.; Karahanna (2009), confirment le même l'effet positif de l'association des pressions coercitives et mimétiques dans l'adoption du Green IT organisationnelle.

Nous retenons ainsi, que les motivations individuelles et organisationnelles pour la responsabilité de l'industrie numérique notamment les datacenters peuvent inclure une réponse réglementaire de nature à assurer la conformité, un objectif mimétique visant à atteindre la légitimité (King et al 1994, DiMaggio and Powell, 1983). De plus, nous mesurons les éventuels obstacles susceptibles d'empêcher la transition écologique des datacenters vers la sobriété desquels nous pourrions tirer des leçons qui permettront de façonner le processus d'écologisation en soutenant les valeurs vertes dans les pays de l'Afrique subsaharienne notamment en Côte d'Ivoire.

Nous présentons dans la suite, l'approche empirique de l'article, notre étude du terrain, les observations qui ont été faites sur les politiques managériales, les pratiques écoresponsables possibles pour les organisations numériques, les datacenters en particulier, et les autorités de régulation ainsi que les implications qui en découlent dans cette zone de l'Afrique subsaharienne spécifiquement la Côte d'Ivoire.

3. Modèle conceptuel retenu

L'objectif de notre recherche est d'explorer les différences de motivations lors de l'appropriation des principes de sobriété énergétique de la méga-datacenter RAXIO en recourant à la théorie néo-institutionnelle comme cadre théorique explicatif. Nous posons ainsi **l'hypothèse (H)** qu'un engagement de la responsabilité énergétique et environnemental serait une réponse favorable aux pressions institutionnelles et une quête de légitimité et d'homogénéité de la part des entreprises opérant dans un même champ organisationnel notamment l'industrie du numérique.

Outre la formalisation dans les Systèmes de Management Environnemental ou en particulier le concept Green IT, divers degrés d'intégration des principes environnementaux dans les processus et les opérations de la méga-datacenter l'entreprise, ainsi que le degré d'institutionnalisation d'isomorphisme de l'approche ont été pris comme indicateurs.

3.1 Choix méthodologiques :

En raison du faible nombre de recherches dans ce domaine en Afrique subsaharienne et du choix d'un contexte empirique peu exploré en matière de responsabilité énergétique et environnementale des centres de données, une démarche à caractère qualitatif semble appropriée. En effet, les recherches qualitatives se sont avérées particulièrement pertinentes pour explorer les dynamiques des changements institutionnels (Boiral, 2006), comparables à l'engagement environnemental.

La recherche sur le terrain a été menée en 2023 auprès de la méga-datacenter RAXIO en construction et auprès d'autres Datacenters déjà implantés sur le sol ivoirien.

La collecte de données s'est basée principalement sur trois sources : 1) des visites de sites, 2) une recherche documentaire comprenant des documents internes concernant les démarches environnementales, les publications d'affaires 3) des entretiens individuels avec des dirigeants, des responsables des centres de données, le pouvoir public et les responsables d'ONG écologiques dans le but d'avoir des opinions plus nuancées (Boiral, 2006). La source primaire de données provient de 24 entretiens administrés de façon répétée sur une période d'un mois et ayant duré entre 15 et 30 minutes chacune. Ces interviews ont été réalisés à l'aide d'un guide d'entretien semi-directif.

Ainsi, nous énumérons donc ci-après la qualité des interviewés.

3.2 Qualité des interviewés

| Les experts | Organisations et services |
|---|---|
| Etat et pouvoir public | Participant 1 : chef de service technique au ministère des télécommunication. Participant 2 : responsable à ARTCI (autorité de régulation des télécommunications en Côte d’Ivoire) |
| Industrie numérique – Datacenter RAXIO | Participant 3 : directeur technique. Participant 4 responsable informatique Participant 5 : responsable gestion énergétique |
| ONG, Société civile | Participant 6 : responsable des centrales syndicales Participant 7: convention de la Société civile ivoirienne |
| Production et distribution d’électricité - Ministère des mines et énergies | Participant 8 : responsable de production énergétique Participant 9 : responsable de distribution |

3.3 Traitement et analyse des données

L’analyse des discours des répondants a été faite principalement par l’analyse de la retranscription des entretiens mais également plusieurs recoupements et une comparaison avec les autres sources d’informations. Les entretiens retranscrits ont été analysés, en suivant les thèmes du guide d’entretien puis en ajoutant les thèmes émergents (Miles et Huberman, 2005). Toutes les réponses étant sous format numérique, l’analyse des données a consisté à recenser les contenus discursifs dans le but de retrouver et de classer les participants à travers leur codification (Denscombe, 2003) par le recours au logiciel NVIVO 12. Ce type d’analyse recherche des régularités et des variations dans l’étendue des répétitions d’observations ou d’affirmations pour tenter de quantifier les données qualitatives (Denscombe, 2003). Ainsi, il s’est avéré possible d’effectuer une analyse comparative de tous les entretiens et d’établir un classement des codes présents dans les données recueillies auprès des répondants (les plus et les moins fréquents).

L'analyse qualitative de contenu est une méthode pour décrire systématiquement les sens de données qualitatives. C'est un instrument d'analyse qui vise la circonscription et l'analyse de contenu textuel (Schreier ,2014). C'est une technique de recherche pour la description objective systématique et quantitative du contenu manifeste d'une communication (Berelson, 1952).

3.4 Résultats

Nous exposons ici une synthèse des avis des 9 experts que nous avons extraits. Leur contribution a été mis en exergue sur les 2 thèmes de politique managériale à savoir : les motivations institutionnelles coercitives, mimétiques, normatives individuelles et organisationnelle de la gestion écoresponsable du méga-datacenter en Côte d'Ivoire. En d'autres termes satisfaire une sobriété énergétique et écologique dans la quête de la performance numérique, l'utilisation d'énergie alternative afin de prémunir la population de nombreux délestages. Il s'agit à cette étape de résumer l'avis des différents experts en révélant les points clés en lien avec nos thèmes. Cette entrevue bien enrichissante nous a permis d'ouvrir une réflexion sur le niveau d'expériences écologiques des acteurs au sommet du numérique en Côte d'Ivoire et de proposer des solutions de politique managériale et de pratiques écoresponsables qui pourraient aider ce pays de l'Afrique subsaharienne en quête de souveraineté numérique et dans son décollage vers des pratiques performantes qualifiées de Green IT au regard de son retard en matière de technologie et d'énergies propres.

3.5 Les motivations institutionnelles

Nous avons tout d'abord demandé aux participants d'expliquer ce qu'ils pensent de la crise environnementale et énergétique du numérique. Nous avons également demandé l'impact de celle-ci sur la vie quotidienne de la population et quelle politique et solutions ont pu être préconisées par l'exécutif pour préserver la stabilité de l'électricité au profit de la population et pour une transition vers des technologies et énergies propres et durables, sachant que le secteur du numérique est en plein essor en Afrique subsaharienne.

Les répondants 1 et 2 (L'Etat et l'exécutif) ont expliqué que « *Nous savons que parmi les grands consommateurs d'énergie, les opérateurs de datacenters sont aussi en première ligne à côté des grandes firmes. Mais la Côte d'Ivoire a toujours souhaité être le hub des centres de données souverains de la sous-région ouest africaine ou nos données doivent rester chez nous. Le datacenter Raxio Abidjan a été mis en service en 2023 selon le chronogramme établi. Il sera le cinquième datacenter appartenant au réseau de Raxio en Afrique, et le tout premier modèle*

en Afrique de l'Ouest. Il est connecté prioritairement au réseau électrique national vu que sa demande énergétique est grande.

Compte tenu de nos engagements vis-à-vis de nos partenaires clients nous ne pouvons pas prendre le risque de l'alimenter à un réseau électrique instable.

Certes nous sommes conscient de son appétit et son impact énergétique. Nous avons pris des dispositions réglementaires dans le fonctionnement du centre pour contraindre les travailleurs opérationnels à observer une sobriété opérationnelle. Les racks non utilisés devraient être systématiquement éteints. Ce projet a bénéficié d'une participation financière publique et est sous le contrôle de l'état eu égard à sa politique de protection des données numériques. (Participant 1).

Nous sommes impliqués dans plusieurs projets de transition énergétique dans le but de limiter notre consommation énergétique et les émissions de CO2. Mais ces projets sont dans un processus à moyen et long terme et ne concerne nullement Raxio en ce moment.

Nous laissons le Datacenter tourner librement. Parce qu'il nous a été rapporté que nos pressions en matière de sobriété énergétique et de CO2 perturbent le travail et pourrait impacter négativement le rendement des services fournis (participant 2)

Selon les Participants 3 et 4 (L'industrie numérique – Datacenter RAXIO) « Les données sont au cœur de notre quotidien de par l'usage des objets connectés, des technologies numériques, des intelligences artificielles, des cryptomonnaies, des systèmes de télécommunications ou encore du cloud qui ont pour but de faciliter notre vie. Nous recevons toutes ces données et les stockons dans nos datacenters qui sont très friands de ressources énergétiques et émettent beaucoup de CO2 qui nuisent fortement à l'environnement.

Nous avons au total 400 racks les serveurs qui les contiennent sont moins énergivores. Mais consomment tout de même de l'électricité.

Une chose essentielle et vitale est que la plupart du temps les équipements de refroidissement et le dispositif technologique qui soutiennent le centre fonctionnent 24h/24 et ont besoin de grande énergie. Nous avons des groupes électrogènes de secours. Nous essayons d'être vigilant sur le rapport efficacité énergétique et performances de nos services. »

Certes des mesures réglementaires existe en matière de régulation et de sobriété énergétique. Nous essayons de nous y conformer pour nous aligner au processus de transition énergétique. L'énergie consommé est fossile pour moment avec le temps on verra.

Tout comme les autres Datacenter en Afrique subsaharienne, nous ne sommes pas écologiques. Ici les Datacenters sont connectés au réseau électrique national. En Côte d'Ivoire la grande

majorité de l'énergie produite est classique fossile. Oui il y a des projets d'énergie renouvelable en cours dont les datacenters pourraient bénéficier. Les Datacenter ont une grande appétence pour la consommation énergétique. il ne peut pas être connecté à l'énergie renouvelable en ce moment. Tous les datacenters en côte d'ivoire sont connectés au réseau électrique national. Nous essayons d'être plus sobre en énergie et en émission de CO2. C'est la raison pour laquelle le datacenter Raxio a été installé dans une zone côtière.

Nous avons des systèmes de mesure de notre consommation électrique et nos émissions de CO2. Nous sommes conscients et responsable vis-à-vis de nos clients, la société et l'environnement. C'est ce que fait notre notoriété, notre image de marque par rapport aux concurrents

Selon le participant 5 (L'industrie numérique – Datacenter RAXIO) « *Le centre de données Raxio est du niveau Tier III. Il est nouveau. Installé cette année en 2023, il a été conçu pour s'adapter aux besoins croissants des clients, avec une capacité allant de 400 à d'environ 800 racks et une puissance informatique de 3 Mégawatt (MW). Connecté au réseau électrique nationale. Nous voudrions aller encore plus loin.*

Si le besoin en infogérance croit et que la demande devient débordante nous augmenterons nos capacités de fourniture de service. Certes cela aura un impact sur l'énergie consommée, la société et l'environnement

Oui nous évaluons à chaque instant la situation. Ensemble avec les autorités, nous gérons le risque et des dispositions compensatoire sont prise. Mais la gestion de l'équilibre et la sécurité électrique nationale relève de l'action gouvernementale.

Ce qui est important pour nous c'est la satisfaction de nos engagements vis-à-vis de nos partenaires, la rentabilité de notre centre de données, autrement nous n'existerons plus.

Je pense que la politique des énergie alternatives est dans l'agenda gouvernemental. Nous souhaitons que notre data center soit majoritairement alimenté aux énergies renouvelables comme c'est le cas en partie par le barrage hydroélectrique, l'énergie solaire, l'éolienne etc.. Nous pensons également à nos émission Co2 dans une atmosphère déjà polluée où on a besoin beaucoup plus de refroidissement. »

Selon les participants 6 et 7 (société civile) répondant à propos de l'impact de la crise énergétique sur la population ivoirienne et le risque d'un déséquilibre énergétique constaté par des délestages. Le participant 5 affirme que « *la forte consommation énergétique des industries, notamment celles du numérique qui prend de l'ascension aujourd'hui, peut créer et même aggraver le déséquilibre dans la distribution de l'électricité. L'impact sera naturellement négatif et énorme sur la population, dans la mesure où les coupures d'électricité seront*

accentuées. La question est que savoir si le gouvernement a pris des mesures compensatoires face ces projets d'une telle envergure.

Vous êtes sans ignorés que les délestages, les coupures régulières d'électricité peuvent causer des problèmes de santé, tels que des maladies respiratoires, des maladies cardiovasculaires, des maladies rénales, des maladies gastro-intestinales et des maladies liées à la température. Les personnes qui dépendent d'équipements médicaux électriques sont particulièrement vulnérables aux coupures de courant. Les délestages peuvent également causer des pertes économiques et des perturbations dans les activités quotidiennes.

Selon le participant 6 « l'arrivée de la méga-datacenter aura une lourde conséquence si un équilibre énergétique n'est pas observé dans le quotidien de la population.

si le gouvernement ne résout pas les risques d'accroissement des inégalités énergétiques en Côte d'Ivoire, la crise énergétique induite pourrait réduire les capacités de développement industriel et économique du pays ». il ne sera donc pas facile pour la population de surmonter cette situation. De nos jours les énergies renouvelables ne sont pas entièrement libres et développées en Côte d'Ivoire au profit de l'énergie fossile classique notamment l'électricité gérée par une seule société qui en a le monopole CIE. »

Selon les participants 8 et 9 (production et distribution d'électricité, Ministère des mines et énergies) Le participant 7 affirme que « *L'électricité est la colonne vertébrale des nouveaux systèmes énergétiques du continent aujourd'hui. La demande énergétique croissante en Côte d'Ivoire n'est pas uniquement due à la croissance démographique mais aussi à l'augmentation de l'activité industrielle, commerciale et agricole.*

La croissance économique de la Côte d'Ivoire depuis qu'elle a retrouvé sa stabilité politique en 2011 connaît une augmentation de la consommation d'énergie, en particulier dans les zones urbaines.

Selon le Participant 8 au ministère de l'Énergie « la production ivoirienne d'électricité est assurée à 75% par l'énergie thermique, le reste étant fourni par les barrages hydroélectriques. Notre taux de couverture national est de 80% près de 2 230 mégawatts. 11% de notre production d'électricité va vers six pays voisins - Ghana, Togo, Bénin, Burkina, Mali et Liberia. »

Il faut comprendre que le besoin énergétique augmente de 15% chaque décennie. Avec la révolution numérique qui est entamée en Côte d'Ivoire, il est clair que ce chiffre va doubler voire tripler.

Notre pays ambitionne d'atteindre la barre des 6 600 MW en 2030, dont 16% proviendraient d'énergies renouvelables cela devrait garantir un approvisionnement fiable et évolutif à l'industrie et au commerce. Nous pensons que la cote d'ivoire pourra donc s'autosuffire en énergie d'ici à 2030. »

4. Discussion et perspectives

L'engagement environnemental des acteurs du numérique vu dans cette étude traduit leur effort d'adaptabilité à un contexte déjà institutionnalisé, à une pression institutionnelle déjà existante (DiMaggio et Powell, 1983).

Si ces constats reflètent les tendances générales de notre analyse et semblent confirmer les préceptes généraux de la théorie néo-institutionnelle, il convient de les nuancer et de souligner que l'engagement de sobriété énergétique ne suit pas de façon constante un modèle unique » (Boiral, 2006). En effet, il nous semble nécessaire de tenir compte de la non-conformité aux pressions externes (sociétales, concurrentielles) et des enjeux internes de l'entreprise, à l'instar des travaux d'Oliver (1991) et de Boiral (2007) et de considérer la théorie néo-institutionnelle comme un point de départ dans la définition et la prédiction des différentes réponses stratégiques des organisations aux processus institutionnels.

Parmi les trois types d'influences institutionnelles, la pression coercitive sert de moteur de pouvoir dominant, suivie par l'influence mimétique et normative. Selon les résultats obtenus, les pouvoirs non coercitifs de l'industrie numérique tels que des conditions d'utilisation du bâtiment et la gestion du rapport performance / sobriété énergétique sont également favorables et une aide à la transition énergétique des centres de données et sont plus efficaces que tout pouvoir coercitif négatif tel que la sanction étatique et la pression de suivre des règles de conduite qui peuvent ne pas être compatibles à la performance du centre de données. Notre étude a révélé également que les résultats économiques de l'entreprise diminueraient si l'entreprise partenaire applique des sanctions ou à la pression coercitive non adaptée à sa réalité organisationnelle et par conséquent, baisserait la performance et donc la rentabilité opérationnelle et financière de l'organisation.

L'identification des principaux déterminants des comportements du centre de données Raxio dans une approche exploratoire qualitative confirme notre hypothèse suggérant que l'engagement des dirigeants est d'abord obligatoire pour les entreprises digitales qui initient l'innovation Green IT. Ensuite une bonne politique visant à fédérer leurs préoccupations dans la réalisation des objectifs de durabilité énergétique et environnementales. Cela peut être considéré comme faisant partie de l'éthique environnementale et énergétique. De plus, les

résultats suggèrent que les politiques gouvernementales de gestion énergétique influencent également la manière dont les dirigeants de Raxio adoptent l'innovation Green IT dans le méga-datacenter. Comme Zheng (2014) l'a souligné, les dirigeants, et autorités doivent fournir des règles et un programme de sensibilisation pour éclairer les dirigeants organisationnels sur la façon dont des pratiques telles que l'automatisation des servers à la régularité énergétique peuvent faire progresser l'innovation Green IT. Les résultats conduisent à la conclusion que l'engagement de sobriété des autorités est essentiel dans la promotion de l'innovation Green IT. Il serait expliqué par les pressions coercitives et d'une façon générale, l'amélioration de l'image de marque et la quête de légitimité constituent également des facteurs explicatifs dominants.

La puissance mimétique peut dépendre du stade de développement du système (Abernethy et Stoelwinder, 1995). Il est le résultat selon Scott, de phénomène de professionnalisation des acteurs d'une organisation et le produit de l'effort collectif des membres d'une profession pour rationaliser ses connaissances et ses méthodes de travail, établissant ainsi une base légitime à leurs activités, en leur garantissant un degré d'autonomie suffisant et pour établir une base cognitive et la légitimation de l'autonomie de leur activité (Scott, 1995). Au regard de l'incertitude ou le caractère ambigu des objectifs auxquels elles sont confrontées, les organisations tendent à imiter les autres qui composent le champ dans lequel elles s'inscrivent. (DiMaggio & Powell, 1983). Par ceci, la situation des datacenters déjà existants en Côte d'Ivoire et en Afrique subsaharienne au-delà de la recherche des avantages concurrentiels ont une propension à suivre au sein de cette profession, presque les mêmes comportements dans le fonctionnement opérationnel tels que consommation énergétique fossile, l'absence de mécanisme de sobriété et du respect environnement de même que des normes culturelles et socioprofessionnelles que nous avons constatées (Abernethy et Stoelwinder, 1995). Dans cette étude il été fait état de ce que les datacenters implantés en Côte d'ivoire ont tendance à adopter les mêmes comportements de consommation énergétique et d'émission de CO₂. Très peu de perspectives de projets écoresponsables. Ils essayent communément de se distinguer par l'affichage d'une image de marque voilée de Greenwashing, dans la quête absolue des avantages concurrentiels.

La théorie institutionnelle montre également l'existence de la forme normative d'isomorphisme qui traduit notamment l'influence d'un contrôle social exercé au sein d'une même profession (Abernethy et Stoelwinder, 1995). Des normes culturelles et socioprofessionnelles observables dans un secteur d'activité auxquelles toutes les organisations du même secteur se

conforment dans leur fonctionnement.

Sur les motivations dans l'adoption des Eco-TIC, cette pression normative permet d'expliquer l'adoption ou non d'une certification (Boiral, 2006), d'une norme (Barbu, 2006), d'une stratégie (Brown, 2011) ou d'un système d'information fondé sur des normes écoresponsables (Pupion et Leroux, 2006). Sur cette base, maîtriser les fondamentaux en matière de normes, d'indicateurs clés et de qualité de l'énergie des datacenters pour diminuer l'impact énergétique environnemental des data centers, il est indispensable de viser une amélioration constante, de suivre et de s'engager. Cela passe notamment par le respect des normes environnementales. Pour le secteur des datacenters. Selon l'ADEME, quatre (4) normes s'illustrent : ISO 14001 pour évaluer et maîtriser l'impact des activités sur l'environnement ; ISO 50001 pour le management de l'énergie ; Code Of Conduct for Data Centers pour l'amélioration de l'efficacité énergétique ; et LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), un système de standardisation des bâtiments à haute qualité environnementale. Pour optimiser l'impact énergétique et environnemental d'un datacenter, il convient selon A. Agrawal, de définir également des indicateurs de suivi et de performance tels que la consommation d'énergie et d'eau ainsi que la quantité de déchets propres à chaque centre de données (A. Agrawal et al. 2016) Il s'agit entre autres de Power Usage Effectiveness (PUE), un indicateur connu et reconnu qui traduit l'efficacité énergétique des data centers, Carbon Usage Effectiveness (CUE) qui mesure la quantité de gaz à effet de serre produite par data center, Water Usage Effectiveness (WUE) qui détermine la quantité d'eau utilisée par site et du bilan carbone valorisé en Kg eqCO² qui calcule les émissions de gaz à effet de serre (A. Agrawal et al. 2016). En parallèle, Ces indicateurs indispensables sont recommandés pour la surveillance et la mesure de la performance technique, énergétique et environnementale. Bien qu'inscrits dans leur schéma directeur des datacenters, ces leviers semblent ne pas être une primauté pour l'industrie numérique ivoirienne au regard des avantages économiques poursuivis.

Conclusion et implications

Ainsi, les résultats de notre étude soutiennent que les forces institutionnelles peuvent avoir un impact majeur sur les décisions d'adoption du numérique responsable dans les centres de données ivoiriens. Les forces mimétiques influencent l'adoption principalement lorsqu'il existe une incertitude quant aux avantages. Dans le cas de Raxio et ses partenaires du secteur numérique, nous constatons que les forces mimétiques ont un effet similaire aux forces normatives en l'absence de forces coercitives. Cependant, les forces coercitives fournies par la réglementation gouvernementale ont eu un impact similaire sur l'adoption de décision

écoresponsable en tant que forces normatives.

Au plan théorique, cette étude contribue à la littérature sur le rôle de la théorie institutionnelle dans l'adoption des TI responsables. Elle aborde également la nécessité de tenir compte de l'environnement contextuel de soutien en ressources et compétences des dirigeants en lien aux valeurs Green IT dans la recherche sur les SI. Il s'agit d'une industrie non seulement hautement institutionnalisée, mais qui a également traditionnellement une logique professionnelle forte qui est actuellement érodée par les mécanismes du marché ainsi que par les forces de réglementation gouvernementales. Nous montrons que dans une telle industrie, les forces institutionnelles peuvent avoir une forte influence sur les décisions d'adoption du Green IT et la perfection vers un numérique plus responsable et durable.

En nous inspirant de la conceptualisation de la théorie institutionnelle, nous avons cherché à proposer un modèle de recherche pour expliquer la motivation des dirigeants, notamment ivoiriens, à adopter de manière adéquate des politiques managériales écoresponsables dans le secteur du numérique. Notre modèle suggère que l'adoption de politique managériale écoresponsable dans le secteur du numérique en Afrique subsaharienne, notamment en Côte d'Ivoire en particulier, est motivée à la fois par des incitations institutionnelles coercitives, mimétiques, par des motivations tenant à la valorisation de la culture écologique, au civisme écologique, à l'écoresponsabilité des pratiques, à l'engagement absolu des individus, des entreprises et des pouvoirs publics et à la mise à disposition de ressources et compétences adéquates par ceux-ci, en vue d'atteindre les objectifs de durabilité escomptés. Nous pensons que ce modèle Green IT pourra conduire selon notre vision, à la soutenabilité de l'industrie du numérique en Côte d'Ivoire, à l'équilibre énergétique sociétal, à la santé humaine et à la protection environnementale dans cette zone de l'Afrique subsaharienne.

Notre étude est exploratoire et déclarative, mais reste un peu naïve sur des dimensions sociales, politiques, économiques, culturelle et d'intégrité profondes qui gangrènent le pouvoir décisionnel du continent qu'il conviendrait d'élucider et surtout l'état des rapports de forces asymétriques dans les négociations entre les acteurs des datacenters, les énergéticiens, les écologistes, les syndicats et le pouvoir public ivoirien. C'est pourquoi, une étude plus approfondie en termes d'alignement stratégique par exemple sur l'adoption du Green IT par toutes les parties prenantes est la bienvenue. Des études également sur la corruption, la culture écologique et la résistance individuelle et collective, le greenwashing seront également louables dans la mesure où la population, les entreprises et leurs besoins en termes de ressources numériques et énergétiques vont croître.

De même, compte tenu des limites de notre échantillon en termes de taille et de constitution, ces résultats, bien que congruents sur certains points avec la littérature sur ce sujet, doivent être considérés comme une première approximation du phénomène et d'autres études devront être réalisées avant toute généralisation. Les voies de recherche futures pourraient ainsi porter sur une exploration plus fine des relations entre les concepts de Green IT et innovation (voire de leadership) ainsi que sur l'élaboration d'un modèle causal d'adoption du Green IT. Il conviendrait, en effet, d'aller au-delà de ces résultats descriptifs d'identifier les facteurs qui expliquent le plus, l'engagement des entreprises dans une démarche Green IT. Également, de mesurer les effets d'isomorphisme ou de contagion des forces institutionnelles et identifier la corrélation entre les forces mimétiques, normatives et coercitives dans l'adoption des décisions, mais également l'effet causal de ces forces.

BIBLIOGRAPHIE

Abernethy, M. A., & Stoelwinder, J. U. (1995). The role of professional control in the management of complex organizations. *Accounting, organizations and society*, 20(1), 1-17.

ADEME, C. D. D., CEREN, C., & CITEPA, C. D. L. (2010). *batiments et gaz a effet de serre.*

Agrawal, A., Khichar, M., & Jain, S. (2016). Transient simulation of wet cooling strategies for a data center in worldwide climate zones. *Energy and Buildings*, 127, 352-359.

Ait-Daoud, Sanaa. (2012) *Le management responsable des technologies de l'information (MRTI): entre approches éthique et institutionnelle.* Diss. Montpellier 2.

Baker, J. (2012). The technology–organization–environment framework. *Information systemstheory*, 231-245.

Berelson, B. (1952). Content analysis in communication research

Bidan, M. (2010). Systèmes d'information et développement durable: modèles théoriques et pratiques organisationnelles. *Management Avenir*, (9), 304-306.

Bidan, M., & Trinquécoste, J. F. (2010). Gouvernance et innovation à l'épreuve des technologies de l'information. *Management Avenir*, (4), 125-127.

Bidan, M., Biot-Paquerot, G., Chaboud, M. C., & Lentz, F. M. (2020). Inversion du domaine de l'adoption: les technologies latentes. *Management & Data science*, 4(2).

Bohas, A., & Bouzidi, L. (2013). *Sustainable Development and Information System: Which Approaches for Which Contributions?* (No. halshs-00872564).

Bohas, A., Dagorn, N., & Poussing, N. (2013). Une analyse des liens entre types de Green IT et stratégies RSE.

Boudreau Marie- Claude, Chen, Adela JW, , and Richard T. Watson.(2010)

"Information systems

Brooks, S., Wang, X., & Sarker, S. (2012). Unpacking green IS: a review of the existing literature and directions for the future. *Green business process management*, 15-37.

Caltrans"(2021). dot.ca.gov /Zero-Emission Vehicles | Caltrans". dot.ca.gov. Archived from the original on 2021-08-25. Retrieved 2021-08-25.

Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological bulletin*, 56(2), 81.

Campi, G Agrestini, S., Metallo, C., Filippi, M., Simonelli, L.,, Sanipoli, C., ... & Bianconi,A.Kohn (2004). Substitution of Sc for Mg in MgB₂: Effects on transition temperature

Chen, A. J., Boudreau, M. C., & Watson, R. T. (2008). Information systems and ecological sustainability. *Journal of Systems and Information Technology*.

Chen, A. J., Boudreau, M. C., & Watson, R. T. (2008). Information systems and ecological sustainability. *Journal of Systems and Information Technology*.

Cooke, Robert A., and J. Clayton Lafferty.(1983) "Level V: organizational culture inventory (Form I)." *Plymouth, MI: Human Synergistics*

Dao, V., Langella, I., & Carbo, J. (2011). From green to sustainability: Information Technology

David, Albert (1999). "Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion." *Conférence de l'AIMS*. Vol. 23.

Deng, Q., & Ji, S. (2015). Organizational green IT adoption: concept and evidence. *Sustainability*, 7(12), 16737-16755.

Denison, D. R., & Mishra, A. K. (1995). Toward a theory of organizational culture and effectiveness. *Organization science*, 6(2), 204-223.

Diguet, C., Lopez, F., & Lefèvre, L. (2019). *L'impact spatial et énergétique des data centers sur les territoires* (Doctoral dissertation, ADEME, Direction Villes et territoires durables).

DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American sociological review*, 147-160.

Durand-Estebe, B. (2014). *Optimisation énergétique du rafraîchissement des datacenters* (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business strategy and the environment*, 11(2), 130-141.

Flipo, F., Deltour, F., & Dobré, M. (2016). Les technologies de l'information à l'épreuve du développement durable. *Natures Sciences Sociétés*, 24(1), 36-47.

Hart, S. L. (1997). Beyond greening: strategies for a sustainable world. *Harvard business review*, 75(1), 66-77.

Hart, Stuart L (1995). "A natural-resource-based view of the firm." *Academy of management review* 20.4 . 986-1014.

Hofstede, G., Neuijen, B., Ohayv, D. D., & Sanders, G. (1990). Measuring organizational cultures: A qualitative and quantitative study across twenty cases. *Administrative science quarterly*, 286-316.

Jenkin, T. A., Webster, J., & McShane, L. (2011). An agenda for 'Green' information technology and systems research. *Information and Organization*, 21(1), 17-40.

KARTHALA Editions.

King, J. L., Gurbaxani, V., Kraemer, K. L., McFarlan, F. W., Raman, K. S., & Yap, C. S. (1994).

Law, F. (2013). La réinternalisation d'activités: une approche processuelle du choix entre faire ou faire-faire. *Vie sciences de l'entreprise*, (1), 37-52.

Lazaar, N. (2021). *Optimisation des alimentations électriques des Data Centers* (Doctoral dissertation, Normandie Université; Université Moulay Ismaïl (Meknès, Maroc)).

Leidner, D. E., & Kayworth, T. (2006). A review of culture in information systems research: Toward a theory of information technology culture conflict. *MIS quarterly*, 357-399.

Liénart, S., & Castiaux, A. (2012). Innovation et respect environnemental sont-ils compatibles?

Marc Bidan. (2021) Patient Chain Management (PCM)–Patient Pathway Management (PPM): une approche organisationnelle multidimensionnelle."

Mehar, S., Zeadally, S., Remy, G., & Senouci, S. M. (2014). Sustainable transportation management system for a fleet of electric vehicles. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 16(3), 1401-1414.

Melville, N. P. (2010). Information systems innovation for environmental sustainability. *MIS quarterly*, 1-21.

Miketa, A., & Merven, B. (2013). West African power pool: Planning and prospects for renewable energy.

Molla, A., & Cooper, V. (2012). Enterprise Green IT Readiness. *Harnessing Green It: Principles and Practices*, 199-210.

Molla, A. (2013). Identifying IT sustainability performance drivers: Instrument development and validation. *Information Systems Frontiers*, 15(5), 705-723.

Molla, A., & Abareshi, A. (2011). Green IT adoption: A motivational perspective.

Molla, Alemayehu, (2010) "Green IT readiness: A framework and preliminary proof of concept." *Australasian journal of information systems* 16.2

Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional*, 10(1),24-33.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2004). *Can Cars Come Clean?: Strategies for Low-Emission Vehicles*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

Post, J. E., Preston, L. E., & Sachs, S. (2002). Managing the extended enterprise: The new stakeholder view. *California management review*, 45(1), 6-28.

Rosenfeld, M. (2017). *Car connection: La filière euro-africaine de véhicules d'occasion*.

Sayed, L., & Gill, S. (2008). An exploratory study on environmental sustainability and IT use.

Schreier, M. (2014, January). Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: ein wegweiser im dickicht der Begrifflichkeiten. In *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research* (Vol. 15, No. 1, p. 27).

Scott, W. R. (2014). **W. Richard SCOTT (1995)**, *Institutions and Organizations. Ideas, Interests and Identities*. Paperback: 360 pages Publisher: Sage (1995) Language: English ISBN: 978-1422422224. *Management*, (1), 136-140.

Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy*

Wang, L., Zhang, F., Aroca, J. A., Vasilakos, A. V., Zheng, K., Hou, C., ... & Liu, Z. (2013). GreenDCN: A general framework for achieving energy efficiency in data center networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 32(1), 4-15.

Watson, R. T., Boudreau, M. C., & Chen, A. J. (2010). Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *MIS quarterly*, 23-38.

Whitfield, G., & Landeros, R. (2006). Supplier diversity effectiveness: does organizational culture really matter?. *Journal of Supply Chain Management*, 42(4), 16-28.

Wood, E. W., Rames, C. L., Bedir, A., Crisostomo, N., & Allen, J. (2018). *California Plug-In Electric Vehicle Infrastructure Projections: 2017-2025-Future Infrastructure Needs for Reaching the State's Zero Emission-Vehicle Deployment Goals* (No. NREL/TP- 5400-70893).

Zheng, K., Wang, X., Li, L., & Wang, X. (2014, April). Joint power optimization of data center network and servers with correlation analysis. In *IEEE INFOCOM 2014-IEEE conference on computer communications* (pp. 2598-2606). IEEE.

Web :

https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_fr

<https://www.actu-environnement.com/ae/news/agence-internationale-energie-baisse-gaz-a-effet-de-serre-26416.php4>

<https://www.ademe.fr/lademe/presentation-lademe/rapports-bilans>

https://www.citepa.org/fr/2013_12_a5/

https://www.lemonde.fr/afrique/article/2020/10/26/l-afrique-est-devenue-le-depotoir-des-vehicules-dont-l-europe-et-le-japon-ne-veulent-plus_6057435_3212.html

<https://www.touteurope.eu/environnement/les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-lunion-europeenne/> Institutional factors in information technology innovation.

Information systems research, 5(2), 139-169.