

Louvain School of Management

Les impacts environnementaux des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les entreprises

Recommandations et application au sein de la société
Press Shop & More

Auteurs : COLIN Lorédana,
VERHOFSTEDE Alex

Promoteur: KOLP Manuel

Année académique 2022-2023

Travail de fin d'études (TFE) en vue d'obtenir le titre de
Master (60) en Sciences de Gestion

Horaire de jour

Résumé

L'émergence, l'adoption et l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication ne font que croître. Désormais, il est impensable d'imaginer une entreprise viable sans ces technologies. Elles ont des impacts positifs importants pour les entreprises. Elles leur permettent d'améliorer leur performance. Cependant, outre ces impacts positifs, elles ont des impacts négatifs sur l'environnement non négligeables tels que les émissions de gaz à effet de serre, la consommation des ressources naturelles et leur déchet. Les entreprises ont tendance à fermer les yeux sur ces impacts. Ce travail de fin d'études propose des recommandations aux entreprises pour réduire leurs impacts environnementaux. Ces recommandations sont développées à l'aide de l'analyse des technologies présentes au sein de l'entreprise *Press Shop & More*.

Avant-propos

Nous souhaitons remercier notre promoteur, Monsieur Manuel Kolp, pour sa disponibilité ainsi que son encadrement pour la réalisation de ce travail de fin d'études. Nous souhaitons également le remercier pour ses conseils et son orientation dans le choix du sujet. De plus, nous souhaitons remercier les différentes personnes de l'entreprise *Press Shop & More* qui ont répondu à notre questionnaire. Sans elles, nous n'aurions pas pu rédiger la Partie II de ce travail. Finalement, nous souhaitons remercier nos camarades de cours (Diego, Justine et Matisse) pour leur soutien durant ce travail de fin d'études et ce master complémentaire.

Table des matières

Introduction	1
I Partie Théorique	3
1 Les nouvelles technologies de l'information et de la communication	3
1.1 Notion de NTIC	3
1.2 Évolution des NTIC	4
1.3 Les NTIC au sein des entreprises	8
2 Impact environnemental des NTIC	10
2.1 Impacts négatifs	11
2.1.1 Consommation des ressources naturelles	12
2.1.2 Pollution atmosphérique et émissions de gaz à effet de serre	14
2.1.3 Gestion des déchets des NTIC	16
2.1.4 Autres impacts	19
2.2 Impacts positifs	20
2.2.1 Augmentation de l'efficacité énergétique	20
2.2.2 Transports intelligents et propres	21
2.2.3 Capteurs avancés et gestion globale de l'environnement	22
2.2.4 Impacts positifs à l'échelle de l'entreprise	23
3 Dispositifs ayant pour objectif de réduire les impacts environnementaux des NTIC dans les entreprises	24
3.1 Dispositifs juridiques	25
3.1.1 Réglementations internationales	25
3.1.2 Réglementations européennes	26
3.1.3 Réglementations belges	27
3.2 Mise en place d'une RSE à travers le Green IT	28
3.2.1 La responsabilité sociétale et le Green IT	28
3.2.2 Exemples de mesures concrètes	31

4 Conclusion	37
 II Évaluation de l'impact environnemental des NTIC au sein de <i>Press Shop & more</i>	 38
5 Présentation de <i>Press Shop & more</i>	38
6 Les technologies de l'information et de la communication présentes chez <i>Press Shop & more</i> et leur impact environnemental	39
6.1 Informatique	39
6.2 Télécommunication	40
6.3 Médias numériques	40
6.4 Robotique et automatisation	41
6.5 Gestion des déchets électroniques	41
6.6 Politiques de l'entreprise et communication aux employés	42
7 Empreinte carbone	42
8 Propositions de mesures pour réduire l'impact environnemental des NTIC au sein de <i>Press Shop & more</i>	44
 Conclusion	 46
 Annexes	 56
A Questionnaire 1 sur les NTIC présentes au sein de <i>Press Shop</i>	56

Acronymes

ASBL Association sans but lucratif.

COP Conférence des parties à la CCNUCC.

CRM Gestion des relations clients.

DEEE Déchets d'équipements électriques et électroniques.

EPEAT Electronic Product Environmental Assessment Tool.

ISO International Organization for Standardization.

NT Nouvelles Technologies.

NTI Nouvelles technologies de l'information.

NTIC Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication.

OCDE Organisation de coopération et de développement économiques.

SDD Système de Développement Durable.

TIC Technologies de l'Information et de la Communication.

Table des figures

1	La révolution du numérique (REYRE et LIPPA (2015))	5
2	L'évolution des TIC des ménages en France (CHANTEPIE et LE DIBERDER (2010))	7
3	Répartition des impacts du numérique mondial en 2019 (BORDAGE (2019)) . . .	11
4	Impacts environnementaux négatifs des travailleurs dans les entreprises ("WeNR" (2021))	12
5	Principaux éléments requis pour les TIC, ainsi que leur rareté (BERTHOUD (s. d.))	13
6	Mix énergétique mondial en 2021 ("L'électricité dans le monde en 2021, année de records... Connaissances des énergies" (2022))	16
7	Le statut des DEEE en Europe en 2019 (Étude Global E-waste Monitor de FORTI et al. (2020))	18
8	Exemple de mesures pouvant réduire l'impact environnemental (BOURGOGNE (s. d.))	32
9	Logo de <i>Press Shop & More</i> ("Press Shop" (s. d.)).	39
10	Fonctionnement de l'outil <i>WeNR Light</i> (BOURGEOIS et al. (2023))	43

Introduction

Suite à l'émergence des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), leur adoption et leur utilisation ne cessent de croître. D'après les études de BOHAS et al. (2014) et KEMP (2022), au niveau mondial, en 2005, 33,9% des habitants disposaient d'un téléphone portable et 25,4% des ménages d'un ordinateur portable. En 2022, ces taux sont passés à 90,7% et 71,2%, ceci signifie que désormais, 5,31 milliards de personnes utilisent des téléphones portables. Le taux des ménages utilisant Internet est passé de 18,1% en 2005 contre 62,5% en 2022, cela signifie qu'il y a actuellement plus de 4,95 milliards d'internautes dans le monde.

Les NTIC ont pris une place de plus en plus importante au sein de notre vie quotidienne. Nous pouvons les retrouver partout où nous allons. Au niveau des entreprises, la diffusion des TIC est tout aussi importante et atteint même parfois des taux proches de la saturation. Selon EUROSTAT (2011), en 2010, 95% des entreprises européennes étaient connectées à Internet et 92% avaient un site Web. Internet est devenu indispensable aux entreprises. 12% des entreprises vendaient en ligne ; 14% réalisaient leur chiffre d'affaires par le e-commerce et plus d'une entreprise sur trois (35%) achetait en ligne. Pratiquement toutes les entreprises sont connectées à Internet par une ligne fixe de haut débit, 63,5% des entreprises organisent des réunions à distances et une entreprise sur 10 utilise des robots industriels ou de service. (STATBEL (2022)) Elles sont devenues irremplaçables dans le secteur. Par exemple, le courrier électronique a permis aux entreprises de réduire leurs frais de communication, mais aussi de contacter des interlocuteurs à l'autre bout du monde sans les contraintes de l'envoi de courrier ou d'un appel téléphonique avec le problème du décalage horaire. Elles ont apporté des modifications considérables de travail aux managers, aux employés ainsi qu'aux emplois en question. Ces nombreuses modifications ont permis de renforcer l'efficacité des entreprises en améliorant les conditions de travail ainsi que les relations de confiance entre les employés et les managers.

L'augmentation drastique de l'usage des NTIC n'a pas que des effets positifs. Certes, sur le plan économique, cela avantage les entreprises et renforce la concurrence. Cependant, il y a des impacts sociaux et éthiques et par-dessus tout, elles ont un impact environnemental considérable dès leur conception jusqu'à leur fin de vie (BERTHON et al. (2011)). Souvent, ces effets négatifs sont mis à l'écart face à leur potentialité. Pourtant, ils sont bien présents : consommation énergétique et émissions de gaz à effet de serre, épuisement des ressources non renouvelables, rejet de substances toxiques, accroissement des déchets, etc. Ils se situent essentiellement au moment de la fabrication et de la fin de vie des appareils. Sans oublier les défis sociaux que constitue leur fabrication dans les pays émergents (WWF (2011)). Pourtant, beaucoup d'entreprises n'ont pas conscience de la pollution des NTIC. Contrairement aux autres pollutions, cette dernière plus discrète. Par exemple, l'envoi d'un e-mail avec un document en pièce jointe

correspond à une ampoule allumée pendant 24 heures, ce qui équivaut à 50 grammes de CO₂ (“« Green IT »” (s. d.)). L’étude de STATBEL (2022) démontre d’ailleurs que seulement 7 entreprises sur 10 agissent sur la consommation énergétique de leurs NTIC et sur la quantité de papier utilisé. De plus, seulement 3 entreprises sur 10 vendent ou remettent leurs équipements TIC qu’ils n’utilisent plus. De nombreux chercheurs en écologie, en philosophie et en informatique se sont questionnés sur les conséquences négatives des TIC sur l’environnement. Leurs recherches portent sur divers sujets : la contribution de ces technologies à l’épuisement des ressources naturelles, à la pollution, au réchauffement climatique et à la crise écologique, au recyclage efficace, etc. La mondialisation des NTIC et de leur impact rend les recherches d’autant plus difficiles. Les problématiques sont nombreuses et complexes, mais il n’est pas trop tard pour rechercher des solutions. WWF (2011) évoque même que les NTIC pourraient avoir un apport positif pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre : elles représentent 2% des émissions mondiales et elles pourraient contribuer à réduire les 98% d’émissions restantes. Il faut cependant rester prudent et anticiper les effets rebonds de leur mise en œuvre.

Dès lors, tant les entreprises sont devenues dépendantes des NTIC et tant les NTIC ont des conséquences environnementales, il semble difficile pour une entreprise de réduire ses impacts environnementaux. Ce sera l’objet de ce mémoire. Comment une entreprise peut-elle réduire l’impact environnemental de ses NTIC ? Ce mémoire a pour objectif d’évaluer l’impact environnemental des NTIC présentes au sein des entreprises et de définir comment ils peuvent être réduits.

Pour ce faire, nous développerons deux parties : dans la première partie (Partie I Théorique), nous définirons théoriquement les nouvelles technologies de l’information et de la communication ainsi que leur impact environnemental et les pistes pour les améliorer. Dans la seconde partie (Partie II Pratique), nous réaliserons une étude de cas des NTIC présentes chez *Press Shop & more* et l’impact environnemental de ces dernières afin d’avoir une approche concrète et de définir comment une entreprise tente de réduire, ou non, ses effets négatifs.

Première partie

Partie Théorique

Cette première partie a pour objectif de définir théoriquement les NTIC (1) ainsi que leur impact environnemental (2). Des recommandations pour réduire les impacts environnementaux seront ensuite proposées (3).

1 Les nouvelles technologies de l'information et de la communication

Afin de comprendre les nouvelles technologies de l'information et de la communication, cette section explicitera la notion de NTIC (1.1), ensuite leur évolution (1.2) et finalement s'intéressera plus particulièrement aux NTIC au sein des entreprises (1.3).

1.1 Notion de NTIC

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) peuvent également être désignées par l'acronyme TIC (technologies de l'information) ou NT (nouvelles technologies) ou NTI (nouvelles technologies de l'information). Les NTIC sont sujettes à de nombreuses définitions différentes selon la source ou l'époque. Aucun consensus sur leur définition ne semble avoir été trouvé. Cela s'explique par le fait que les frontières sont emmêlées ; les nouvelles technologies évoluent rapidement avec la convergence numérique ("Historique" (2014)).

La plupart des personnes pensent uniquement aux ordinateurs, aux téléphones, aux tablettes connectées, à la radio et à la télévision. Cependant, le panel est bien plus large. D'après ZUPPO (2012), définir les TIC est un challenge. Il faut les définir au regard du contexte auquel elles se rapportent. Le point commun est qu'elles font toujours référence à des technologies facilitant le transfert d'informations et divers types de communication par voie électronique. Elles englobent également toutes les technologies émergentes comme l'intelligence artificielle et la robotique (ADEM (2022)).

L'Institut Statistique de l'UNESCO (2009) les définit comme *"l'ensemble d'outils et de ressources technologiques permettant de transmettre, enregistrer, créer, partager ou échanger des informations, notamment les ordinateurs, l'Internet (sites Web, blogs et messagerie électronique), les technologies et appareils de diffusion en direct (radio, télévision et diffusion sur l'Internet) et en différé (podcast, lecteurs audio et vidéo et supports d'enregistrement) et la téléphonie (fixe ou mobile,*

satellite, visioconférence, etc.)" (UNESCO (2009)).

Cette définition s'accorde avec la définition de NWAMEN (2006), les TIC représentent l'ensemble des outils et des techniques qui résultent de la convergence des télécommunications, de l'informatique et de l'audiovisuel. Le point commun de ces outils est qu'ils utilisent des données numériques. Il s'agit donc de toutes les technologies permettant l'accès aux informations par le biais de la communication.

Plus concrètement, les nouvelles technologies de la communication et de l'information sont :

- Tous les intermédiaires pouvant être utilisés pour enregistrer ou stocker des informations ainsi que,
- Toutes les fonctionnalités technologiques permettant de diffuser ou de transmettre ces informations par divers canaux comme la voix, le texte ou la vidéo et,
- Tous les appareils, composants de réseau, applications et systèmes dont la combinaison permet aux individus ou aux organisations d'agir avec le monde numérique.

Il est certain que ces nouvelles technologies se trouvent désormais partout dans notre vie quotidienne et ont diverses applications. Elles peuvent se retrouver dans le monde du travail, dans l'éducation, dans la santé, les loisirs, etc.

Ces nouveaux outils rencontrent plusieurs avantages repris par TSOULI (2023) :

- Premièrement, ils offrent de nouveaux moyens de communiquer, travailler, créer, apprendre, etc.
- Deuxièmement, ils permettent d'être plus rapide. Les tâches manuelles d'autrefois se réalisent maintenant par ces outils qui sont plus rapides.
- Troisièmement, ils rendent plus petits les supports d'information et les appareils, il n'y a plus besoin de gros support.
- Quatrièmement, leur coût n'est pas forcément plus élevé, ces outils sont abordables. La majeure partie de la population y a accès sans difficulté.
- Cinquièmement, ils sont puissants. Les capacités de ces outils ne font que s'accroître.
- Dernièrement, ils prennent en compte tous les différents canaux : textuel, image et sonore.

Les NTIC sont devenues des atouts indispensables dans le quotidien des utilisateurs.

1.2 Évolution des NTIC

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont commencé à émerger tout au long du 20^e siècle. Depuis toujours, les êtres humains recherchent des moyens de communication entre eux. Retracer un historique complet de toutes les TIC est assez audacieux

étant donné qu'elles sont inquantifiables, qu'elles évoluent rapidement et qu'elles se transforment rapidement. Sans l'apparition de l'écriture qui a facilité la transmission de connaissance, l'émergence des NTIC n'aurait pas eu lieu.

Le point de départ serait l'apparition des circuits imprimés. Ces derniers correspondent au rassemblement électrique de plusieurs composantes électroniques afin de créer un circuit électronique.

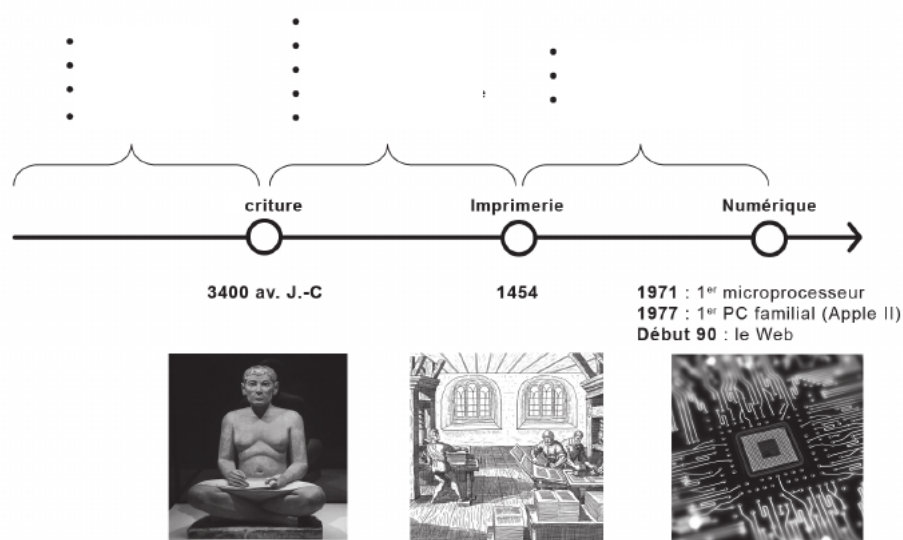


FIGURE 1 – La révolution du numérique (REYRE et LIPPA (2015))

Après ce point de départ, l'historique peut se retracer en quatre phases :

Première phase, dans les années 70 et 80, certaines technologies, qui ont maintenant disparu ou évolué, ont fait leur apparition telles que les téléphones, le télégraphe ou le magnétophone. L'impression industrielle était la technologie la plus utilisée. Le premier ordinateur est apparu en 1851 par la Compagnie des machines Bull¹. Grâce à l'invention de microprocesseurs en 1970, qui sont par la suite devenus de plus en plus petits et puissants, les ordinateurs personnels sont devenus plus courants. Apple et Commodore ont lancé leur premier ordinateur en 1977 (REYRE et LIPPA (2015) p.7). Cependant, les TIC restaient peu utilisées, car elles étaient chères et encombrantes. Ces appareils étaient uniquement accessibles à ceux qui en avaient les moyens. C'est avec la crise du numérique qu'ils sont devenus de plus en plus importants et accessibles.

1. La Compagnie des Machines Bull est une société française spécialisée dans l'informatique fondée en 1930.

C'est lors de la **deuxième phase**, avec l'essor d'Internet dans les années 90, appelé également la "révolution numérique" que l'usage des TIC a commencé à croître. C'est en particulier avec l'arrivée de "*Netscape Navigator*"² que les portes du monde virtuel se sont ouvertes. (FLIPO et al. (2016)). Le 12 mars 1989, Tim Berners-Lee du CERN³ a lancé la première version du Web. Cette première version du Web consistait en un système informatique utilisant l'hypertexte pour lier les documents scientifiques du réseau CERN. Le système est devenu public en mai 1993 (REYRE et LIPPA (2015) p.8). Internet a permis de connecter des ordinateurs du monde entier, de faciliter le partage d'informations et de créer de nouveaux services en ligne. Les sites web, les e-mails, les chats en ligne et les forums de discussion sont devenus très populaires. *Netscape Navigator* a ouvert la porte à Amazon (1995), Google (1998) et tous les autres portails.

Troisième phase, le développement des smartphones et des tablettes dans les années 2000. Ces appareils ont permis d'accéder à Internet de tout en étant en mouvement. Ils sont également dotés de nouvelles fonctionnalités, comme la géolocalisation, les capteurs de mouvement, les caméras, etc. ("Histoire des TIC - Les Technologies du futur" (2020))

Dernière phase, l'intelligence artificielle (IA) et la blockchain dans les années 2010. L'IA a permis l'émergence des applications comme les chats, les assistants virtuels et les voitures autonomes. Tandis que la blockchain est utilisée pour les transactions en ligne sécurisées et la gestion de données décentralisées. ("Histoire des TIC - Les Technologies du futur" (2020))

2. Netscape Navigator est le premier navigateur internet commercial distribué à grande échelle. Il dominait le marché dans les années 1990 mais son hégémonie a regressé face à l'arrivée d'Internet Explorer qui était fourni gratuitement par Microsoft et Windows. Il est à l'origine de Mozilla Firefox.

3. Le CERN signifie "European Organization for Nuclear Research", c'est-à-dire le Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire. Il s'agit d'un organe de l'Union Européenne institué en 1952. Tim Berners-Lee de son nom complet Timothy John Berners-Lee est un informaticien britannique né en 1955 qui travaillait au CERN. Il a fondé le Web et les trois technologies qui le fondent : les adresses URL, le HTTP et les codes HTML.

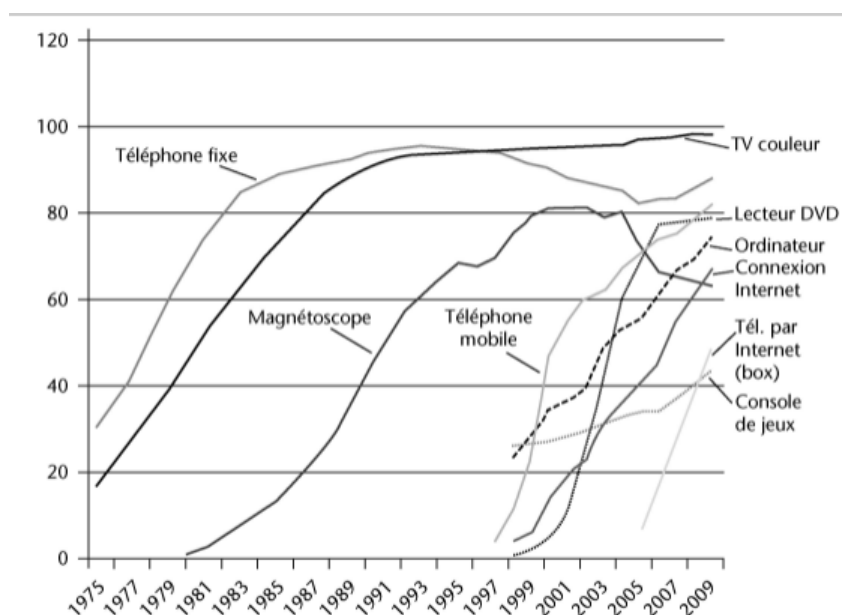


FIGURE 2 – L'évolution des TIC des ménages en France (CHANTEPIE et LE DIBERDER (2010))

La majorité des pays industrialisés ont maintenant accès à Internet en haut débit ("Histoire des TIC - Les Technologies du futur" (2020)). La technologie contribue maintenant à l'augmentation du PIB. Au plus elle se développe, au plus cette filière ouvre des portes : nouvelles formations, recherches et éducations, nouveaux emplois liés à ces technologies, nouveaux besoins, nouveaux produits, etc. Elles continuent de s'accroître rapidement et ne régressent pas. Cette croissance accélérée engendre de nombreux obstacles intergénérationnels. Au fur et à mesure de leur évolution, ces technologies sont devenues des outils dans tous les domaines (l'agriculture, la politique, le social, l'économie, etc.). Dorénavant, il est devenu impensable d'imaginer un monde sans ces technologies. Elles sont devenues essentielles dans le fonctionnement de la société ("Histoire des TIC - Les Technologies du futur" (2020)).

L'OCDE (2004) souligne que les NTIC ont de bonnes perspectives à long terme. Dorénavant, elles sont des indicateurs de croissance du PIB. En 2001, les NTIC atteignaient 10% du PIB des pays de l'OCDE. Le secteur des NTIC représente un quart du budget en recherche et développement des entreprises.

Il est important de noter que cette évolution rapide des NTIC a un impact environnemental important, en particulier en termes de consommation d'énergie et de production de déchets électroniques. Il est donc essentiel de comprendre comment ces technologies ont évolué pour mieux appréhender leur impact sur l'environnement et proposer des solutions pour minimiser cet impact.

1.3 Les NTIC au sein des entreprises

Dans le cadre de ce mémoire, ce sont les nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les entreprises qui nous intéressent étant donné que nous allons rechercher l'impact environnemental de ces NTIC au sein de l'entreprise *Press Shop & more*.

Pour définir les NTIC dans les entreprises, ZUPPO (2012) utilise la définition suivante : “*les TIC désignent les biens fabriqués et produits (par exemple, téléphones cellulaires, modems et points d'accès sans fil, etc.) ou les services connexes (par exemple, réparation, installation)*”. Elles désignent donc, au sein d'une entreprise, les dispositifs, réseaux et systèmes qui permettent la communication et le traitement de l'information. Ces nouvelles technologies ont révolutionné les entreprises. Le lieu de travail est passé d'un endroit réel et limité à un monde virtuel et illimité. Des outils informatiques peuvent maintenant réaliser les tâches les plus complexes qui étaient destinées autrefois aux employés. Elles ont changé l'appréhension du monde du travail.

L'OCDE (2004) nous indique que les TIC sont largement retrouvées au sein des entreprises. L'économie a besoin des TIC. Les plus gros utilisateurs de TIC se retrouvent dans les industries productrices de ces dernières ensuite dans les industries manufacturières de haute technologie, puis dans le secteur des services de finance et finalement dans le secteur de services aux entreprises et de distribution. Elles sont devenues tellement présentes qu'elles ne se remarquent même plus. Par exemple, les e-mails permettent aux employés d'être tout le temps interconnectés entre eux, de communiquer plus efficacement avec leurs clients en maintenant toujours des preuves écrites. On pourrait également citer les plates-formes de ventes en ligne qui ont permis un essor du commerce. Plus besoin d'autant de magasins que dans le passé, les consommateurs peuvent maintenant acheter bien plus rapidement.

L'OCDE (2004) distingue les technologies de l'information et de la communication dans les entreprises en différentes catégories :

- Première catégorie, **l'informatique**. Cette catégorie comprend ce qui est relié aux ordinateurs et aux systèmes informatiques, comme les logiciels, les systèmes d'exploitation, les bases de données, les réseaux, les serveurs, les ordinateurs personnels, les ordinateurs portables, les tablettes, les smartphones, etc.
- Seconde catégorie, **les télécommunications**. Cette catégorie concerne toutes les technologies liées aux communications, comme les téléphones, les réseaux de téléphonie mobile, les réseaux de téléphonie fixe, les réseaux sans fil, les réseaux de transmission de données, les satellites, etc.
- Troisième catégorie, **les médias numériques**. Cette catégorie est associée à toutes les technologies liées à la production, à la diffusion et à la consommation de conte-

nus numériques, comme les images, les vidéos, les sons, les textes, les jeux vidéo, les applications mobiles, les réseaux sociaux, les plates-formes de streaming, etc.

- Quatrième catégorie, **la robotique et l'automatisation**. Cette catégorie englobe toutes les technologies liées aux machines autonomes, aux robots, aux capteurs, aux systèmes d'automatisation, aux systèmes de contrôle, etc.
- Cinquième catégorie, **l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique**. Cette dernière catégorie englobe les technologies liées à la création de machines capables de traiter des données et de prendre des décisions en utilisant des algorithmes d'apprentissage automatique et des réseaux neuronaux artificiels.

Les NTIC sont nombreuses et présentes dans tous les secteurs. Une catégorie de NTIC n'en exclut pas une autre, elles peuvent se recouper. De nombreuses technologies peuvent se retrouver dans plusieurs de ces catégories (SAMUEL (2015) et MASTAFI (2019)).

Au sein des entreprises, les différentes catégories de TIC se retrouvent sous différentes formes et sont largement utilisées. Il est opportun de citer quelques exemples développés par BOISSIERE, PAUL et al. (s. d.) :

- Première utilisation, **les ordinateurs et les logiciels**. Les ordinateurs font partie intégrante de la plupart des entreprises aujourd'hui, et les logiciels tels que le package Office (Word, Excel, PowerPoint) sont utilisés pour la création de documents, les présentations, les tableurs notamment en comptabilité, les bases de données, etc. Le savoir-faire des employés est devenu formalisé (OTHMAN (2010)).
- Deuxième utilisation, **les logiciels de gestion de projet**. Les entreprises utilisent ces logiciels pour planifier et suivre les tâches, les délais et les budgets des projets en cours.
- Troisième utilisation, **les logiciels de gestion de la relation client (CRM)**. Ces logiciels sont utilisés pour gérer les interactions avec les clients et pour stocker des informations sur les clients, y compris les historiques d'achat et les données de contact.
- Quatrième utilisation, **la communication dans l'entreprise**. Les entreprises utilisent des systèmes de communication pour faciliter les échanges entre les employés et avec les clients, tels que la messagerie électronique, la vidéoconférence, les salles de réunion et de chat en ligne, l'intranet de la société, etc. Cela permet également le travail à distance.
- Cinquième utilisation, **les outils de marketing numérique**. Les entreprises utilisent des outils de marketing numérique tels que les médias sociaux, les campagnes de publicité en ligne et les plates-formes de marketing pour atteindre de nouveaux clients et fidéliser les clients existants.
- Sixième utilisation, **les logiciels de supply chain**. Ces logiciels sont utilisés pour gérer les approvisionnements, les stocks et la logistique tout au long de la chaîne d'approvi-

- sionnement, de la production à la livraison des produits finis (DERROUCHE (2002)).
- Septième utilisation, **la gestion des ressources humaines** englobe les logiciels et les systèmes utilisés pour gérer les ressources humaines d’une entreprise, comme les systèmes de paie, les systèmes de gestion des temps et des absences, les systèmes de recrutement et de gestion des candidatures, les systèmes de formation et de développement des compétences, etc. Ces technologies peuvent utiliser des outils d’informatique et de télécommunication pour faciliter les processus de gestion des ressources humaines et pour communiquer avec les employés (SAMUEL (2015) et MASTAFI (2019)).
 - Dernière utilisation, **les systèmes de cybersécurité**. Ces systèmes sont utilisés pour protéger leurs données et leurs systèmes informatiques contre les menaces telles que les virus, les pirates informatiques, les logiciels malveillants, etc. (“L’importance de la sécurité informatique” (2019)).

Des études récentes de l’OCDE (2004) et de van ARK et al. (2008) mettent en valeur les incidences de l’utilisation des NTIC au sein des entreprises :

- Premièrement, elles permettent d’améliorer les performances et la productivité de l’entreprise ainsi que les salaires et l’expansion des établissements. Mais, il faut rester vigilant. L’amélioration de la performance n’est pas toujours liée à l’utilisation des NTIC.
- Deuxièmement, les réseaux informatiques sont des atouts : ils permettent à l’entreprise d’externaliser ses activités, d’avoir des relations plus proches avec ses clients et ses fournisseurs et d’intégrer d’une meilleure manière ses activités.
- Troisièmement, les NTIC nécessitent des connaissances et des compétences pour leur utilisation. Mais une fois que l’outil est maîtrisé, la productivité augmente.
- Quatrièmement, au plus l’entreprise est grande, au plus elle utilise des NTIC.
- Cinquièmement, les NTIC prennent du temps à mettre en place et les entreprises doivent s’adapter à leur utilisation. Dès lors, les effets positifs n’apparaissent qu’au bout d’un certain temps.

Comme nous avons pu le constater, les TIC ont un rôle essentiel dans les entreprises.

2 Impact environnemental des NTIC

L’aspect immatériel des nouvelles technologies de l’information et de la communication ont tendance à faire oublier qu’elles ont un impact conséquent sur l’environnement. Cet impact est bien souvent plutôt négatif (2.1) que positif (2.2).

2.1 Impacts négatifs

L'impact négatif des NTIC n'est pas à prendre à la légère étant donné que celles-ci représentent environ 2% des émissions globales de gaz carbonique, ce taux est le même que l'aviation civile (MISRA (s. d.)). De leur conception jusqu'à leur destruction, les NTIC ont un impact éminent sur l'environnement.

Alors que, par le passé, les principales sources d'effets néfastes sur l'environnement résidaient dans les infrastructures de réseau ainsi que les centres de données, les équipements utilisateurs vont à présent comptabiliser la majorité de ces impacts (59 à 84% selon BORDAGE (2019)), leur fabrication ainsi que leur consommation électrique en étant les principales causes.

%	 Énergie	 GES	 Eau	 Elec.	 Ressources
Utilisateurs	60%	63%	83%	44%	75%
Réseau	23%	22%	9%	32%	16%
Centres informatiques	17%	15%	7%	24%	8%

FIGURE 3 – Répartition des impacts du numérique mondial en 2019 (BORDAGE (2019))

Les impacts négatifs sont principalement la consommation de ressources naturelles (2.1.1), la pollution atmosphérique et les émissions de gaz à effet de serre (2.1.2) et les déchets électroniques (2.1.3). Mais, il en existe d'autres (2.1.4). Ces impacts sont des impacts généraux des NTIC, mais qui concernent également les entreprises. Les sources principales des impacts environnementaux des TIC dans les entreprises sont issues de leur consommation énergétique élevée, de la gestion de leur déchet électronique inappropriée, de l'extraction des ressources naturelles pour fabriquer les équipements informatiques, de l'obsolescence rapide des équipements, de l'impact des infrastructures physiques et de la pollution liée à la production et à l'élimination des technologies.

Chaque travailleur individuellement a son propre impact sur l'environnement.

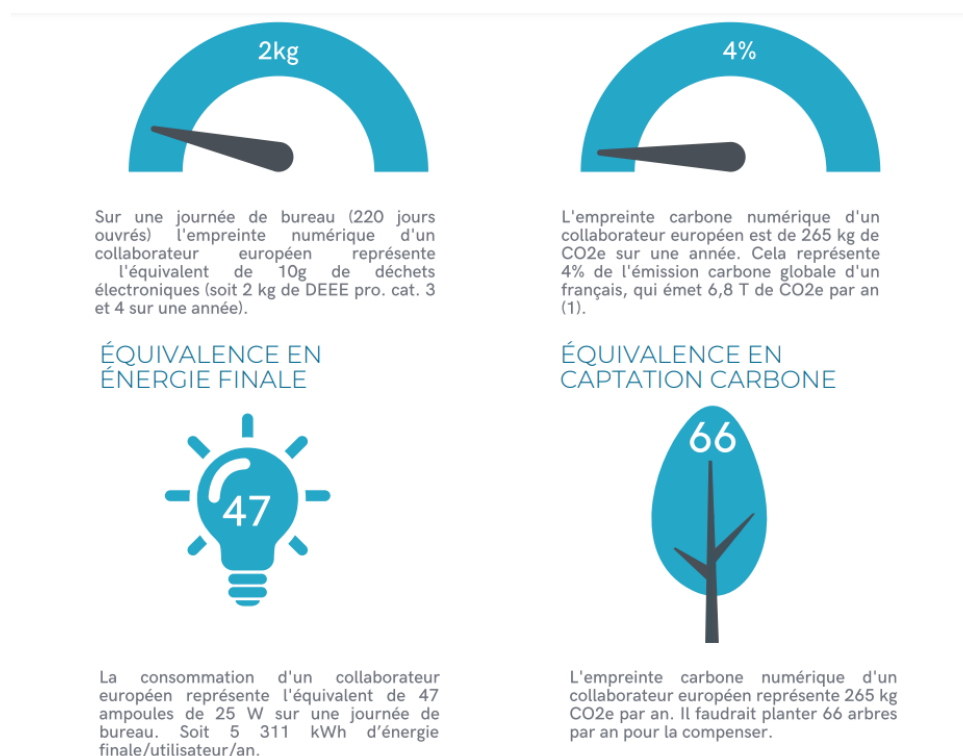


FIGURE 4 – Impacts environnementaux négatifs des travailleurs dans les entreprises (“WeNR” (2021))

2.1.1 Consommation des ressources naturelles

L’activité humaine repose depuis toujours sur l’exploitation des ressources naturelles, mais cette pratique est devenue problématique avec l’augmentation de la population et de la consommation. Malgré les appels à la modération, la consommation mondiale de ressources continue de croître, ce qui épuise la plupart des ressources à un rythme supérieur à leur régénération. L’industrie des NTIC est particulièrement gourmande en ressources par unité de production. Malgré les avancées technologiques visant à réduire l’impact environnemental de ce secteur, la demande croissante de produits électroniques entraîne une augmentation globale de la quantité de ressources nécessaires, appelée l’effet rebond.

Les minerais et les métaux sont utilisés dans divers composants des dispositifs électroniques, tels que les circuits intégrés, les écrans, les batteries et les connexions sans fil. Par exemple, le cuivre est largement utilisé pour les câbles et les connecteurs, l’aluminium pour les boîtiers et les dissipateurs thermiques, le cobalt pour les batteries rechargeables, ou encore l’indium dans les écrans LCD (ÉcoINFO (2011)).

L’utilisation de minerais et de métaux dans les TIC soulève des préoccupations liées à l’approvisionnement en ressources. En effet, la plupart de ces matériaux sont considérés comme

rares et ont une offre limitée sur le marché mondial. Par exemple, l'indium, dont la production est réservée à plus de 50% aux TIC (ÉCOINFO (2011)). Sa production a augmenté de façon quasi exponentielle depuis les années 1970, mais montre des signes de plus en plus inquiétants de pénuries. En 2016, le temps avant l'épuisement des réserves mondiales n'était que de 10 à 15 ans et son taux de recyclage était en dessous de 1% (BERTHOUD (s. d.)).

	Argent	Cuivre	Indium	Galium	Germanium	Lithium	Tantale	Terres rares
Usage	Contacts	Câbles	Écrans	Leds	Wifi	Batteries	LCD, condensateurs	LCD, aimants
Part de la production mondiale dédiée aux TICs	21 %	42 %	>50 %	40 %	15 %	20 %	66 %	20 %
Réserves (ans)	15-30	40	10-15	10-15	10-15	grandes	150	grandes
Recyclage	>50 %	>50 %	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %

FIGURE 5 – Principaux éléments requis pour les TIC, ainsi que leur rareté (BERTHOUD (s. d.))

De plus, avec la raréfaction de ces matières premières, les techniques d'extraction de celles-ci deviennent de plus en plus lourdes et nécessitent de plus en plus de moyens et d'énergies, alimentées principalement par les sources pétrolières. Il est estimé qu'approximativement 8 à 10% de l'énergie primaire est dédiée à l'extraction ainsi qu'au raffinage des métaux nécessaires au bon fonctionnement des TIC (ÉCOINFO (2011)).

En plus de ce besoin important en énergie, l'augmentation de la demande et la raréfaction de ces métaux entraînent également des transformations à long terme des environnements locaux, comme la déforestation sur de potentiels nouveaux sites miniers.

Par ailleurs, ces extractions minières nécessitent de grandes quantités d'eau. Les pays émergents ou en voie de développement abritent généralement les principaux sites miniers exploités. Cela engendre une concurrence directe entre les compagnies minières et les activités agricoles traditionnelles. Accompagnée aux besoins domestiques, cette concurrence a un grand impact sur les écosystèmes, même n'étant pas soumis à un stress hydrique important. Cet impact est aggravé dans les régions arides ou densément peuplées.

En plus de cet impact sur le stress hydrique appliqué aux écosystèmes et populations avoisinant les extractions minières, l'activité minière a des conséquences significatives sur le système hydrologique lui-même des régions sujettes à celles-ci. En effet, pendant l'exploitation, les eaux infiltrées perturbent les sources d'eau et les cours d'eau voisins, nécessitant leur pom-

page pour maintenir les mines au sec. Ces eaux doivent ensuite être traitées avant d'être ré-introduites dans le réseau hydrologique naturel. Après l'abandon de la mine, les galeries se remplissent d'eau, entraînant des réactions d'oxydation des minerais et la formation de rejets acides. Les déchets de l'extraction stockés en surface sont également soumis à l'oxydation et aux lessivages par les pluies, contribuant ainsi à la libération de métaux lourds toxiques pour l'environnement. (ÉCOINFO (2011))

La consommation de ces métaux et ressources abiotiques ainsi que des ressources en eau sont très majoritairement associés à la fabrication des équipements utilisateur, à hauteur de respectivement 83 et 75% au niveau mondial (BORDAGE (2019)).

2.1.2 Pollution atmosphérique et émissions de gaz à effet de serre

L'effet de serre se produit lorsque certains gaz, tels que le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) et la vapeur d'eau, présents dans l'atmosphère terrestre, appelés gaz à effet de serre, absorbent et ré-émettent une partie du rayonnement thermique émis par la surface de la Terre. Lorsque le rayonnement solaire atteint la surface de la Terre, celle-ci se réchauffe et émet un rayonnement thermique dans l'infrarouge. Une partie de ce rayonnement est alors absorbée par les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère, ce qui entraîne une augmentation de leur énergie. Les molécules de gaz à effet de serre ré-émettent ensuite cette énergie sous forme de rayonnement thermique dans toutes les directions, y compris vers la surface terrestre. Ce phénomène est naturel et permet de maintenir la surface de la Terre à des températures habitables. Néanmoins, les importantes émissions actuelles de ces gaz causent une augmentation de leur concentration dans l'atmosphère, induisant une augmentation anormale de l'effet de serre, et donc de la température terrestre globale.

Comme dit précédemment, l'extraction d'éléments nécessaires à la fabrication des TIC est très énergivore. D'une manière plus générale, la phase de production des TIC est très coûteuse en énergie et électricité. De plus, par la même occasion, elle produit une grande quantité de gaz à effet de serre. À titre d'exemple, il est estimé qu'il faut 17000 tonnes de CO_2 afin d'obtenir et de raffiner une tonne d'or utilisable pour les TIC (ÉCOINFO (2011)). Par leur abondance et leur rapide taux de renouvellement, la fabrication des équipements utilisateurs est la plus consommatrice en énergies primaires et la plus productrice en gaz à effet de serre. ADEM (2022) estime qu'un euro dépensé en matériel informatique émet 900g de CO_2 . La production des matériaux, la fabrication et la distribution d'un ordinateur personnel créent un rejet de 0,19 tonne de gaz à effet de serre et 36kg de déchets (FAUCHEUX et al. (2010)).

Durant la phase d'utilisation des TIC, les émissions de gaz à effet de serre sont généralement

dues à la consommation électrique de ces technologies. Le secteur de l'électricité est un des secteurs qui a la plus grande empreinte carbone (CRIPPA et al. (2018)). En 2010, la consommation d'électricité des TIC s'élevait à 10% de la consommation globale et devrait atteindre 21% d'ici 2030, soit 10% des émissions globales de gaz à effet de serre (ANDRAE et EDLER (2015)).

Les centres de données occupent une place non négligeable de la consommation électrique associée aux TIC. Leurs besoins énergétiques peuvent s'expliquer par différentes raisons (ANDRAE et EDLER (2015)) :

- **Croissance exponentielle de la demande** : La montée en puissance des NTIC a induit une augmentation toujours plus grande de capacité de traitement et de stockage des données. En effet, les utilisateurs sont de plus en plus connectés et dépendants de services en ligne pour diverses activités, allant du travail et de l'éducation à la communication ou encore aux loisirs. Cette évolution entraîne une augmentation massive du volume de données générées et nécessite des centres de données capables de gérer cette explosion de données. L'avènement de technologies telles que l'intelligence artificielle nécessitant de grandes capacités de stockage et de calcul renforce la demande d'énergie des data centers.
- **Refroidissement de l'infrastructure** : En fonctionnement intensif, les serveurs informatiques génèrent beaucoup de chaleur. Pour garantir le maintien de ceux-ci en état, il faut garder une température optimale à l'intérieur de ces centres de données. Le refroidissement représente une part importante de la consommation énergétique totale d'un centre de données, car il faut non seulement refroidir les serveurs, mais aussi maintenir une température ambiante et stable dans tout l'environnement du centre de données.
- **Redondance et disponibilité** : Les centres de données doivent fonctionner en continu pour garantir la disponibilité des services en ligne. Pour y parvenir, ils sont dotés de systèmes de sauvegarde redondants, de générateurs de secours et de batteries pour faire face aux pannes de courant. Ces dispositifs de sauvegarde sont essentiels pour maintenir la continuité des opérations, mais ils consomment également une quantité considérable d'électricité, même lorsqu'ils sont en veille.

Cette consommation énergétique est amplifiée par des comportements irresponsables des utilisateurs, considérés comme "gaspillage numérique". Ces comportements peuvent être de plusieurs sortes (PREIST et al. (2016)) :

- Téléchargement de données déjà présentes sur l'appareil,
- Téléchargement de données non utiles à l'utilisateur ou partiellement utilisées par celui-ci,

- Enregistrement automatique de données dans un service de cloud computing,
- Pollution dormante, à savoir le stockage de mails non effacés sur les boîtes de messagerie.

Selon certaines études, d’ici 2030, le principal de la consommation en électricité sera associé aux infrastructures réseau ainsi qu’aux data centers (ANDRAE et EDLER (2015)), tandis que d’autres avancent que l’abondance des équipements utilisateurs fera de ceux-ci les principaux consommateurs d’électricité parmi les NTIC (BORDAGE (2019)). Or, l’électricité est encore en très grande partie fournie grâce aux énergies fossiles, plus précisément à hauteur de 62% en 2021 (“L’électricité dans le monde en 2021, année de records... | Connaissances des énergies” (2022)). Bien que la part des énergies renouvelables a tendance à augmenter ces dernières années, la consommation électrique mondiale est également en augmentation, induisant une augmentation des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

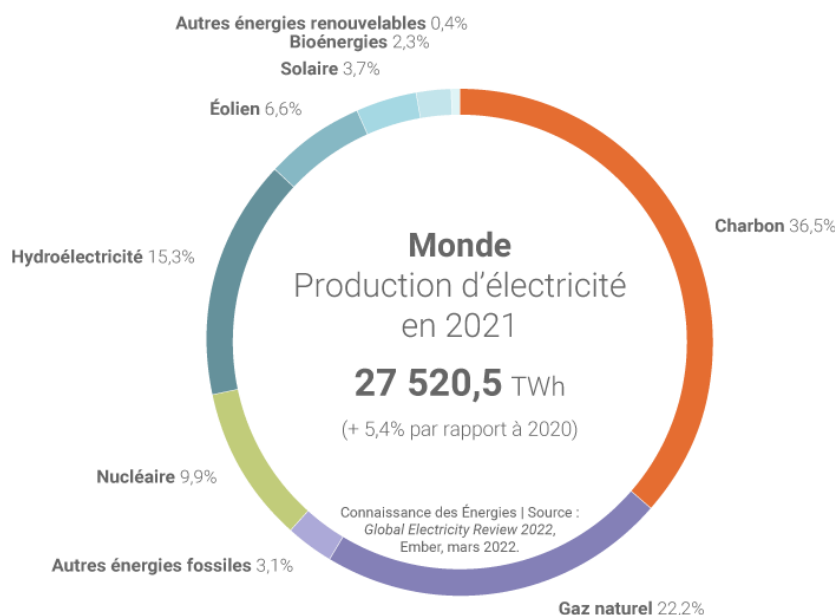


FIGURE 6 – Mix énergétique mondial en 2021 (“L’électricité dans le monde en 2021, année de records... | Connaissances des énergies” (2022))

2.1.3 Gestion des déchets des NTIC

Leur grand taux de consommation, leur cycle de vie relativement court et le peu d’options de réparation de ceux-ci font des nouvelles technologies de l’information et de la communication une source importante de déchets. Les déchets électroniques sont également appelés les déchets d’équipements électriques et électroniques (DEEE). Un déchet est souvent défini comme un objet qui n’a plus de valeur fonctionnelle. Cependant, comme WILQUET (2023) le souligne, il est difficile de définir précisément ce qu’est un déchet, car cela dépend de la conception : cer-

tains trouveront qu'un appareil cassé est un déchet alors que d'autres le considéreront comme un objet qui peut être reconditionné ou recyclé. La valeur d'un objet dépend du contexte dans lequel il se trouve (lieu et moment) et de la personne qui s'y intéresse. Afin de définir les DEE, la Directive DEEE (2) (2012) dans son Article 3, 1., e) évoque qu'il s'agit de tous les déchets d'équipements électriques et électroniques (EEE). Dès lors, d'après l'Article 3, 1., a) de cette directive, les DEE professionnels seraient "*les déchets d'équipements à usage professionnel fonctionnant grâce à des courants électriques ou à des champs électromagnétiques et les équipements de production, de transfert et de mesure de ces courants et champs, conçus pour être utilisés à une tension ne dépassant pas 1 000 volts en courant alternatif et 1 500 volts en courant continu*" (Directive DEEE (2) (2012)). Ces déchets sont donc : les gros et petits appareils ménagers, les équipements informatiques, les matériaux d'éclairage, les instruments de surveillance et de contrôle, les distributeurs, les cartouches d'impression, etc. Ceux-ci représentaient 53,6 millions de tonnes de déchets générés mondialement par an en 2019 et pourraient en représenter approximativement 74,7 millions de tonnes par an d'ici 2030 (Étude Global E-waste Monitor de FORTI et al. (2020)).

Les devenir de ces déchets vont différer en fonction de nombreux facteurs, comme la localisation ou encore les réglementations en vigueur. La voie de gestion des DEEE va en grande partie influencer les impacts écologiques de ceux-ci.

- **Le recyclage, la réparation et la réutilisation** ⁴
- **La mise en décharge** : Les déchets électroniques contiennent des substances toxiques qui peuvent se dégrader et contaminer les sols et les eaux souterraines, entraînant des risques pour la santé humaine et l'écosystème. De plus, les DEEE occupent de l'espace dans les décharges déjà surchargées.
- **L'incinération** : L'incinération peut générer des émissions toxiques et des polluants atmosphériques tels que les dioxines et les métaux lourds, qui peuvent avoir un impact néfaste sur la santé humaine et l'environnement.

4. Le recyclage, la réparation et la réutilisation seront développés au point 3.2.2.

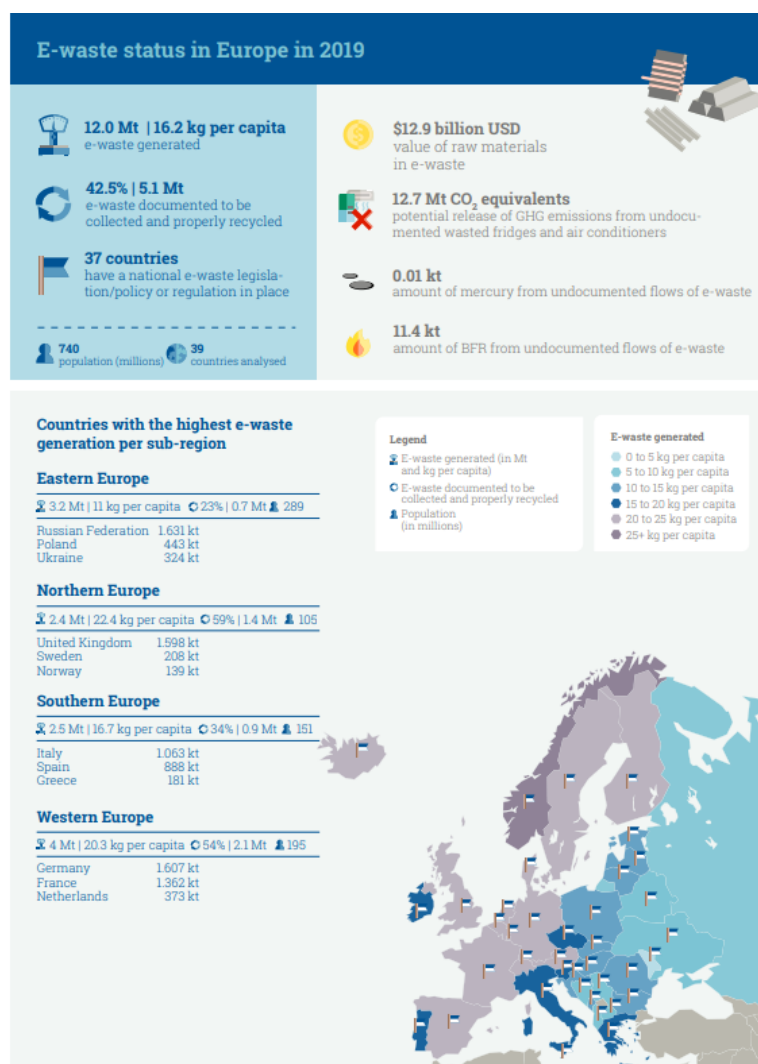


FIGURE 7 – Le statut des DEEE en Europe en 2019 (Étude Global E-waste Monitor de FORTI et al. (2020))

Un problème persistant avec les DEEE est le manque d'information quant à la gestion de ceux-ci. En effet, en 2019, il était estimé que le destin de 82,6% de ces déchets était incertain (Étude Global E-waste Monitor de FORTI et al. (2020)). Dans les pays développés, des infrastructures de recyclage et de monitoring des DEEE sont le plus souvent mises en place. Les déchets non répertoriés sont généralement soit des déchets électroniques jetés à la poubelle et finissent dans des décharges ou incinérés, soit transportés illégalement vers d'autres pays moins développés, ou encore mélangés à d'autres flux de déchets tels que les plastiques. Dans les pays moins développés, ou en voie de développement, moins d'infrastructures sont mises en place pour le recyclage, et la majorité des DEEE sont gérés par des secteurs informels, et donc traités dans des conditions de moins bonne qualité, avec des impacts plus importants pour l'environnement.

Alors que, durant la phase d'utilisation des TIC, les éléments sont contenus sous forme so-

lide et ne sont généralement pas un danger pour l'utilisateur, une fois en fin de vie, lorsque ceux-ci sont mis en décharge, incinérés, ou dans une moindre mesure recyclés, des réactions chimiques peuvent s'opérer et relâcher des substances susceptibles de polluer les sols avoisinant les infrastructures de fin de vie. Les émissions de ceux-ci peuvent être classées en trois catégories (ÉCOINFO (2011)) :

- Les émissions de **premier ordre** concernent l'émission de substances directement contenues dans les NTIC, maintenant devenues déchets.
- Les émissions de **second ordre** concernent la libération de substances toxiques suite à un traitement non contrôlé de ces déchets.
- Les émissions **tertiaires** concernent des substances relâchées par un processus de revalorisation de ces déchets.

En plus des métaux contenus dans ces technologies, les TIC sont également largement composées de plastique. Ce plastique peut être recyclé, mais est confronté à une barrière : la multitude d'éléments composant les NTIC rend difficile la mécanisation du processus de tri des déchets et demande donc un tri manuel, coûteux en main-d'œuvre et en temps. Ce processus est donc généralement fait dans des pays en voie de développement, avec une main-d'œuvre à plus bas prix, engendrant des émissions dues au transport de ces matériaux depuis les pays industrialisés.

2.1.4 Autres impacts

D'autres impacts indirects des TIC sur l'environnement peuvent aussi être observés.

Premièrement, par leurs émissions de gaz à effet de serre, les nouvelles technologies de l'information et de la communication vont contribuer à certains processus, comme **l'acidification des océans** (ÉCOINFO (2011)). En effet, lorsque du dioxyde de carbone est relâché dans l'atmosphère, il peut réagir avec l'eau de mer et être stocké dans celle-ci. Il forme alors de l'acide carbonique, entraînant une augmentation de l'acidité de l'eau. Cette acidification a des conséquences néfastes sur les écosystèmes marins, notamment sur les organismes marins tels que les coraux, les mollusques et les petits organismes planctoniques. L'acidité accrue rend la construction des coquilles et des squelettes plus difficile pour de nombreux organismes marins, affaiblissant leur structure et leur résistance. L'acidification des océans peut également perturber les réseaux alimentaires marins en affectant la disponibilité des proies et des prédateurs. Ce processus compromet de fait la biodiversité des océans. Il n'est pas directement causé par l'utilisation des technologies de l'information et de la communication, mais est aggravé par leurs grandes émissions.

L'utilisation importante d'eau ainsi que la déforestation, qu'elle soit pour de nouvelles exploitations minières de nouvelles infrastructures de réseau ou pour toute autre raison, additionnés aux effets des TIC sur le réchauffement climatique, contribuent à **la désertification des surfaces**, processus par lequel les terres arides, semi-arides et subhumides deviennent de plus en plus sèches et dégradées, perdant leur productivité et leur capacité à soutenir la vie végétale et animale (ÉCOINFO (2011)).

Un autre impact indirect, lié à la pollution des sols, réside dans la possible **eutrophisation des eaux à proximité des décharges, incinérateurs ou exploitations minières** (ÉCOINFO (2011)). En effet, du phosphore peut être relâché dans les systèmes hydrologiques à proximité, apportant une grande quantité de nutriments dans l'écosystème marin. Ces nutriments stimulent alors une croissance excessive des algues et des plantes aquatiques, connue sous le nom de prolifération algale, qui entraîne une diminution de la disponibilité de la lumière, de l'oxygène et d'autres ressources essentielles pour les organismes aquatiques, conduisant à la mort des poissons, des crustacés et d'autres espèces.

D'une manière générale, nous pouvons dire que, de par la dégradation d'habitat, l'émission de gaz à effets de serre ou l'apport de polluants dans l'écosystème, les NTIC vont jouer un rôle dans l'amplification de la perte de la biodiversité.

2.2 Impacts positifs

Malgré leurs différents impacts négatifs cités plus haut, les nouvelles technologies de l'information et de la communication peuvent également avoir plusieurs impacts positifs sur l'environnement, qui résident principalement dans l'utilisation que l'on fait de ces technologies. Les NTIC permettent une augmentation de l'efficacité énergétique (2.2.1), des transports intelligents et propres (2.2.2) et la mise en place de réseau de surveillance et de capteurs pouvant améliorer l'environnement (2.2.3). Il y a également des impacts positifs propres aux entreprises (2.2.4).

2.2.1 Augmentation de l'efficacité énergétique

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont un impact significatif sur l'efficacité énergétique, contribuant ainsi à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

En effet, les NTIC peuvent permettre une meilleure efficacité énergétique au niveau des ménages. Selon BASTIDA et al. (2019), ces technologies interviennent de deux manières diffé-

rentes :

- Des changements de comportements du ménage suite à des informations ou à des comparaisons provenant d'une plate-forme de TIC. Il peut y avoir plusieurs types de changements d'habitudes, comme un changement au niveau des appareils électriques du ménage, une diminution de la consommation globale d'électricité ou encore une modification des heures d'utilisations de l'énergie. Ces changements de comportements peuvent, dans les scénarios les plus optimistes, faire baisser de 5% la consommation électrique du foyer.
- Des systèmes intégrés d'optimisation de l'utilisation de l'énergie, qui englobent les concepts de maison intelligente et de thermostat intelligent, où l'utilisation de l'électricité domestique est automatiquement optimisée pour répondre aux besoins du foyer et réduire potentiellement la consommation d'électricité. Ces systèmes peuvent faire baisser jusqu'à 5% la consommation électrique du foyer.

De plus, ces technologies permettent également de réduire leur propre empreinte écologique en améliorant l'efficacité énergétique des infrastructures de réseau ou encore des centres de données. Par exemple, afin de réduire la consommation électrique des centres de données, dont les systèmes de refroidissement comptent pour un tiers de la consommation, on va à présent utiliser des systèmes de refroidissement intelligents basés sur l'intelligence artificielle, prenant en compte les variables de l'environnement intérieur et extérieur du centre de données, prédisant la consommation d'énergie et optimisant les paramètres de refroidissement afin de garder des conditions idéales pour les serveurs tout en limitant l'énergie nécessaire pour maintenir ces conditions (YANG et al. (2019)).

2.2.2 Transports intelligents et propres

Les TIC ont également un impact significatif sur le secteur des transports, en favorisant l'émergence des systèmes de transport intelligents et propres.

Le premier impact de ces technologies sur le secteur du transport est qu'ils permettent une meilleure gestion du trafic et de la logistique routière. En effet, les systèmes de transport intelligents vont assimiler les informations routières en temps réel afin d'optimiser l'utilisation des infrastructures routières et de fluidifier le trafic. Selon CHENG et al. (2020), les systèmes de transport intelligents contribuent à limiter l'empreinte carbone du secteur du transport de deux manières :

- En aidant les usagers individuels à prendre de meilleures décisions de déplacement.

- En aidant les gouvernements locaux à développer une capacité de gestion du trafic urbain.

Également rendues possibles grâce à l'avènement des NTIC, de plus en plus d'applications et plates-formes en ligne de covoiturage ou de véhicules partagés permettent une diminution du nombre de véhicules en circulation et, par conséquent, une baisse d'émissions de gaz à effet de serre.

Les technologies de l'information et de la communication permettent aussi la collecte et l'analyse en temps réel de données telles que la consommation et les émissions des véhicules, afin de permettre aux entreprises ainsi qu'aux autorités de prendre des décisions afin de pouvoir réduire l'impact environnemental des transports.

2.2.3 Capteurs avancés et gestion globale de l'environnement

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont permis la mise en place de réseau de surveillance et de capteurs permettant de suivre en temps réel et d'analyser l'évolution de milieux environnementaux, afin de pouvoir prédire leur comportement futur et de pouvoir prendre des décisions éclairées quant à la meilleure gestion de celui-ci.

En ce qui concerne le monde maritime, il existe plusieurs applications des TIC. La première de celles-ci en est la télédétection et la prévention d'événements tels que des marées noires, et permet même de retracer l'origine de ces événements et d'en identifier les responsables. Elles servent également à la modélisation et à l'étude des systèmes marins. Elles permettent le développement d'outils de télédétection spatiale et acoustique pour observer et modéliser les dynamiques océaniques, tels que les courants, les vagues, la salinité, la température, ainsi que les facteurs biotiques de ces milieux (GOSSART et GARELLO (2015)).

Dans le monde de l'agriculture, l'intégration de capteurs et d'outils de télédétection, couplée à l'utilisation d'outils tels que l'intelligence artificielle, permet l'arrivée de pratiques agricoles plus soucieuses de l'environnement, comme une utilisation limitée de pesticides ou encore des engrais afin de limiter l'eutrophisation des cours d'eau à proximité des champs.

De nombreux outils permettent également le monitoring des forêts et ressources en eau, ou encore de la biodiversité.

2.2.4 Impacts positifs à l'échelle de l'entreprise

Les impacts positifs cités plus haut sont des impacts globaux des TIC sur l'environnement, mais il peut également y avoir des effets positifs de ceux-ci à l'échelle des entreprises. Un des premiers impacts auxquels nous pouvons penser résiderait dans **la réduction de la consommation de papier de l'entreprise** de par une diminution de la dépendance de celles-ci face aux supports papier. En plus d'une diminution des besoins en bois nécessaire à la fabrication de papier, cela permettrait une diminution des déchets ainsi que de consommation d'encre de l'entreprise. Néanmoins, en pratique, cet impact est à mitiger, car, au niveau mondial, même après l'arrivée des technologies de l'information et de la communication, les consommations de papier n'ont fait qu'augmenter d'année en année (ÉcoINFO (2011)).

Un autre effet positif des TIC est associé à la **réduction des déplacements physiques, les visioconférences ainsi que la possibilité de télétravail**, réduisant ainsi les besoins en transport au sein de l'entreprise et, par conséquent, les émissions de gaz à effet de serre de ceux-ci. Cet effet positif est toutefois, selon BERTHOUD (s. d.), contrebalancé par plusieurs aspects, comme le fait que, avec le télétravail, les salariés préfèrent s'installer plus loin de leur lieu de travail afin d'avoir une meilleure qualité de vie, et induisant de plus grands trajets.

De plus, l'arrivée des serveurs et des centres de données a permis de **centraliser le stockage de l'information** de manière plus efficiente que le stockage redondant de documents sur de multiples équipements utilisateurs.

Enfin, comme cité précédemment, les technologies de l'information et de la communication peuvent permettre d'**améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments de l'entreprise**, par le suivi, l'analyse et l'optimisation de la consommation énergétique de l'entreprise.

Finalement, ces différents impacts positifs s'accordent avec l'étude Digital4Climate menée par AGORIA (2022) en partenariat avec Accenture. Les NTIC sembleraient être une solution aux émissions de CO₂. En effet, l'augmentation de l'utilisation des NTIC dans quatre secteurs particuliers pourrait réduire les émissions dans ces secteurs.

- **Le secteur de l'industrie manufacturière** : Il est responsable de 29% des émissions de CO₂ en Belgique. Ces dernières pourraient être réduites de 10% jusqu'à 12,3% d'ici 2030 en utilisant des technologies telles que la robotisation, la maintenance proactive, l'utilisation des jumeaux numériques ⁵, les simulations, etc.

5. Les jumeaux numériques sont une représentation virtuelle qui sert de contrepartie numérique en temps réel à un objet ou à un processus physique. Ils permettent de schématiser l'objet ou le processus, de le tester ainsi que de trouver les processus les plus efficaces et économes énergétiquement.

- **Le secteur de la construction** : Les émissions de CO₂ pourraient être réduites de 9,3% jusqu'à 10,8% d'ici 2030 en réalisant, comme cité précédemment, une gestion intelligente des bâtiments (Building Management System (BMS)) ou encore une modélisation plus poussée de la construction elle-même (Building Information Modelling (BIM)).
- **Le secteur de la mobilité et de la logistique** : Grâce à l'augmentation du travail à domicile évoquée précédemment, aux systèmes de circulation intelligents ou aux navires autonomes, les émissions de ce secteur pourraient être réduites de 10,6% jusqu'à 14,2% d'ici 2030.
- **Le secteur de l'énergie** : Les NTIC peuvent être des alliés efficaces pour augmenter la production d'énergie renouvelable jusqu'à 7% et pour l'amélioration de la capacité du réseau électrique. Elles permettraient de réduire de ce secteur les émissions de 12% jusqu'à 14,5% d'ici 2030.

Dès lors, il semblerait que bien que les NTIC soient une source d'impact environnemental, elles pourraient être une solution pour les réduire dans d'autres secteurs.

3 Dispositifs ayant pour objectif de réduire les impacts environnementaux des NTIC dans les entreprises

La responsabilité de l'impact des NTIC dans les entreprises revient aux politiques, aux dirigeants, aux employés, mais aussi aux simples citoyens. Personne ne peut s'échapper de cette responsabilité. Par ailleurs, le dirigeant de l'entreprise dispose de la position la plus propice pour agir. Cependant, il doit certainement se demander pourquoi réduire ses impacts environnementaux alors que cela risque de lui engendrer des coûts. Réduire les impacts environnementaux n'a pas uniquement des aspects économiques négatifs pour l'entreprise. Outre la réduction des émissions de gaz à effet de serre, il existe des avantages pour l'entreprise en elle-même (VEGREVILLE MATTHIEU (2023)) :

- Cela implique de diminuer la consommation d'énergies fossiles et de diminuer les achats de technologie ce qui réduit les coûts de l'entreprise.
- Cela crée un avantage concurrentiel et satisfait le personnel. En effet, étant donné l'engouement actuel pour la cause climatique, réduire son impact environnemental rend plus attractif sur le marché de l'emploi.
- Cela renforce l'image de l'entreprise et sa part de marché. Au plus l'entreprise communique sur la réduction de ses émissions, au plus elle renvoie une image positive et au plus les parties prenantes s'y intéressent.
- Cela permet le respect et l'anticipation des dispositifs juridiques. Le réchauffement climatique étant au cœur des débats, de plus en plus de législations et de règles à appliquer

pour les entreprises émergent.

Les entreprises n'ont pas le libre arbitre. Elles ont l'obligation de respecter certaines normes concernant leur impact environnemental (3.1). Outre cela, elles peuvent axer leur responsabilité sociétale vers le Green IT (3.2).

3.1 Dispositifs juridiques

Comme nous l'avons étudié préalablement, les NTIC ont un impact non négligeable sur l'environnement. Il est donc important de réguler leur utilisation pour limiter cet impact. Les législateurs sont les premiers à pouvoir avoir un rôle clé dans cette diminution en imposant des dispositifs à respecter. Des réglementations internationales (3.1.1), européennes (3.1.2) et belges (3.1.3) ont vu le jour. Ces nombreuses réglementations ont pour objectifs de limiter les impacts environnementaux en tentant de diminuer la pollution, lutter contre le réchauffement climatique, réduire les émissions de gaz à effet de serre, gérer les déchets. Étant donné que le numérique représente 4% des émissions de gaz à effet de serre dans le monde (LECARPENTIER (2022)), les NTIC sont concernées par ces réglementations.

3.1.1 Réglementations internationales

Premièrement, au niveau international, **la Convention de Bâle (1992) sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux**. Elle a pour objectif de réglementer les mouvements transfrontières des déchets et exige que cette gestion des déchets se fasse d'une manière écologiquement rationnelle. Cette directive considère les déchets électroniques comme des déchets dangereux (Convention de Bâle, 1992, Annexe VII 7). Elle les réglemente et interdit leur exportation vers les pays en développement.

Deuxièmement, **la Convention sur les polluants organiques persistants (Convention POP, 2014)**. Elle vise à éliminer les rejets de substances chimiques nocives dans l'environnement. Les NTIC sont visées par cette Convention, car elles contiennent des polluants organiques persistants.

Troisièmement, **la Convention de Rotterdam (1998) sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux importés et exportés**. Cette convention vise à assurer une gestion rationnelle des produits chimiques et pesticides dangereux. Elle peut s'appliquer à certains composants des NTIC.

Quatrièmement, **la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC (1994))** a pour objectif de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre et encourage à la recherche et au développement de technologies plus propres et plus efficaces. Les parties signataires de la CCNUCC (1994) se réunissent chaque année pour discuter sur le changement climatique. La dernière réunion, la COP21, s'est tenue à Paris, en France, en décembre 2015. L'objectif est de lutter contre le réchauffement climatique en réduisant également les émissions de gaz à effet de serre, qu'entre autres, les TIC produisent. (AGENCE PARISIENNE DU CLIMAT (2018))

Finalement, **les normes ISO**, élaborées par des groupes d'experts au sein de comités techniques. Plusieurs normes pouvant s'appliquer aux NTIC ont vu le jour (ISO (2023)). Par exemple, la norme ISO 14001 (ISO (2023)). Cette norme internationale définit les critères d'un système de management environnemental. Elle propose un cadre que les entreprises ou organisations peuvent appliquer pour mettre en place un système efficace de management environnemental. Elles peuvent donc l'appliquer pour l'utilisation des NTIC. Autre exemple, la norme ISO 14064 (ISO (2023)), elle établit des principes et des exigences pour la quantification, la surveillance et la communication des émissions de gaz à effet de serre. Elle peut être utilisée par les entreprises pour mesurer et réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

3.1.2 Réglementations européennes

Les réglementations européennes sont au nombre de six.

Premièrement, il est opportun de citer la **Directive 2011/65/UE (Directive RoHS (2011) (Restriction of Hazardous Substances))**. Cette directive vise à restreindre l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (donc certaines NTIC). Elle impose également des exigences en matière de marquage, de documentation et de conformité sur ces derniers.

Deuxièmement, la **Directive 2002/96/CE du Parlement Européen sur les déchets électroniques** qui indique la définition de ces déchets et fixe les principes de bases les concernant (Directive DEEE (1) (2003)). Elle élargit la responsabilité des producteurs concernant la gestion des DEEE. Elle impose aux états de mettre en place des systèmes pour que la population puisse se débarrasser gratuitement de ses DEEE par une collecte sélective. Elle impose également que les producteurs ou tiers qui agissent pour leur compte puissent mettre en place des systèmes permettant le traitement des DEEE. Cette Directive a été complétée par Directive DEEE (2) (2012). Cette directive impose la collecte sélective, le traitement et la valorisation des déchets d'équipements électriques et électroniques. Elle encourage la conception de produits

durables et recyclables. Elle prévoit également des mesures pour encourager la réutilisation, le recyclage et la valorisation des DEEE, ainsi que pour prévenir leur exportation illégale vers les pays en développement.

Troisièmement, la **Directive Ecodesign (2022)**. Cette directive impose des exigences en matière d'écoconception pour les produits consommateurs d'énergie. Elle vise à améliorer l'efficacité énergétique des produits, réduire leur impact environnemental tout au long de leur cycle de vie et encourager l'innovation technologique.

Quatrièmement, la **Directive 2013/56/UE (2013)**. Elle impose des obligations en matière de collecte, de tri et de traitement des piles et accumulateurs, y compris ceux utilisés dans les NTIC. Elle encourage également la réutilisation, le recyclage et la valorisation des piles et accumulateurs, ainsi que la prévention de leur impact sur l'environnement et la santé publique.

Cinquièmement, le **Règlement REACH (2022) (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)**. Ce Règlement vise à assurer la sécurité des produits chimiques utilisés dans les différents secteurs, y compris celui des NTIC. Elle impose notamment la déclaration et l'enregistrement des substances chimiques, l'évaluation de leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que leur autorisation ou restriction d'utilisation.

Dernièrement, le **système européen d'échange de quotas d'émission (SEQE)**, instauré en 2005. L'objectif est d'encourager la réduction des émissions de gaz à effet de serre d'une manière économiquement efficace et avantageuse. Le volume des gaz à effet de serre pouvant être émis par les secteurs industriels énergivores, les producteurs d'électricité et les compagnies aériennes sont réduits à un quota d'émission fixé par l'UE. (SEQE, 2019)

3.1.3 Réglementations belges

Il n'existe pas de règles belges plus strictes que celles internationales. Les réglementations belges transposent les Directives Européenne. Par exemple, **le Décret et l'Ordonnance (2012) relatifs aux déchets** transposent la Directive DEEE (1) (2003). Ils imposent les mêmes obligations en matière de déchets que la Directive. Autre exemple, **l'Arrêté royal du 27 mars 2009 relatif à la gestion des piles et accumulateurs et des déchets de piles et accumulateurs**, transpose la Directive 2013/56/UE (2013). Il a le même objectif que la Directive citée précédemment. (Arrêté royal (2009))

En conclusion, l'intervention de l'État au travers de dispositifs juridiques est une source de réduction de l'impact environnemental des NTIC. Cependant, cette intervention doit rester

controversée. Si l'État intervient de trop, il n'aura plus de légitimité. Au contraire, si l'État n'intervient pas assez, il n'y aura aucune amélioration.

3.2 Mise en place d'une RSE à travers le Green IT

L'entreprise doit agir pour réduire son impact environnemental, social et économique. Le rôle d'adopter une politique luttant contre ses effets négatifs lui revient afin d'éviter une perte de revenus et de ternir à sa réputation. Afin de réduire son impact environnemental, l'entreprise peut mettre en œuvre sa responsabilité sociétale à travers le Green IT (3.2.1), elle peut le faire à travers de mesures concrètes (3.2.2).

3.2.1 La responsabilité sociétale et le Green IT

La responsabilité sociétale des entreprises est connue sous l'acronyme RSE. Comme le définit SWAEN (2023), la RSE englobe l'ensemble des initiatives de l'entreprise visant à réduire les impacts négatifs de ses opérations. Par exemple, l'entreprise peut prendre des mesures pour réduire la consommation de ses ressources ou la production de déchets. Mais, elle englobe aussi toutes les initiatives visant à augmenter les impacts positifs de ses opérations. Par exemple, l'entreprise peut offrir des salaires équitables, améliorer les conditions de travail et assurer la justice sociale. Cette conceptualisation plus large de la RSE est souvent désignée comme la RSE 2.0, ou la création de valeur partagée. L'entreprise intègre les préoccupations sociales, environnementales et économiques dans ses activités et dans ses rapports avec ses parties prenantes (SWAEN (2023)) .

D'après PEETERS (2004), la RSE peut s'implémenter par différents outils :

- Le premier outil est d'**afficher les engagements de l'entreprise à l'aide de labels et de codes de conduites**. Les labels sont définis par des rapports à un audit externe auquel sont parfois associées des ONG alors que les codes de conduite sont définis par l'entreprise elle-même. Cela permet de renvoyer une image positive de l'entreprise aux parties prenantes.
- Le second outil est de **mettre en œuvre des principes et des actions étape par étape**.
- Le troisième outil est de **diffuser des bilans et des rapports sociaux et sociétaux** d'une manière volontaire à ses différentes parties prenantes.
- Le quatrième outil est que l'entreprise **investisse d'une manière responsable**.
- Le dernier outil est le **respect les normes et les standards internationaux**.

La responsabilité sociétale des entreprises est souvent envisagée comme une manière de mettre en œuvre le développement durable et est fortement liée aux objectifs du développement du-

nable.

Le Green IT est aussi appelé le numérique responsable, l'informatique écologique, éco-TIC ou l'informatique verte. D'après MOLLA, A. et al. (2009), il se définit comme : « *la capacité d'une organisation à systématiquement appliquer des critères de durabilité environnementale (tels que la prévention de la pollution, l'écoconception des produits, l'utilisation de technologies propres) à la conception, à la production, à l'achat, à l'usage et au recyclage de l'infrastructure technique des TI, mais aussi au sein des composants humains et managériaux de l'infrastructure des TI* » (MOLLA, A. et al. (2009)). Il s'agit d'un concept adopté dans les années 1990 ayant pour objectif de réduire l'impact environnemental de l'informatique et l'empreinte carbone de l'entreprise. Il regroupe l'ensemble des technologies de l'information et de la communication, dont l'usage a un impact positif pour l'environnement (LECARPENTIER (2022)). En d'autres termes, le Green IT est des NTIC qui sont plus respectueuses de l'environnement et qui corollairement réduisent les effets nocifs de l'activité humaine sur l'environnement (VEGREVILLE MATTHIEU (2023)). Il concerne l'utilisation des réseaux, les logiciels, les ordinateurs, les serveurs, etc. Le Green IT s'applique tout au long du cycle de vie des NTIC ; de la conception jusqu'à la destruction. Il se résume donc comme l'informatique écologique. CHEN, A. et al. (2008) souligne qu'il faut atteindre les triples objectifs d'éco-innovation, d'eco-efficacité et écoéquité pour le mettre en œuvre⁶. Les mesures pouvant être adoptées sont nombreuses et dépendent de la politique et du niveau auquel l'entreprise veut les adopter. À titre d'exemple, plusieurs mesures peuvent être prises pour renforcer l'énergétique et la gestion de l'énergie (PATHAK (2021)) :

- Utiliser des énergies renouvelables.
- Utiliser des logiciels et du matériel qui respectent l'environnement.
- Recycler davantage.
- Réduire l'utilisation des substances nocives.
- Augmenter la durée de vie des produits et lutter contre l'obsolescence programmée.
- Ne pas adopter un comportement irresponsable et jeter les déchets à des endroits non respectueux, par exemple éviter le déversement de déchets polluants dans une rivière⁷.

Les mesures adoptées vont dépendre de l'entreprise et de l'objectif qu'elle recherche. Le Green IT agit dans trois périmètres :

6. L'objectif d'éco-innovation signifie d'élaborer des stratégies d'innovation qui crée des avantages commerciales et pour l'environnement tout en réduisant l'impact de celles-ci et en optimisant l'exploitation des ressources. L'objectif d'éco-efficacité signifie "faire plus, avec moins". En d'autres termes, il s'agit de produire plus avec moins de ressources. L'objectif d'éco-équité implique qu'aucune communauté ne doit supporter à elle seule les effets néfastes de la pollution et des risques environnementaux.

7. D'autres mesures seront détaillées au point 3.2.2.

- **Green IT 1.0 ou le Green For IT** : ce périmètre a pour objectif de réduire la pollution des NTIC. Elle est axée sur l'écoconception ⁸.
- **Green IT 1.5** : ce périmètre a pour objectif de réduire la pollution de l'organisation physique de l'entreprise. Elle est axée sur la mise en place d'un système de Développement durable (SDD).
- **Green IT 2.0** : ce périmètre a pour objectif d'utiliser les NTIC pour réduire la pollution.

L'informatique verte a de nombreux avantages. Elle diminue les impacts négatifs des technologies sur l'environnement. Elle permet donc de le protéger en réduisant plusieurs effets négatifs tels que les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation de combustibles fossiles, la pollution, les risques pour la santé et la production de chaleur des NTIC. Elle aide à préserver les ressources naturelles. Outre cela, en plus d'être bénéfique pour l'environnement, le Green IT améliore la rentabilité, car il implique moins de besoins en énergie et en refroidissement. De plus, il permet aux personnes de se sentir plus responsables pour l'environnement et d'agir individuellement pour le protéger.

Cependant, le Green IT rencontre également des défis. Les coûts de départ de la mise en place des procédés de Green IT sont élevés. De plus, le Green IT étant récent, peu d'informations sont disponibles sur le sujet, il est donc compliqué de définir la manière dont il peut être mis en place. Conséquemment, des incompréhensions entre les différentes parties prenantes peuvent naître. Finalement, avant de mettre en place les mesures, les entreprises doivent vérifier si elles sont vraiment bénéfiques pour l'environnement et si elles sont rentables, ce qui prend plus de temps étant donné le manque d'information.

Le lien entre le Green IT et la RSE est qu'ils sont liés entre eux comme nous avons pu le constater au travers de leur définition. Le Green IT est une des manières d'appliquer une politique de RSE au sein d'une entreprise. Notre réflexion semble juste étant donné que BOHAS et al. (2014) évoque que *"le phénomène de Green IT peut être l'expression de la démarche de RSE au sein des SI"* (BOHAS et al. (2014)). Dès lors, le Green IT n'est plus seulement motivé par la recherche de bénéfices économiques et la réputation, mais également par l'envie d'adopter un comportement respectueux de l'environnement en ce qui concerne ces technologies. La RSE va inciter à adopter des comportements tels que : éviter de céder aux effets de mode et de vouloir systématiquement changer de NTIC lorsqu'un modèle plus récent fait son apparition, imprimer uniquement si cela est nécessaire et en recto verso et papier recyclé, etc.

8. L'éco-conception sera développée au point 3.2.2.

9. SI = Système Informatique.

WWF (2011) propose une checklist pour aider les entreprises à adopter une politique de RSE respectueuse de l'environnement, cette dernière reprend les points suivants ¹⁰ :

1. **Repenser le système d'information en intégrant les données environnementales** : Ce premier point demande de mettre en œuvre une bonne gouvernance de tout le système et d'y intégrer les dimensions environnementales.
2. **Sensibiliser les utilisateurs** : Ce second point demande de sensibiliser les utilisateurs sur l'impact de leurs gestes quotidiens, de les intégrer aux projets et d'utiliser la concurrence.
3. **Allonger la durée de vie des appareils** : Ce troisième point demande de prendre toutes les mesures possibles pour allonger la durée de vie des appareils.
4. **Économiser de l'énergie** : Ce quatrième point demande de vérifier les mises en veille et la consommation d'énergie des appareils.
5. **Bien gérer la fin de vie des équipements** : Ce cinquième point demande de réaffecter le matériel aux collaborateurs pour leur usage personnel ou de le reconditionner ainsi que de collecter les matériels hors d'usage.
6. **Acheter responsable** : Ce dernier point demande de se renseigner avant d'acheter (regarder les caractéristiques techniques, privilégier le matériel avec un écolabel, prendre une garantie de minimum 5 ans, vérifier que l'appareil corresponde aux besoins, etc.)

3.2.2 Exemples de mesures concrètes

Avant de mettre en place des mesures, il est important pour une entreprise de mesurer l'empreinte carbone de ses NTIC. Les émissions pourront être réduites uniquement si elles sont calculées préalablement ¹¹ afin que l'entreprise puisse se fixer des objectifs chiffrés.

10. Pour plus de détails, la checklist se retrouve aux pages 18 et 19 du Guide WWF (WWF (2011)).

11. Le bilan carbone permet à une entreprise d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre de ses activités. Il y a plusieurs méthodes pour la calculer telles que les GHG Protocol, le Bilan Carbone® ou la BEGES. Pour plus d'informations, vous pouvez consulter le site web suivant.



FIGURE 8 – Exemple de mesures pouvant réduire l'impact environnemental (BOURGOGNE (s. d.))

L'écoconception des produits et services est une mesure préventive qui a émergé suite à l'augmentation des réglementations sur les substances toxiques (AUREZ, VINCENT et GEORGEAULT, LAURENT (2019)). L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME (2023)) la définit comme *"une démarche préventive et innovante qui permet de réduire les impacts négatifs du produit sur l'environnement sur l'ensemble de son cycle de vie"* (ADEME (2023)). La protection de l'environnement est intégrée dès le début du processus de conception et de création du produit jusqu'à la fin de vie de ce dernier. Le produit sera donc conçu d'une manière à réduire ses impacts environnementaux tout en prenant en compte l'aspect social et l'aspect économique. Il s'agit d'une approche multiétapes, elle prend en compte toutes les étapes du processus : l'extraction des matières premières, la fabrication, la production, la distribution, l'achat, l'utilisation et la fin de vie et le recyclage du produit. Il s'agit également d'une approche multicritère, car elle prend en compte tous types d'impacts environnementaux : la consommation de matière et d'énergie, les rejets dans les milieux naturels et les effets sur le climat et la biodiversité. Finalement, il s'agit également d'une approche multiacteurs, il est important de dialoguer avec tous les acteurs : les consommateurs, les recycleurs, l'État, etc. pour qu'elle soit efficace. Cette mesure est issue de l'économie circulaire. Selon BARBERO et COZZO (2009), l'écoconception a plusieurs avantages :

- Elle permet de fabriquer des produits en minimisant l'utilisation des matières premières et la consommation d'énergie (efficacité de la fabrication des produits).
- Elle identifie simplement chaque matière première utilisée pour les recycler correctement et fabrique des produits nécessitant l'utilisation d'une seule matière (conception

par désassemblage pour favoriser le recyclage), cela incite à l'innovation, réduit le gaspillage et valorise la gestion des déchets.

- Elle réduit la taille des produits pour émettre moins de gaz à effet de serre durant les transports, mais en augmente la qualité.
- Elle perçoit le produit comme un besoin et non un désir de posséder.
- Elle intègre la durabilité dans la conception entre autres la mise en place de l'économie circulaire.

L'optimisation de la consommation d'énergie consiste à réduire la consommation énergétique des technologies sans pour autant réduire leur performance. La réduction de cette consommation peut se faire sous diverses formes :

- **Utiliser des équipements informatiques à faible consommation énergétique.** Les fournisseurs donnent des indications sur la consommation énergétique des produits. Avant de les acheter, l'entreprise devrait être attentive et veiller à acheter ce qui consomme le moins. Le label *Energy Star* ou EPEAT¹² est une bonne indication sur la performance énergétique du produit. D'ailleurs, renouveler les équipements anciens qui consomment énormément est également une solution.
- **Améliorer la gestion de l'alimentation.** Lorsque les appareils ne sont pas utilisés, plusieurs pratiques de gestion peuvent être mises en place afin de réduire leur consommation d'énergie. Il peut s'agir de la mise en veille prolongée, de la mise hors tension automatique ou encore de la planification de la mise en veille des technologies non utilisées. L'amélioration de la gestion de l'alimentation peut être aidée par des logiciels de gestion de l'énergie.
- **Regrouper les petits serveurs** en un plus gros serveur plus puissant.
- **Organiser des technologies de refroidissement.** Plus un équipement chauffe, plus il consomme de l'énergie. Instaurer une politique qui optimise la gestion thermique et permettre de réduire la consommation d'énergie. Les techniques sont diverses, il peut y avoir des systèmes de refroidissement par air ou par liquide ou encore les centres de données peuvent être aménagés de sorte à favoriser la circulation d'air et la dissipation de la chaleur. Il faut donc des systèmes de refroidissement sophistiqués, tels que des climatiseurs, des refroidisseurs d'eau et des systèmes de refroidissement liquide.
- **Sensibiliser le personnel.** Il est important de rappeler au personnel d'éteindre leurs équipements après les avoir utilisés, d'ajuster la luminosité de leurs écrans, de se dé-

12. Le label Energy Star est un label américain créé en 1992 qui renseigne sur les performances énergétiques d'un appareil, en Europe uniquement pour les équipements de bureau. Il est attribué aux produits qui permettent de faire des économies d'énergie ou qui consomment moins d'énergie. Le label EPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool, outil d'évaluation environnementale des produits électroniques) permet à l'acheteur d'évaluer l'effet d'une NTIC sur l'environnement. Ce label s'obtient après la vérification de 23 critères obligatoires et 28 critères optionnels.

connecter des périphériques qu'ils n'utilisent pas, etc.

Les stratégies de gestion des déchets électroniques sont des stratégies élaborées pour diminuer l'impact des DEEE. Comme évoqué précédemment, l'importante consommation d'appareils électroniques cause de nombreux déchets. L'étude Global E-waste Monitor 2020 de FORTI et al. (2020) souligne que si les déchets avaient été recyclés, une perte de 57 milliards de dollars aurait été évitée. La gestion des DEEE peut se faire en les réduisant ou en les recyclant. Il est important de les recycler afin de ne pas perdre des quantités de composants comme les circuits intégrés, du plastique, certains métaux comme le cuivre, l'or, l'aluminium, l'argent, etc.

D'après ELOMARI (2016), afin de limiter les DEEE au sein d'une entreprise, plusieurs mesures peuvent être prises :

- Utiliser le **modèle d'écoconception** vu précédemment.
- **Conserver les appareils électroniques le plus longtemps possible.** Il faut éviter de gaspiller et garder les appareils tant qu'ils fonctionnent. Acheter des produits de qualité peut être plus coûteux, mais sera rentable sur le long terme.
- Au lieu de jeter les technologies qui ne sont plus nécessaires, il est possible de **les reconditionner, de les réparer, de les réaffecter ou de les donner**. Lorsque les appareils électroniques sont encore fonctionnels, ils peuvent être réutilisés plutôt que d'être jetés. Cela peut se faire par le biais de dons à des organisations caritatives, de ventes d'occasion ou de programmes de reprise par les fabricants. La réutilisation prolonge la durée de vie des produits, évite la production de nouveaux appareils et permet à d'autres personnes d'en bénéficier, réduisant ainsi la demande de nouvelles ressources. Cependant, il faut rester vigilant, car recycler, réparer, reconditionner implique de consommer de l'énergie, même si les matériaux secondaires sont généralement obtenus à des coûts énergétiques inférieurs par rapport aux matériaux vierges
- **Choisir des appareils polyvalents** dans lesquels plusieurs appareils peuvent être cumulés en un. L'étude de Cisco informe qu'un Européen occidental dispose d'environ 9 technologies (ordinateurs de bureau, téléphone professionnel, imprimante, casques, caméra, etc.), il est donc intéressant de pouvoir en regrouper en un appareil. D'ailleurs, l'entreprise pourrait autoriser l'usage du matériel professionnel à des fins personnelles.
- **Réparer les produits défectueux et se renseigner sur la durée de vie d'un appareil et sa fiabilité avant de l'acheter.** D'ailleurs, il ne faut pas oublier de les assortir d'une garantie afin de ne pas devoir systématiquement acheter des nouveaux en cas de problème. De plus, il faut éviter de faire systématiquement les mises à jour des logiciels. À chaque mise à jour, le volume de mémoire du logiciel augmente. À titre d'exemple, à chaque mise à jour de Windows - Office, le logiciel demande deux fois plus de ressources.

Cela a pour effet d'accroître la vitesse à laquelle la mémoire de l'ordinateur atteint son maximum, ce qui a pour conséquence de devoir acheter un nouvel ordinateur avec plus de mémoire.

- **Acheter en seconde main et encourager le réemploi et la réutilisation.**
- **Renvoyer les produits qui ne fonctionnent pas ou plus pour recyclage.** En Belgique, *Recupel*¹³ se charge de la collecte et du recyclage des DEEE. Cette ASBL collecte de différentes manières : elle utilise des recyparcs où les déchets sont collectés directement en déchetterie, des centres de réutilisation, des points de collecte que l'on retrouve souvent dans les magasins et supermarchés et il existe des collecteurs agréés qui récupèrent les déchets. Les appareils électroniques recyclés peuvent être démontés, triés et les matériaux précieux tels que les métaux et les plastiques peuvent être récupérés pour être réutilisés dans la fabrication de nouveaux produits. Le recyclage permet de préserver les ressources naturelles, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de limiter la pollution des sols, de l'eau et de l'air associée à l'extraction de nouvelles matières premières. Il faut rester vigilant, car le mélange de matériaux d'origines diverses ne permet pas de récupérer facilement les matières premières sous leur forme la plus pure, ce qui entraîne une dégradation de leur qualité d'usage et un recyclage vers des usages de moindre valeur.

En conclusion, il est important de mettre en place une politique de recyclage et de gestion appropriée des DEEE en fin de vie.

L'éducation et la sensibilisation du personnel a déjà été légèrement abordée dans l'optimisation de la consommation d'énergie. Il est important de former le personnel sur l'utilisation des technologies, par exemple, mettre en veille les appareils qui ne sont pas utilisés pendant une période, éteindre et débrancher si possible les appareils, en particulier le soir avant de quitter le bureau ou encore réduire la luminosité des appareils et l'adapter.

Au-delà de ces mesures concernant la performance énergétique, il est également important de sensibiliser le personnel sur d'autres mesures quotidiennes telles que :

- Imprimer uniquement lorsque cela est nécessaire, privilégier les documents sur l'ordinateur.
- Imprimer sur du papier recyclé en recto verso.
- Éteindre la lumière quand une pièce est quittée.
- Utiliser des ampoules à basse consommation d'énergie.

13. Recupel est une association à but non lucratif née en 2001 qui collecte, trie et recycle les appareils électronique et les ampoules usagés. S'ils sont encore utilisables, les centres de réutilisation partenaires sélectionnent certains appareils bons pour la seconde main. S'ils sont définitivement hors d'usage, ils les envoient à une entreprise de traitement spécialisée pour fabriquer de nouveaux appareils.

- Ne pas aérer la pièce lorsque le chauffage est allumé
- Ne pas faire couler l'eau inutilement.
- Utiliser un moteur de recherche écologique.
- Nettoyer sa boîte mail, supprimer régulièrement ses mails, se désabonner des bulletins d'informations et des mails de promotion non lus.
- Mettre les fichiers sur un drive et ne pas les stocker sur l'ordinateur.
- Organiser des formations pour le personnel sur la responsabilité sociétale et sur le Green IT.

Le télétravail est une pratique qui consiste à travailler dans un autre lieu que le lieu de travail, bien souvent à domicile (cela peut être dans le bureau des clients, des espaces coworking, etc.). Il permet de travailler en ligne, la plupart du temps par un ordinateur. Avec la crise du coronavirus, cette pratique a connu un essor important, surtout au niveau des professions intellectuelles et avec une forte autonomie. Télétravailler a de nombreux avantages pour le travailleur. Par exemple, cela lui permet d'équilibrer sa vie privée et sa vie professionnelle, ces dernières étant dans le même cadre spatio-temporel (TASKIN (2006)). Il a aussi des avantages pour les employeurs ; le télétravail leur permet de réduire les coûts immobiliers ainsi que les frais de déplacement.

Cette pratique nécessite une capacité à pouvoir s'adapter au changement et une flexibilité quant à l'organisation du travail. Toutes les professions ne peuvent pas être exercées en télétravail. De plus, elle n'est pas toujours bien perçue. Les études de MARUYAMA, T. et al. (2009) et de SCAILLEREZ, ARNAUD et TREMBLAY, DIANE-GABRIELLE (2016) soulignent que les effets négatifs impacteront la performance du travail du travailleur. En effet, le télétravail nécessite une utilisation intense et efficace des TIC et les travailleurs ne les connaissent pas tous suffisamment bien ce qui engendre du stress et des coûts d'apprentissages. De plus, travailler à domicile isole la personne et réduit son intégration dans l'entreprise. Des risques psychosociaux et des risques physiques comme des troubles visuels causés par les mauvaises conditions de travail (chaise de mauvaise qualité, mauvais éclairage, etc.) peuvent également survenir.

Afin de s'assurer de la qualité de l'application de ces mesures, il est nécessaire de suivre les améliorations les concernant. Cela permettra de se rendre compte des points forts et des points faibles et d'ensuite améliorer les points faibles. Les différentes mesures étudiées peuvent être une solution permettant de réduire l'impact environnemental des NTIC dans les entreprises. Cependant, les entreprises sont libres de les adopter ou non. Le dirigeant de l'entreprise et le conseil d'administration doivent avoir une prise de conscience, une formation et un intérêt pour l'environnement pour pouvoir les adopter.

4 Conclusion

En conclusion, les nouvelles technologies de l'information et de la communication au sein des entreprises sont nombreuses. Elles sont tellement présentes et développées qu'elles ne se remarquent même plus. Pourtant, leur absence se ferait ressentir. Ces technologies sont si nombreuses que leur impact environnemental ne peut pas être négligé. Émission de gaz à effet de serre, consommation de ressources naturelles, déchets polluants, etc., Les impacts négatifs sont si denses qu'il est impossible de passer outre. Chaque entreprise a le rôle de réduire ses impacts environnementaux négatifs au maximum. Pour ce faire, de nombreuses mesures peuvent être mises en place. Certaines sont obligatoires étant donné qu'elles ressortent de dispositifs juridiques alors que d'autres sont plus libres. Ces recommandations restent donc très théoriques, étant donné que chaque entreprise dispose de son libre arbitre. La seconde partie évaluera ce que les entreprises mettent réellement en place à partir de l'analyse de l'entreprise *Press Shop & more*.

Deuxième partie

Évaluation de l'impact environnemental des NTIC au sein de *Press Shop & more*

Afin de se rendre compte de l'impact environnemental réel des NTIC utilisées au sein des entreprises, nous avons choisi d'analyser la situation dans une entreprise. Nous avons choisi l'entreprise *Press Shop & More* (5) pour laquelle nous allons vous présenter les technologies de l'information et de la communication présentes et leur impact environnemental (6). L'empreinte carbone d'un travailleur chez *Press Shop & More* sera ensuite développée (7). Finalement, à l'aide de ses informations et des notions théoriques, nous allons élaborer des propositions de mesures afin de réduire leur impact environnemental (8).

5 Présentation de *Press Shop & more*

Press Shop & more est une société belge qui opère dans le secteur de la vente au détail. Elle exploite un large éventail de points de vente, tels que les kiosques à journaux, les magasins de proximité et les boutiques de voyage, proposant divers produits et services. Elle dispose aujourd'hui de 175 points de vente, en Belgique ainsi qu'au Luxembourg, répartis sous 4 marques : *Press Shop*, *Relay*, *Hubiz* et *Ubi*. Ces marques offrent une grande variété de produits tels que des journaux, des magazines, des livres, de la nourriture et des boissons, des produits de tabac, des billets de loterie, des services de recharge téléphonique, etc. Elles sont présentes dans de nombreux endroits, tels que les gares, les aéroports, les centres commerciaux et les zones de transit.

Les magasins de cette société sont présents en Belgique depuis 1923. D'abord connue sous le nom de *LS Travel Retail Benelux*, filiale du groupe international *Lagardère Services*, la société est ensuite devenue en 2016 *Ubiway Retail*, appartenant au groupe *BPost*. L'entreprise se concentrait principalement sur l'exploitation de kiosques à journaux, offrant une large gamme de publications imprimées, de magazines et d'autres articles connexes. Au fil des années, l'entreprise a de plus en plus diversifié ses activités en s'impliquant dans la distribution de billets de loterie et en proposant des services de vente de billets de transport public, notamment les billets de train et de bus ("Press Shop" (s. d.)).

L'entreprise est ensuite vendue par *BPost* pour devenir *Press Shop & More*. Aujourd'hui, elle est un acteur majeur de la vente au détail en Belgique, avec un réseau étendu de points de vente dans tout le pays. L'entreprise continue d'innover et de s'adapter aux évolutions du marché

pour offrir une expérience de vente au détail pratique et diversifiée à ses clients ("Press Shop" (s. d.)).

La majorité des points de vente de l'entreprise sont des franchisés. *Press Shop* s'occupe entre autres du support technique, de la gestion des stocks, de la formation du personnel, du suivi des KPI¹⁴ et des décisions quant aux gammes de produits disponibles dans les magasins. De plus, elle fournit une équipe de vendeurs "volants" disponibles en support aux différents magasins. Le siège social de l'entreprise est composé de 79 personnes.



FIGURE 9 – Logo de *Press Shop & More* ("Press Shop" (s. d.)).

6 Les technologies de l'information et de la communication présentes chez *Press Shop & more* et leur impact environnemental

Les NTIC sont présentes de différentes manières au sein de la société *Press Shop & more*, ayant une influence plus ou moins grande sur l'empreinte environnementale, et, plus particulièrement, l'empreinte carbone de l'entreprise. Nous avons décidé de classer ces technologies selon les catégories distinguées par l'OCDE¹⁵.

6.1 Informatique

Au niveau de la catégorie informatique, *Press Shop & more* a recours à plusieurs technologies de l'information et de la communication.

Premièrement, d'un point de vue des équipements utilisateurs, la société fournit généralement à ses salariés du siège social un ordinateur personnel (60 PC) ainsi qu'un smartphone (45 portables). Actuellement, l'empreinte carbone d'un PC analysé sur tout son cycle de vie est estimée à entre 100 et 400 kg de CO₂ équivalent (MALMODIN et al. (2014)). Un smartphone a quant à lui une empreinte carbone d'environ 70kg de CO₂ équivalent (MALMODIN et al. (2014)). De plus, l'entreprise dénombre 10 ordinateurs de bureau, 60 écrans au sein du siège social, 2

14. Les KPI, Key Indicator Performance en anglais, sont les indicateurs d'une entreprise qui permettent de mesurer une performance.

15. Ces catégories sont développées au point 1.3.

imprimantes (papier partiellement recyclé) ainsi qu'approximativement 120 appareils informatiques "annexes" (souris, webcam, claviers, etc.).

Lors de l'achat d'équipement utilisateur, aucune attention particulière n'est faite quant à la consommation énergétique de ceux-ci, ou à la conception de ceux-ci de manière écologique, néanmoins, une attention particulière est donnée à la qualité du produit afin d'en optimiser sa durée de vie.

La société dispose également de 5 serveurs physiques destinés, entre autres, au stockage de données ainsi qu'à l'hébergement de son site et de certains logiciels, comme des logiciels de gestion implémentés par *SAP*¹⁶ ou de cybersécurité. Afin d'assurer la réception et l'accessibilité de données à tout moment, les serveurs se doivent d'être opérationnels continuellement. La maintenance de ces serveurs est assurée par une entreprise externe. La centralisation de données sur des serveurs bénéficie généralement d'une meilleure empreinte carbone que le stockage sur les multiples appareils utilisateurs, mais à la condition d'éviter le stockage de copies de données sur son équipement personnel.

L'entreprise possède également un intranet afin de faciliter la communication entre les magasins et le siège social. Les magasins disposent également de bornes de paris sportifs provenant de la société *Golden Palace* ainsi que de dispositifs de paiements électroniques.

6.2 Télécommunication

Comme dit précédemment, l'entreprise fournit à ses salariés un smartphone. La téléphonie est assurée par un système de Voice over IP, c'est-à-dire la téléphonie via le protocole Internet, la connexion s'effectuant alors via des serveurs ("Téléphonie IP" (s. d.)). La communication interne ainsi que les réunions à distance se font avec l'outil *Microsoft Teams*.

De plus, *Press Shop & more* fournit à ses salariés une boîte de messagerie liée à l'intranet de la société. Les mails y sont archivés automatiquement, permettant d'éviter la pollution dormante des boîtes mail.

6.3 Médias numériques

Mis à part, le site Internet de la société, où sont régulièrement publiées les dernières informations de la société, *Press Shop* est présente sur différents réseaux sociaux tels que *Facebook* et

16. SAP est une société qui conçoit et vend des logiciels, notamment des systèmes de gestion et de maintenance, principalement à destination des entreprises et des institutions dans le monde entier.

Linkedin.

L'entreprise utilise également un logiciel de gestion du recrutement, lui permettant de mettre à jour ses postes vacants ainsi que de publier sur les différents réseaux sociaux les annonces de postes disponibles.

6.4 Robotique et automatisation

Les nouveaux bureaux du siège social de *Press Shop & more* sont dotés de capteurs et détecteurs de mouvements permettant une automatisation de l'éclairage au sein de ceux-ci. Elle est aussi munie d'un système de thermostat intelligent. Tout ceci permet de diminuer et d'optimiser la consommation énergétique de l'entreprise et, par conséquent, son empreinte carbone.

6.5 Gestion des déchets électroniques

Comme cela a été décrit précédemment, la fin de vie des nouvelles technologies de l'information et de la communication et la gestion des DEEE représentent une part non négligeable des impacts écologiques que peut avoir une entreprise. Dans ce domaine, *Press Shop & more* met en œuvre plusieurs mesures pour réduire son impact écologique.

Une première mesure consiste à optimiser la durée de vie de ses produits en achetant du matériel de qualité. Cela permet de prolonger la durée d'utilisation des équipements et de réduire la fréquence de remplacement. En cas de défaillance d'un équipement, l'entreprise privilégie la réparation plutôt que le remplacement systématique. Cette approche permet de réduire la quantité de déchets électroniques générés et de minimiser l'empreinte carbone associée à la production de nouveaux équipements.

Ensuite, lorsque le matériel est considéré comme trop vieux ou défectueux pour être réparé, l'entreprise fait appel à une société spécialisée dans le reconditionnement et la réutilisation d'équipements informatiques, qui va récupérer les composants encore fonctionnels, effectuer des réparations et remettre les équipements en état de marche afin de les remettre sur le marché. Cette pratique contribue à réduire la quantité de déchets électroniques envoyés en décharge.

Par ailleurs, dans ses magasins, l'entreprise met en place des chaînes de revalorisation pour le matériel électronique usagé, comme les imprimantes ou les bornes de paris défectueuses ou obsolètes. Plutôt que de les jeter, ces équipements vont être récupérés et utilisés de manière

alternative, prolongeant leur durée de vie utile et réduisant ainsi leurs impacts environnementaux.

6.6 Politiques de l'entreprise et communication aux employés

D'une manière générale, l'entreprise *Press Shop & more* intègre certaines dimensions environnementales, telles que le choix des fournisseurs en fonction de leur empreinte environnementale, ou encore le remplacement de l'éclairage de ses points de vente vers un éclairage LED moins coûteux en énergie. Au sein de ses magasins, la société veille à trouver des fournisseurs d'énergie tournés vers les énergies vertes et porte une grande attention à la performance des appareils électroniques de ceux-ci. Néanmoins, la société ne porte que très peu d'attention à l'impact environnemental de ses NTIC. Par exemple, au niveau de l'achat de nouveau matériel, la société refuse d'investir dans du matériel reconditionné ou de seconde main, estimant le risque de matériel défectueux à l'obtention trop grand.

Au niveau de sa communication avec ses employés, l'entreprise n'a pas recours à des campagnes de sensibilisation ni à des formations ni à des séances d'information concernant l'impact environnemental de leur comportement vis-à-vis du matériel et réseau informatique. De plus, mis à part pour leur smartphone, la société ne permet pas aux employés d'utiliser leur matériel informatique à des fins privées. Par exemple, ils bloquent les installations ou bloquent les changements de "credentials"¹⁷. Cela oblige donc les employés à posséder un ordinateur privé, augmentant ainsi leur impact environnemental.

En matière de télétravail, celui-ci est autorisé au siège social, mais est limité à un maximum de deux jours par semaine et n'est pas encouragé par l'entreprise. En effet, la volonté de limiter le télétravail est justifiée par les dirigeants par une réduction de la productivité du personnel lorsqu'il est en télétravail. Cette politique engendre une plus grande quantité de déplacements physiques qu'une politique protélétravail et donc de plus grandes émissions de gaz à effet de serre.

7 Empreinte carbone

La quantification et la mesure de l'empreinte carbone du numérique d'une organisation sont des processus généralement très compliqués de par la multitude de données requises et de processus à prendre en compte afin que ceux-ci puissent être relativement correctes. Néanmoins, ceux-ci constituent une étape importante dans la prise de conscience des entreprises

17. Les changements de "credentials" correspondent à des changements d'informations sur l'identification. Il est donc impossible d'utiliser les technologies avec une autre session que celle définie par *Press Shop*.

ainsi que dans l'identification des leviers afin de diminuer l'empreinte carbone d'une société (BOURGEOIS et al. (2023)).

Dans ce contexte, l'ISIT (Institute for Sustainable IT) a développé un modèle permettant d'estimer l'empreinte carbone d'une entreprise au niveau de ses technologies numériques, appelé *WeNR* ("*WeNR*" (2021)). Cet outil gratuit, prenant la forme d'un questionnaire en ligne, a pour objectif de *"permettre à toute structure de comprendre où se situent les impacts et de mesurer leur niveau de maturité numérique responsable, qualitatif et quantitatif, basé sur le triptyque People-Planet-Prosperity"* ("*WeNR*" (2021)). La version standard demandant des données parfois difficilement accessibles, une version en ligne *WeNR Light* a été mise au point, réduisant les données entrantes à 8 questions (par ordre d'importance) (BOURGEOIS et al. (2023)) :

- Le nombre d'employés de l'organisation,
- Le nombre d'ordinateurs portables,
- Le nombre d'ordinateurs de bureau,
- Le nombre d'écrans,
- Le nombre d'accessoires informatiques (souris, clavier, etc.),
- Le nombre de smartphones,
- Le nombre d'imprimantes,
- Le nombre de serveurs physiques déployés dans l'entreprise.

Le modèle utilise ensuite ses multiples bases de données afin d'effectuer une régression linéaire multivariée et fournir le résultat le plus précis possible. Néanmoins, n'utilisant alors que des données moyennes provenant de ses différentes bases de données, cet outil admet une erreur de 10 à 15% (BOURGEOIS et al. (2023)).

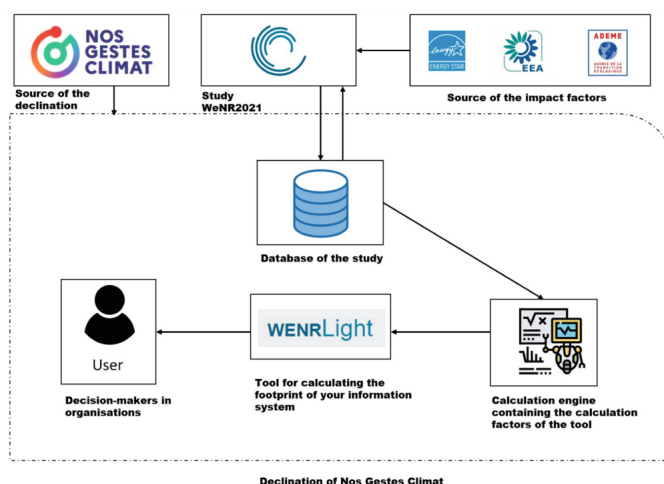


FIGURE 10 – Fonctionnement de l'outil *WeNR Light* (BOURGEOIS et al. (2023))

L'estimation donnée par cet outil pour l'entreprise *Press Shop & more* est de 248 kg de CO₂ équivalent émis par an et par salarié. Ce chiffre est nettement inférieur à l'empreinte moyenne pour les petites et moyennes entreprises européennes, 385 kg de CO₂ par an et par salarié. ("WeNR" (2021)).

8 Propositions de mesures pour réduire l'impact environnemental des NTIC au sein de *Press Shop & more*

Bien que l'empreinte numérique de *Press Shop & more* soit plus basse que la moyenne des petites et moyennes entreprises européennes, cette société ne porte pas l'impact environnemental des NTIC qu'elle utilise au cœur de ses préoccupations et pourrait réduire considérablement celui-ci.

La première mesure que l'entreprise devrait appliquer serait d'intégrer l'utilisation responsable des nouvelles technologies de l'information et de la communication au cœur de la stratégie générale de l'entreprise. Pour ce faire, il est important de pouvoir impliquer tous les employés de la société dans le débat sur le numérique et son impact environnemental, mais également de mettre en place un comité indépendant de la direction évaluant l'impact des équipements numériques présents dans l'entreprise et mettant en place des actions concrètes afin de limiter ceux-ci. Une des premières actions de ce comité serait de mettre en place un plan d'action à long terme sur les usages des différents équipements, et surtout d'identifier différents *Key Performance Indicators* aux niveaux stratégique et opérationnel afin de permettre un suivi de l'avancement de la stratégie.

Comme énoncé ci-dessus, il est important de s'assurer du soutien et de la participation de la majorité des employés à l'utilisation responsable par l'entreprise des NTIC. Pour ce faire, il est important que ceux-ci soient au courant de tous les tenants et aboutissants à ce sujet et puissent être formés à la meilleure utilisation de leur matériel. Les campagnes de sensibilisation et la formation des employés sont donc les piliers du processus de réduction des impacts environnementaux des TIC. À ce jour, *Press Shop & more* n'a pas encore fait de sensibilisation à ce sujet. L'entreprise pourrait donc, par exemple, inclure dans le catalogue de formations proposées à ses employés des formations ou MOOC sur des thèmes comme les enjeux environnementaux globaux, le cycle de vie d'un équipement numérique, les enjeux et bonnes pratiques liés à l'achat et l'utilisation d'équipement, ou encore les mesures de Green IT.

D'un point de vue plus pratique, il est essentiel pour l'entreprise de réduire les achats d'équipements et d'allonger la durée de vie des équipements déjà en sa possession. *Press Shop & more*

privilégie déjà la réparation de ses équipements défectueux plutôt que le rachat de nouveau matériel, mais ne prend aucune mesure permettant de réduire sa demande en équipements numériques. Un exemple de mesure que l'entreprise pourrait prendre serait de permettre à ses employés d'utiliser leurs équipements professionnels à des fins personnelles. Cette mutualisation du matériel professionnel et personnel permettrait de limiter les besoins des salariés en termes de matériel informatique et donc limiter leur empreinte environnementale.

De plus, lorsque l'achat de nouveau matériel s'avère nécessaire, il est important s'assurer que cet achat soit le plus durable possible, par exemple en privilégiant l'achat de matériel reconditionné ou de seconde main, allongeant la durée de vie d'équipements déjà sur le marché, et, par conséquent, réduisant la demande de fabrication de nouveau matériel ainsi que la quantité de DEEE de l'entreprise. Lors de l'achat d'équipements neufs, *Press Shop & more* pourrait également privilégier du matériel écoconçu et bénéficiant d'un écolabel, et s'assurer de ce fait du respect des principes du développement durable lors de la fabrication des équipements achetés.

Enfin, bien que, pour des raisons propres à l'entreprise, le télétravail ne soit pas encouragé, il reste bénéfique d'un point de vue des impacts environnementaux en limitant les déplacements physiques des salariés.

Avec ces différentes mesures, il va être important pour l'entreprise d'évaluer régulièrement les KPI permettant de suivre ce qui a été mis en place, mais aussi l'empreinte carbone globale de l'entreprise afin d'avoir une idée de l'influence des mesures mises en place sur les impacts réels de la société. De plus, la communication des avancées en matière d'impacts environnementaux va être primordiale afin d'assurer l'implication de tous dans ce processus.

Conclusion

Nous avons découvert que les nouvelles technologies de l'information et de la communication ne se limitent pas à une télévision, un ordinateur et un téléphone. En réalité, il s'agit d'un concept très complexe à définir tant elles sont nombreuses et dépendent de leur contexte. Cependant, nous pouvons souligner que ces technologies représentent l'ensemble des outils et des techniques qui résultent de la convergence des télécommunications, de l'informatique et de l'audiovisuel en utilisant des données numériques. Nous pouvons retrouver des NTIC dans chaque entreprise. Devenues un quotidien pour les travailleurs et leur travail étant devenu partiellement voir totalement automatisé, leur présence ne se remarque plus. Une panne d'électricité dans une entreprise serait un réel cauchemar tellement elles ont révolutionné le monde du travail. Nous pouvons les retrouver dans l'informatique, les télécommunications, les médias numériques, la robotique et l'automatisation et l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique.

Bien que leur utilité soit avantageuse et incontestable, tant elles augmentent la performance des travailleurs, de l'entreprise et de l'économie et elles ont des impacts positifs, ces technologies ont des impacts négatifs prononcés sur l'environnement. En effet, entre la consommation de ressources naturelles, la pollution atmosphérique et les émissions de gaz à effet de serre, la gestion des déchets des NTIC, l'acidification des océans et l'eutrophisation des eaux, nous ne pouvons pas nier leur nocivité sur l'environnement.

Le rôle de réduire ces impacts nous appartient à tous, les étudiants, les citoyens, mais c'est en particulier les politiques et les dirigeants d'entreprise qui sont en position de force. Les politiques ont déjà adopté de nombreux dispositifs juridiques pour tenter de protéger notre planète. Quant aux dirigeants d'entreprises, ils se doivent de respecter ces dispositifs et peuvent également mettre en œuvre leur responsabilité sociétale en adoptant le Green IT. Il est important d'agir dès maintenant au vu des impacts actuels.

Cependant, il ne semble pas y avoir changement radical au sein des entreprises. Plusieurs éléments peuvent l'expliquer :

Premièrement, il semble que les dirigeants d'entreprises n'ont pas conscience de l'impact environnemental qu'ont leurs technologies sur l'environnement. Pour pouvoir réduire leur impact, il est important d'en avoir conscience et connaissance. Ils ne se rendent pas compte qu'ils sont des acteurs décisifs à la réduction de leurs émissions ni de ce que leurs émissions causent à l'environnement. Le rôle de décider d'adopter des technologies et une utilisation de ces dernières plus respectueuses de l'environnement leur revient. Il est important que les entreprises

évaluent leur empreinte carbone et la compare afin de réaliser leur impact.

Deuxièmement, lorsque les entreprises ont conscience de leur impact, elles ont tout de même tendance à rester passives sur le sujet. En effet, en prenant des mesures réduisant les impacts négatifs, les dirigeants d'entreprises ont peur de constater une baisse de performance de leurs activités, de personnel et de leur matériel ainsi qu'une augmentation des coûts de production.

Une solution à ces deux premières causes est l'État. Il existe déjà certains dispositifs juridiques comme évoqués précédemment. Cependant, il semblerait que l'État pourrait être encore plus strict. En effet, les dispositifs juridiques sont contraignants pour les entreprises. Si l'État impose aux entreprises d'adopter l'écoconception ou encore des stratégies d'optimisation de leur gestion d'énergies, les entreprises n'auront pas le choix de le faire et de devenir plus respectueuses de l'environnement.

Dernièrement, il y a une forte lacune au niveau de la recherche et des formations. Pour pouvoir réduire ses impacts environnementaux et adopter des mesures telles que le Green IT, les dirigeants d'entreprises nécessitent des connaissances sur le sujet. Ces connaissances, ils ne pourront les acquérir uniquement en réalisant des recherches, en réfléchissant et en se formant.

En effet, comme nous avons pu le constater avec *Press Shop & more*, peu de mesures, nous pourrions même évoquer qu'aucune mesure, pour réduire l'impact environnemental, ne sont mises en place. Ils n'ont même pas conscience de l'existence du Green IT et ne veulent pas acheter du matériel de seconde main par peur d'engendrer des coûts. Si nous voulons garder un environnement viable, il est désormais plus qu'important que les entreprises changent de mentalité. Il est temps qu'elles sortent de cette logique capitaliste et qu'elles se tournent vers une logique prenant en compte l'environnement.

Une première ébauche de solution à ces problématiques peut pousser à la réflexion. Il semblerait que les NTIC au final pourraient être une solution à leurs impacts. AGORIA (2022) dans son étude *Digital4Climate* en collaboration avec la société *Accenture* évoque que les émissions de CO₂ pourraient réduire de 10% jusqu'à 2030 si les NTIC sont utilisées dans les quatre secteurs les plus émetteurs de CO₂ (industrie manufacturière, bâtiments, mobilité, logistique et énergie)¹⁸. En plus de pouvoir réduire leur impact environnemental propre en améliorant par exemple l'efficacité énergétique, les NTIC pourraient donc aider à la réduction des émissions dans les autres secteurs.

18. Pour plus d'informations, vous pouvez consulter cette étude ici.

Cependant, imaginer l'impact du numérique à l'avenir semble complexe. Quelles seront les nouvelles technologies ? Quelle sera leur durabilité ? Émettront-elles plus de taux de pollution ? Le même taux ? Ou y aura-t-il une vraie prise de conscience des entreprises qui développeront l'utilisation de NTIC plus vertes ? Le gouvernement aura-t-il un rôle crucial dans cette transition ? Nous n'avons à ce jour aucune réponse à ces questions. Beaucoup d'entreprises se projettent d'ici 2030 sur leurs objectifs de réduction des taux d'émissions, mais qu'advient-il vraiment ? La notion de progrès technologique sera-t-elle associée au progrès environnemental ?

Références

- « *Green IT* » : *bonnes pratiques pour PME* [Wikipreneurs]. (s. d.). Récupérée 22 mai 2023, à partir de [http://www.wikipreneurs.be/fr/fiches/entreprendre - Impact / green - it - bonnes-pratiques-pour-repenser-les-habitudes-digitales-des-pme](http://www.wikipreneurs.be/fr/fiches/entreprendre-Impact/green-it-bonnes-pratiques-pour-repenser-les-habitudes-digitales-des-pme)
- ADEM, K. (2022, août 10). *NTIC : tout sur les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication*. Récupérée 17 mai 2023, à partir de [https://www.cyberuniversity.com/post/ntic - tout - sur - les - nouvelles - technologies - de - linformation - et - de - la - communication](https://www.cyberuniversity.com/post/ntic-tout-sur-les-nouvelles-technologies-de-linformation-et-de-la-communication)
- ADEME. (2023). *Définition de l'éco-conception* [Agence de la transition écologique]. Récupérée 23 mai 2023, à partir de <https://www.ademe.fr/>
- AGENCE PARISIENNE DU CLIMAT. (2018, décembre 4). *La COP21 sur le climat (définition, enjeu, résumé)*. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.apc-paris.com/COP-21>
- AGORIA. (2022, avril). *Digital4climate : study about the contribution of digital technologies to reduce carbon emissions in belgium*. https://acdn.be/enewsv7/upload/whitepaper/digital4climate_study_EN.pdf
- ANDRAE, A. S. G., & EDLER, T. (2015). On global electricity usage of communication technology : trends to 2030 [Number : 1 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute]. *Challenges*, 6(1), 117-157. <https://doi.org/10.3390/challe6010117>
- Arrêté royal relatif à la mise sur le marché et à l'information de l'utilisateur final des piles et accumulateurs, et abrogeant l'arrêté royal du 17 mars 1997 relatif aux piles et accumulateurs contenant certaines matières dangereuses (2009, avril 7). Récupérée 17 mai 2023, à partir de <http://environnement.wallonie.be/legis/dechets/decat032.htm>
- AUREZ, VINCENT & GEORGEAULT, LAURENT. (2019, septembre). *Économie circulaire* (2^e éd.). Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.deboecksuperieur.com/ouvrage/9782807320154-economie-circulaire>
- BARBERO, S., & COZZO, B. (2009). *Ecodesign* [Google-Books-ID : pkZfPgAACAAJ]. H.f. Ullmann.
- BASTIDA, L., COHEN, J. J., KOLLMANN, A., MOYA, A., & REICHL, J. (2019). Exploring the role of ICT on household behavioural energy efficiency to mitigate global warming. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 103, 455-462. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.004>
- BERTHON, P., DESAUTELS, P., DONNELLAN, B., & CLARK, C. (2011, janvier 1). *Green Digits : Towards an Ecology of IT Thinking* (The Oxford Handbook of Management Information Systems). [https://www.researchgate.net/publication/260318498 _ Green _ Digits _ Towards_an_Ecology_of_IT_Thinking](https://www.researchgate.net/publication/260318498_Green_Digits_Towards_an_Ecology_of_IT_Thinking)
- BERTHOUD, F. (s. d.). *Numérique et écologie*. Récupérée 22 mai 2023, à partir de <https://www.proquest.com/docview/1915308591/fulltextPDF/E6E8265804034CE2PQ/1?accountid=12156&parentSessionId=53SHzkLWjOIQ6ffCvTdD8zic5RaChr8rw4CeswEPgCQ%3D>
- BOHAS, A., DAGORN, NATHALIE & POUSSING, NICOLAS. (2014). *Responsabilité Sociale de l'Entreprise : quels impacts sur l'adoption de pratiques de Green IT?* | Cairn.info [cairn]. Récupérée 22 mai 2023, à partir de <https://www.cairn.info/revue-recherches-geographiques-2014-1.htm>

- pérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.cairn.info/revue-systemes-d-information-et-management-2014-2-page-9.htm>
- BOISSIERE, PAUL, EETTENGI, IMANE, LOISEAU, PHILIPPINE & NTOLO, NGOU. (s. d.). *Le management et les nouvelles technologies en entreprise* [BBDP]. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.bbdp.fr/developper-lactivite/export-percer-sur-un-marche-etrange-06052014albddlau01/le-management-et-les-nouvelles-technologies-en-entreprise/>
- BORDAGE, F. (2019). Empreinte environnementale du numérique mondial. *Paris, greenit. fr*, 9.
- BOURGEOIS, G., BIGOT, K., COURBOULAY, V., & DUTHIL, B. (2023). Tools for calculating the ICT footprint of organisations : adaptation of a european study. In M. PAPADAKI, P. RUPINO DA CUNHA, M. THEMISTOCLEOUS & K. CHRISTODOULOU (Éd.), *Information systems* (p. 277-290). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30694-5_21
- BOURGOGNE, A. (s. d.). *Accueil du site Alterre Bourgogne-Franche-Comté*. Récupérée 28 mai 2023, à partir de <https://alterrebourgognefranchecomte.org/>
- CHANTEPIE, P., & LE DIBERDER, A. (2010). I. Le nouveau paysage numérique [ISSN : 0993-7625]. La Découverte. Récupérée 26 mai 2023, à partir de <https://www.cairn.info/revolution-numerique-et-industries-culturelles--9782707165053-p-5.htm>
- CHEN, A., BOUDREAU, M. C. & WATSON, R. T. (2008). Information Systems and Ecological Sustainability. *10*(3), 186-201.
- CHENG, Z. (, PANG, M.-S., & PAVLOU, P. A. (2020). Mitigating Traffic Congestion : The Role of Intelligent Transportation Systems [Publisher : INFORMS]. *Information Systems Research*, *31*(3), 653-674. <https://doi.org/10.1287/isre.2019.0894>
- Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (1992). <https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-f.pdf>
- Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international (1998, novembre 10). <http://www.pic.int/Accueil/tabid/1731/language/fr-CH/Default.aspx>
- Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants telle qu'amendée en 2009 (2014, mai 17). http://chm.pops.int/Portals/0/sc10/files/a/stockholm_convention_text_f.pdf
- Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques (1994, mars 21). <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf>
- CRIPPA, M., GUIZZARDI, D., MUNTEAN, M., SCHAAF, E., DENTENER, F., VAN AARDENNE, J. A., MONNI, S., DOERING, U., OLIVIER, J. G., & PAGLIARI, V. (2018). Gridded emissions of air pollutants for the period 1970–2012 within EDGAR v4. 3.2. *Earth Syst. Sci. Data*, *10*(4), 1987-2013.

- DERROUCHE, R. (2002). Evaluation de l'impact des NTIC sur les acteurs de la Supply Chain, Mémoire de DEA Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://hal.science/hal-00387270>
- Directive 2002/96/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (2003, février 3). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ac89e64f-a4a5-4c13-8d96-1fd1d6bcaa49.0007.02/DOC_1&format=PDF
- Directive 2011/65/UE du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (2011, juillet 1). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0065&from=EN>
- Directive 2012/19/UE du 4 juillet 2012 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) (refonte) (2012, juillet 4). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012L0019-20180704&from=EN>
- Directive 2013/56/UE du 20 novembre 2013 modifiant la directive 2006/66/CE du Parlement européen et du Conseil relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs en ce qui concerne la mise sur le marché de piles et d'accumulateurs portables contenant du cadmium destinés à être utilisés dans des outils électriques sans fil et de piles bouton à faible teneur en mercure, et abrogeant la décision 2009/603/CE de la Commission (2013, décembre 10). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0056&from=EN>
- ÉCOINFO, G. (2011). *Impacts écologiques des Technologies de l'Information et de la Communication : Les Faces Cachées de L'immatérialité*. EDP Sciences. Récupérée 22 mai 2023, à partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uclouvainbe/detail.action?docID=3155346>
- ELOMARI, K. (2016). LES APPROCHES DU LEADERSHIP EN MANAGEMENT DES ORGANISATIONS : ANALYSE COMPARATIVE DES FONDEMENTS, DES APPORTS ET DES LIMITES [Number : 8]. *Revue Economie, Gestion et Société*, (8). <https://doi.org/10.48382/IMIST.PRSM/regs-v0i8.7365>
- EUROSTAT. (2011, décembre 14). *Internet use in households and by individuals in 2011 - Issue number 66/2011 - Products Statistics in Focus - Eurostat*. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistics-in-focus/-/KS-SF-11-066>
- FAUCHEUX, S., HUE, C., & NICOLAÏ, I. (2010). *T.I.C. et développement durable : Les conditions du succès* (De Boeck Supérieur).
- FLIPO, F., DELTOUR, F., & DOBRÉ, M. (2016). Les technologies de l'information à l'épreuve du développement durable [Number : 1 Publisher : EDP Sciences]. *Natures Sciences Sociétés*, 24(1), 36-47. <https://doi.org/10.1051/nss/2016007>
- FORTI, V., BALDÉ, C. P., KUEHR, R., & BEL, G. (2020). The global e-waste monitor 2020 : quantities, flows and the circular economy potential. *United Nations University (UNU)/ United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) = co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association*

- (ISWA), 120. Récupérée 22 mai 2023, à partir de https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf
- GOSSART, C., & GARELLO, R. (2015). Technologies numériques et environnement. *Revue de l'électricité et de l'électronique*, 4, 39-44.
- Histoire des TIC - Les Technologies du futur* [Canalblog]. (2020, avril 14). Récupérée 17 mai 2023, à partir de <http://technosdedemain.canalblog.com/archives/2020/04/14/38199640.html>
- Historique* [LES ENJEUX TIC]. (2014, novembre 6). Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://lesenjeuxctic.wordpress.com/a-propos/>
- ISO. (2023, janvier 20). *ISO - ISO 14000 — Management environnemental* [ISO]. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.iso.org/fr/iso-14001-environmental-management.html>
- KEMP, S. (2022, janvier 26). *Digital 2022 : global overview report* [DataReportal – global digital insights]. Récupérée 23 mai 2023, à partir de <https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report>
- L'importance de la sécurité informatique* [Département TI]. (2019, octobre 22). Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.departement-ti.com/limportance-de-la-securite-informatique-et-de-la-cybersecurite/>
- L'électricité dans le monde en 2021, année de records... | Connaissances des énergies*. (2022, mars 30). Récupérée 25 mai 2023, à partir de <https://www.connaissancedesenergies.org/lelectricite-dans-le-monde-en-2021-annee-de-records-220330>
- LECARPENTIER, S. (2022, avril 14). *Le Green IT au sein des entreprises informatiques*. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.axopen.com/blog/2022/04/green-it/>
- MALMODIN, J., LUNDÉN, D., MOBERG, Å., ANDERSSON, G., & NILSSON, M. (2014). Life cycle assessment of ICT [_eprint : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jiec.12145>]. *Journal of Industrial Ecology*, 18(6), 829-845. <https://doi.org/10.1111/jiec.12145>
- MARUYAMA, T., HOPKINSON, P. G. & JAMES, P. W. (2009). A multivariate analysis of work–life balance outcomes from a large-scale telework programme. *New Technology, Work and Employment*. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1468-005X.2008.00219.x>
- MASTAFI, M. (2019). Définitions des TIC(E) et acception.
- MISRA, D. (s. d.). Re-visiting e-gouvernement. https://csi-sigegov.org.in/critical_pdf/1_1-11.pdf
- MOLLA, A., PITTAYACHAWAN, S., CORBITT, B. & DENG, H. (2009). An International Comparison of Green IT Diffusion. *2009*, 3(2), 3-23.
- NWAMEN, F. (2006). Impact des technologies de l'information et de la communication sur la performance commerciale des entreprises [Place : Paris Publisher : Direction et Gestion]. *La Revue des Sciences de Gestion*, 218(2), 111-121. <https://doi.org/10.3917/rsg.218.0111>
- OCDE. (2004). Perspectives des technologies de l'information de l'OCDE.
- Ordonnance du 14 juin 2012 relative aux déchets (2012, juin 14). Récupérée 17 mai 2023, à partir de https://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?language=fr&caller=summary&pub_date=12-06-27&numac=2012031319

- OTHMAN, K. B. (2010, juillet 19). *NTIC : Comprendre les enjeux pour l'entreprise et l'individu...* [OCTO Talks!]. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://blog.octo.com/ntic-comprendre-les-enjeux-pour-l%E2%80%99entreprise-et-l%E2%80%99individu%E2%80%A6/>
- PATHAK, A. (2021, août 25). *Introduction à l'informatique verte pour un avenir durable* [Geekflare]. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://geekflare.com/fr/green-computing-for-sustainable-future/>
- PEETERS, A. (2004). La responsabilité sociale des entreprises [Place : Bruxelles Publisher : CRISP]. *Courrier hebdomadaire du CRISP*, 1828(3), 1-47. <https://doi.org/10.3917/cris.1828.0005>
- PREIST, C., SCHIEN, D., & BLEVIS, E. (2016). Understanding and Mitigating the Effects of Device and Cloud Service Design Decisions on the Environmental Footprint of Digital Infrastructure. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1324-1337. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858378>
- Press Shop. (s. d.). Récupérée 27 mai 2023, à partir de <https://press-shop.be/fr/nos-magasins/press-shop>
- Règlement UE 2022/477 de la Commission du 24 mars 2022 modifiant les annexes VI à X du règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH) (2022, mars 25). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0477>
- Règlement UE 2022/7 20 de la Commission du 10 mai 2022 concernant l'application de l'article 101, paragraphe 3, du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne à des catégories d'accords verticaux et de pratiques concertées (2022, mai 11). Récupérée 19 mai 2023, à partir de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0720&from=EN>
- REYRE, I., & LIPPA, M. (2015). *E-management : Comment la révolution numérique transforme le management*. Dunod. Récupérée 26 mai 2023, à partir de <https://univ.scholarvox.com/book/88828447>
- SAMUEL. (2015, avril 6). *NTIC et gestion des ressources humaines* [Petite Entreprise]. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.petite-entreprise.net/P-2621-81-G1-ntic-et-gestion-des-ressources-humaines.html>
- SCAILLEREZ, ARNAUD & TREMBLAY, DIANE-GABRIELLE. (2016). Le télétravail, comme nouveau mode de régulation de la flexibilisation et de l'organisation du travail : analyse et impact du cadre légal européen et nord-américain. *Revue de l'organisation responsable*, 11, 21-31. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.cairn.info/revue-de-l-organisation-responsable-2016-1-page-21.htm>

- SEQE. (2019, décembre 6). *Réforme du système d'échange de quotas d'émission de l'UE*. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/climate-change/reform-eu-ets/>
- STATBEL. (2022, décembre 8). *TIC et e-commerce dans les entreprises* | Statbel. Récupérée 23 mai 2023, à partir de <https://statbel.fgov.be/fr/themes/entreprises/tic-et-e-commerce-dans-les-entreprises>
- SWAEN, V. (2023). *Cours | Découvrir la responsabilité sociétale des entreprises (RSE)* | edX. Récupérée 25 mai 2023, à partir de https://learning.edx.org/course/course-v1:LouvainX+Louv12.1x_F+1T2023/home
- TASKIN, L. (2006). Télétravail : Les enjeux de la déspatialisation pour le management humain [Number : 34 Publisher : Télé-université, UQAM]. *Revue Interventions économiques. Papers in Political Economy*, (34). <https://doi.org/10.4000/interventionseconomiques.680>
- Téléphonie IP : tout ce qu'il faut savoir pour 2022. (s. d.). Récupérée 28 mai 2023, à partir de <https://www.placetel.com/fr/guide/voip-voix-sur-ip-telephonie-ip>
- TSOULI, R. (2023). Les Avantages Et Limites Des TIC. Récupérée 23 mai 2023, à partir de <https://fr.scribd.com/document/256577814/Les-avantages-et-limites-des-TIC-2-docx>
- UNESCO. (2009). Guide to measuring information and communication technologies (ICT) in education. Récupérée 20 avril 2023, à partir de http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/guide-to-measuring-information-and-communication-technologies-ict-in-education-en_0.pdf
- van ARK, B., O'MAHONEY, M., & TIMMER, M. P. (2008). The productivity gap between europe and the united states : trends and causes. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 25-44. <https://doi.org/10.1257/jep.22.1.25>
- VEGREVILLE MATTHIEU. (2023, mai 2). *Tout comprendre sur le Green IT en 2023* [greenly.resources]. Récupérée 17 mai 2023, à partir de <https://greenly.earth/fr-fr/blog/actualites-ecologie/green-it-definition-enjeux>
- WeNR [WeNR]. (2021). Récupérée 28 mai 2023, à partir de <https://wenr.isit-europe.org/fr/rapport-public-wenr2021/>
- WeNR. (2021, avril 29). Récupérée 28 mai 2023, à partir de <https://institutnr.org/wenr>
- WILQUET, C. (2023, mai 22). *La gestion des déchets électronique : un nouvel enjeu Nord-Sud?* [Eclosio]. Récupérée 22 mai 2023, à partir de <https://www.eclosio.org/publication/la-gestion-des-dechets-electronique-un-nouvel-enjeu-nord-sud/>
- WWF. (2011). Guide pour un système d'information éco-responsable. Récupérée 15 mars 2023, à partir de https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2017-07/110427_guide_pour_un_systeme_dinformation_ecoresponsable.pdf
- YANG, J., XIAO, W., JIANG, C., HOSSAIN, M. S., MUHAMMAD, G., & AMIN, S. U. (2019). AI-Powered Green Cloud and Data Center [Conference Name : IEEE Access]. *IEEE Access*, 7, 4195-4203. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2888976>

ZUPPO, C. M. (2012). Defining ICT in a boundaryless world : the development of a working hierarchy. *International Journal of Managing Information Technology*, 4(3), 13-22. <https://doi.org/10.5121/ijmit.2012.4302>

Annexes

A Questionnaire 1 sur les NTIC présentes au sein de Press Shop

Partie 1. Les nouvelles technologies présentes chez Press-Shop

Quelles nouvelles technologies de l'information et de la communication sont présentes chez Press Shop and More ? (vous pouvez répondre par oui/non et y ajouter des précisions, la liste n'est là qu'à titre d'exemple)

- **Ordinateurs** : Oui
- **Téléphones fixes/mobiles** : Plus de téléphone fixe, uniquement mobiles et via VoIP (Voice over IP)
- **Logiciels** : Oui, logiciels spécifiques (prise et contrôle de commandes)
- **Logiciels de gestion de projet** : Non
- **Logiciels de gestion de la relation client** : Non
- **Logiciel de gestion (ERP)** : Oui, SAP
- **Messagerie électronique** : Oui (voir ci-dessous)
- **Visioconférence** : Oui, explosé début covid avec messagerie (Microsoft Teams)
- **Chat en ligne** : Oui (voir ci-dessus)
- **Intranet** : Oui intranet pour informer l'ensemble de nos 160 points de vente
- **Système de cybersécurité** : Oui

De quelles technologies disposent chaque employé individuellement ? Messagerie, visioconférence, chat, ordinateur portable et téléphone mobile avec outils de VoIP.

Partie 2. Leur impact

- **Évaluez-vous l'empreinte carbone des technologies chez Press Shop ? Si oui, à quelle fréquence ?** Non
- **Comment estimez-vous vos émissions de gaz à effets de serre ? (élevé – moyen – faible) ?** Nous ne gérons pas nous-même notre logistique (elle est prise en charge par un fournisseur externe).
- **Respectez-vous les normes nationales et internationales en vigueur ?** Oui, s'il y en a.
- **L'impact environnemental de Press Shop a-t-il déjà fait l'objet de critiques ?** Si oui, expliquez. Non

Partie 3. Mesures appliquées par Press Shop pour limiter l'impact

Appliquez-vous des mesures pour réduire votre empreinte carbone ? Oui, renego contrat énergie de nos points de vente vers énergie verte, remplacement de frigos vers des frigos plus performants.

Avez-vous déjà entendu parler des politiques de Green IT ? Si oui, pensez-vous que Press Shop les utilise ? Non, pas entendu et donc pas mises en application.

Dans cette checklist, pourriez-vous évaluer où se situe Press Shop et vous-même par rapport à chaque point :

Sensibilisation des utilisateurs :

- **Les dimensions environnementales sont intégrées à l'entreprise ?** Oui, on fait attention aux fournisseurs choisis pour les shops mais aussi pour le siège.
- **Les employés sont sensibilisés sur l'impact de leurs gestes quotidiens ?** Non, pas vraiment de communications à ce sujet.
- **Les employés veillent à éteindre les lumières lorsqu'ils quittent une place ?** Oui, on a ajouté des détecteurs de mouvements dans les locaux pour l'allumage ou extinction des lumières.
- **Il y a peu d'impression dans l'entreprise et si c'est le cas c'est en recto/verso et sur du papier recyclé ?** Papier partiellement recyclé et impressions par défaut N/B et Recto/Verso.
- **Tous les appareils sont éteints la nuit et ceux qui peuvent l'être sont débranchés ?** Non, une série d'appareils doivent recevoir des informations la nuit.
- **Utilisation d'un moteur de recherche écologique (type ecosia) ?** Non.
- **Les boîtes mail sont-elles régulièrement nettoyées ?** Automatiquement archivées.
- **Utilisation d'ampoules à basse consommation d'énergie ?** Oui, chaque fois qu'on rénove un point de vente, on passe si possible à l'éclairage LED.
- **Les fichiers sont stockés sur un drive et pas sur l'ordinateur ?** Sur un drive d'un serveur central.
- **Pas d'aération de la pièce si le chauffage est allumé ?** N/A.
- **Les employés sont formés sur l'impact environnemental des entreprises, la RSE et le Green IT ?** Non.
- **Utilisation de logiciel respectueux de l'environnement ?** Non.

Optimisation de la consommation d'énergie :

- **Utilisation des équipements informatiques à faible consommation énergétique et renseignement sur le label énergétique du produit avant de l'acheter ?** Pas vraiment.

- **Application de pratiques d'amélioration de la gestion de l'alimentation : veille prolongée, planification de mise en veille des technologies non-utilisées, etc. ?** Diminution des mise à la destruction.
- **Avant d'acheter un appareil, son mode de veille et la qualité de l'alimentation électrique sont vérifiés ?** Mode de veille, et besoins de puissance sont isolés.
- **Avant d'acheter un appareil, on vérifie sa nécessité et s'il correspond correctement aux besoins ?** Non.
- **Utilisez-vous des serveurs ? Si oui, avez-vous des serveurs internes à l'entreprise ou faites-vous appel à une société de serveurs externes ?** Serveurs internes.

Gestion des déchets électroniques :

- **Utilisation d'appareils construits selon le modèle d'éco-conception ?** Pas attention à l'achat
- **Garder les appareils tant qu'ils fonctionnent et ne pas gaspiller ?** Récupération de bornes de paris pour les placer ailleurs.
- **Achat de produit de qualité, plus coûteux mais plus rentable ?** Oui, principalement gammes cadeaux.
- **Reconditionner/réparer/réaffecter ou/et donner les appareils dont on ne se sert plus ?** Oui, société spécialisée qui reprends et reconditionne les PC ou « matériel informatique » âgé.
- **Utilisation d'appareils polyvalents (par exemple : au lieu d'avoir un téléphone, une caméra, une montre, le tout est regroupé sur le téléphone) ?** Oui.
- **Autorisation d'utiliser le matériel professionnel à des fins privées ?** Pourquoi pas... Voiture et gsm ok mais pas le reste (blocage installations, blocage changement 'credentials').
- **Assortissement de tous les appareils d'une garantie pour pouvoir les réparer en cas de problème ?** Non, réparation de ce qui est nécessaire.
- **Éviter de faire systématiquement les mise-à-jours des logiciels ?** Pas d'update systématique ils resteront peut-être les plus gros.
- **Achat d'appareil en seconde main ?** Non, trop risqué (Death on arrival).
- **Les produits qui ne fonctionnent plus sont collectés pour être recyclé ? (où est-ce que Press Shop envoie ses appareils défectueux ?)** Oui, par exemple les imprimantes des shops.

Télétravail

- **Le télétravail est autorisé ?** Oui, maximum 2 jours par semaine.
- **Le télétravail est souvent utilisé ?** Trop souvent.
- **Le télétravail est encouragé ?** Non.

The emergence, adoption and use of new information and communication technologies continue to grow. It is now unthinkable to imagine a viable business without these technologies. They have a major positive impact on companies. They enable them to improve their performance. However, in addition to these positive impacts, they have non-negligible negative impacts on the environment, such as greenhouse gas emissions, consumption of natural resources and waste. Companies tend to turn a blind eye to these impacts. This thesis proposes recommendations for companies to reduce their environmental impact. These recommendations are based on an analysis of the technologies used by *Press Shop & More*.

L'émergence, l'adoption et l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication ne font que croître. Désormais, il est impensable d'imaginer une entreprise viable sans ces technologies. Elles ont des impacts positifs importants pour les entreprises. Elles leur permettent d'améliorer leur performance. Cependant, outre ces impacts positifs, elles ont des impacts négatifs sur l'environnement non négligeables tels que les émissions de gaz à effet de serre, la consommation des ressources naturelles et leur déchet. Les entreprises ont tendance à fermer les yeux sur ces impacts. Ce travail de fin d'études propose des recommandations aux entreprises pour réduire leurs impacts environnementaux. Ces recommandations sont développées à l'aide de l'analyse des technologies présentes au sein de l'entreprise *Press Shop & More*.

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
Louvain School of Management

Place des Doyens, 1 bte L2.01.01, 1348 Louvain-la-Neuve
Boulevard Emile Devreux 6, 6000 Charleroi, Belgique
Chaussée de Binche 151, 7000 Mons, Belgique
www.uclouvain.be/lsm