

Guide sur les TIC durables à l'intention des concepteurs et des développeurs de technologies

1. Introduction

En tant qu'organisation qui conçoit ou développe des technologies, vous disposez d'une capacité unique à apporter des améliorations en matière de développement durable tout au long de la chaîne d'approvisionnement des TIC. Il est dit que plus de 80 % des impacts environnementaux d'un produit ou d'un service sont déterminés au cours de la phase de conception de leur cycle de vie (lien en anglais).[1] Bien qu'en réalité cette donnée varie en fonction du produit et du secteur d'activité, la conception peut modifier de manière significative les impacts environnementaux au cours des étapes ultérieures du cycle de vie du produit, notamment l'extraction des matières premières, la fabrication, la distribution, l'utilisation et la fin de vie. En adoptant des stratégies de durabilité environnementale telles que l'écoconception et en instaurant les normes internationales et les pratiques exemplaires en matière de TIC durables dans vos produits et services, vous pouvez réduire considérablement les impacts environnementaux qui découlent de vos produits et services des TIC.

Que votre organisation commence à peine son parcours vers les TIC durables ou qu'elle cherche à améliorer ses façons de faire en la matière, ce guide peut l'aider à se familiariser avec la conception et le développement de TIC durables sur le plan environnemental. Chaque section comprend une stratégie que votre organisation peut mettre en œuvre, ainsi qu'une liste de ressources en ligne gratuites et payantes pour vous aider à le faire.

2. Comprendre le problème

Impacts environnementaux de la technologie

Comprendre l'impact environnemental de la technologie est une première étape nécessaire pour favoriser les TIC durables. De nombreux professionnels des TIC ne voient pas l'impact environnemental de leurs décisions en matière de technologie parce que ces impacts se matérialisent dans d'autres parties de la chaîne d'approvisionnement des TIC — par exemple, aux étapes de minage, de fabrication, de transport et d'élimination.

Les recherches montrent que les professionnels des TIC sont plus enclins à tenir compte des impacts environnementaux qu'ils voient, et moins des autres impacts, qui se produisent dans différentes parties de la chaîne d'approvisionnement des TIC. S'informer sur l'impact environnemental des TIC est donc une première étape importante dans la prise en compte de l'impact environnemental des TIC. Dans les sous-sections suivantes, vous trouverez des informations sur les impacts environnementaux que votre organisation ne prend peut-être pas en compte.

i) Consommation d'énergie

Si les produits et services des TIC peuvent être un moyen utile de réduire la consommation d'énergie dans d'autres secteurs, tels que le secteur de la construction, les produits et services des TIC consomment toutefois de l'énergie eux-mêmes.[2] Selon des études réalisées entre 2007 et 2010, on estime que le secteur des TIC représente entre 3,9 % et 8 % de la consommation totale d'énergie[3], et la consommation d'énergie des TIC devrait augmenter à l'avenir.[4]

L'extraction des matières premières et la fabrication représentent la majeure partie de l'énergie consommée au cours du cycle de vie d'un produit des TIC. À titre d'exemple, une puce mémoire de deux grammes consomme 73 % de l'énergie qu'elle consommera pendant toute sa durée de vie au cours des processus de minage, de fabrication et de production.[5] Cette proportion s'explique par le fait que le minage et la fabrication impliquent des activités à forte intensité énergétique telles que le dynamitage, le concassage, la fusion, le chauffage et le refroidissement, ainsi que le pompage de l'air et de l'eau.[6] Bien que l'intensité énergétique des processus de fabrication se soit atténuée au fil du temps, les appareils des TIC nécessitent la production de composants de plus en plus petits et complexes, ce qui exerce une pression à la hausse sur la consommation d'énergie liée à la fabrication. Par exemple, une étude rapporte que les téléphones intelligents consomment environ 100 fois plus d'énergie par gramme de matériau que les voitures, en raison de la complexité des matériaux nécessaires à leur fabrication.[7]

L'infrastructure des TIC consomme également de l'énergie pendant sa phase d'utilisation (lorsque les utilisateurs emploient les appareils), mais dans des proportions moindres. Le réseau et l'infrastructure fonduagique, par exemple, nécessitent un grand nombre d'appareils des TIC et desservent un très grand nombre d'utilisateurs à l'échelle mondiale.

ii) Émissions de gaz à effet de serre

Les produits et services des TIC peuvent être un moyen utile de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans d'autres secteurs, tels que l'agriculture, mais ils sont eux-mêmes responsables d'importantes émissions de GES. On estime que les TIC sont responsables de 1,8 à 3,9 % des émissions mondiales de GES, ce qui équivaut à peu près au secteur mondial de l'aviation, qui comprend les voyages nationaux et internationaux, les passagers et les marchandises.[8] On s'attend à ce que les émissions de GES provenant des produits et services TIC augmentent encore.[9]

L'extraction des matières premières et la fabrication sont à l'origine de la plupart des émissions de GES rejetées par les produits des TIC au cours de leur cycle de vie. Par exemple, la fabrication d'un téléphone cellulaire génère cinq fois plus d'émissions de GES que l'utilisation de ce même téléphone.[10] La quantité d'émissions de GES produites par le matériel des TIC au cours de son cycle de vie est fortement liée au type d'énergie utilisé. En effet, les combustibles

fossiles émettent beaucoup plus de GES que l'énergie solaire, éolienne, nucléaire ou hydraulique.

iii) Consommation d'eau

La consommation d'eau intervient dans trois domaines principaux de la chaîne d'approvisionnement des TIC : la production (l'extraction des matières premières et la fabrication), l'utilisation de centres de données et la consommation d'énergie. La production, y compris l'extraction des matières premières et la fabrication, représente la plus grande part de la consommation d'eau des TIC.[11] En effet, la production d'équipements et d'appareils des TIC consomme d'importantes quantités d'eau, en particulier en ce qui a trait au minage, au refroidissement et au rinçage.[12]

Les centres de données utilisent également de grandes quantités d'eau.[13] Selon une étude, on estime que les centres de données dotés d'une capacité de TI de 15 MW consomment entre 0,8 et 1,3 million de litres par jour.[14] Selon une autre étude, il apparaît qu'en 2014, rien qu'aux États-Unis, les centres de données ont consommé collectivement 165 milliards de gallons d'eau.[15] Les centres de données utilisent de l'eau à la fois directement, pour évacuer les rejets thermiques des équipements des TIC et éviter la surchauffe, et indirectement, par le biais de leur consommation d'énergie.

Les produits et services des TIC utilisent également de l'eau par le biais de leur consommation d'énergie. La quantité d'eau consommée au cours du cycle de vie d'un appareil des TIC dépend du type d'énergie utilisé pour l'extraction des matières premières, la fabrication, le transport et l'utilisation.[16] Les différentes sources d'énergie, telles que le charbon, l'hydroélectricité, l'énergie solaire et la bioénergie, consomment des quantités d'eau différentes pour une même production d'énergie.

iv) Consommation de ressources non renouvelables

La numérisation, par l'adoption rapide de solutions de TIC, a fait grimper la consommation mondiale de nombreuses ressources non renouvelables.[17] Le matériel des TIC est produit à partir de nombreuses ressources, dont le cobalt, le cuivre, le palladium, le tantale, le germanium, l'argent, l'or, l'indium, le magnésium, le gallium, le fer, l'aluminium, le platine et des métaux des terres rares telles que le dysprosium et le néodyme.[18] L'augmentation de la production de matériel de TIC s'accompagne d'une hausse de la consommation mondiale de ces minéraux et métaux.

L'extraction des matières premières et la fabrication représentent la grande majorité (85 %) de la consommation de ressources non renouvelables dans le secteur des TIC.[19] Cette proportion s'explique en partie par les minéraux et les métaux extraits qui sont inclus dans les versions finales des produits des TIC, et en partie par l'eau, la terre et les sols qui sont utilisés ou contaminés au cours du processus d'extraction. En fait, une étude a estimé que la quantité

de matériaux utilisés pour fabriquer des produits des TIC est de 50 à 250 fois supérieure à la quantité utilisée directement dans les produits finaux.[20]

La conception et l'élimination des produits des TIC sont également liées à l'extraction de matières premières : lorsque le matériel informatique n'est pas conçu et mis au rebut de manière à faciliter le recyclage, il augmente la demande d'extraction de matières premières pour soutenir la production de nouveaux équipements et appareils.

v) Production de déchets

Des déchets sont produits tout au long du cycle de vie des TIC, mais ils sont plus importants aux stades de l'extraction des matières premières, de la fabrication et de la fin du cycle de vie des TIC. L'extraction des matières premières, ou minage, génère des gaz résiduels, des eaux usées, des déchets radioactifs et des résidus miniers (les résidus miniers sont les matières premières qui restent après l'extraction des ressources cibles, telles que le tantale, le platine ou les métaux des terres rares).[21] En Chine, le traitement d'une seule tonne de métaux des terres rares produit 2000 tonnes de résidus miniers et 1000 tonnes d'eaux usées chargées de métaux lourds et d'autres éléments nuisibles à l'environnement.[22]

Les processus de fabrication créent des déchets sous la forme de produits défectueux et de sous-produits inutilisés. L'écoconception et les processus de fabrication sans gaspillage pourraient contribuer à réduire la quantité de déchets produits au cours de la fabrication.

Lorsque les produits des TIC arrivent en fin de vie, ils deviennent des déchets électroniques. Les déchets électroniques contribuent grandement aux déchets solides mondiaux. On considère aujourd'hui ce flux de déchets comme celui ayant la croissance la plus rapide.[23] En 2019, l'économie mondiale a produit environ 53,6 tonnes métriques (tm) de déchets électroniques, ce qui représente une moyenne de 7,3 kg par habitant.[24] D'ici 2030, la production mondiale de déchets électroniques devrait atteindre 74,7 tm par an.[25] Les déchets électroniques posent un problème parce que la grande majorité d'entre eux ne sont pas documentés, seuls 17,4 % d'entre eux étant apparemment collectés et éliminés de manière appropriée.[26] Les déchets électroniques diffèrent également des déchets ordinaires sur les plans chimique et physique, car ils contiennent des matières dangereuses telles que le plomb, le mercure, le nickel et le cobalt, dont le démantèlement et l'élimination nécessitent des méthodes spécialisées.[27] De nombreux facteurs contribuent à la hausse de la quantité de déchets électroniques. Le nombre d'utilisateurs et le nombre d'appareils par utilisateur augmentent constamment. De nombreux appareils ont également une courte durée de vie en raison du cycle rapide de l'innovation et du manque de compatibilité matérielle et logicielle entre les anciens et les nouveaux appareils.[28] Enfin, la réparation des appareils des TIC est complexe et les possibilités de réparation sont souvent limitées et coûteuses.[29]

Les technologies numériques génèrent également des « déchets numériques ». Ceux qui adoptent des technologies créent des déchets numériques lorsqu'ils dupliquent et conservent

inutilement des fichiers, stockent des données dans des formats inefficaces, effectuent des tâches informatiques inutiles, collectent des données redondantes et utilisent ou conservent des applications logicielles dont ils n'ont pas besoin. Les données créées et stockées par les technologies numériques entraînent de réelles répercussions, notamment une demande accrue de matériel des TIC, une plus grande consommation d'énergie et d'eau et, parfois, une augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

vi) Pollution du sol, de l'eau et de l'air

La pollution du sol, de l'eau et de l'air se produit principalement lors de l'extraction des ressources, de la fabrication et de la fin du cycle de vie des TIC. L'extraction des matières premières produit des gaz résiduels, des eaux usées, des déchets radioactifs et des résidus miniers, qui contiennent des matières dangereuses qui fuient ou s'infiltrent généralement dans l'environnement naturel, ce qui limite la croissance des plantes et s'avère toxique pour les végétaux, les animaux et les êtres humains.[30] L'extraction de matières premières a un impact négatif sur tous les composants d'un écosystème, y compris l'eau, le sol et l'air, ainsi que sur les plantes, les animaux et les êtres humains qui vivent à l'intérieur et autour de l'écosystème.[31]

De nombreux processus de fabrication polluent l'environnement dans une certaine mesure par le biais de la pollution de l'air et de l'eau.[32] En particulier, la fabrication des TIC implique l'utilisation de produits chimiques, de substances et d'éléments dangereux qui, en fonction du lieu de fabrication et de la surveillance et des réglementations locales, peuvent être libérés dans les systèmes d'air et d'eau environnants.[33]

Les méthodes courantes de traitement et d'élimination des déchets électroniques, telles que l'envoi à la décharge, l'incinération et l'enfouissement, ont un impact négatif sur le sol, l'eau et l'air.[34] Les déchets électroniques envoyés à la décharge sont compactés et enfouis sous terre, souvent à l'aide de systèmes de revêtement pour minimiser la quantité de toxines libérées dans le milieu environnant.[35] Néanmoins, des éléments toxiques et des polluants s'échappent des décharges.[36] Cette méthode génère des fumées, des poussières et des cendres dangereuses qui contiennent des polluants et peuvent contaminer l'air, l'eau et le sol environnants.[37] De nombreuses études ont mesuré des niveaux élevés de polluants et de métaux lourds dans le sol entourant différents types d'installations de traitement des déchets électroniques.[38] Une fois dans le sol, les produits chimiques toxiques des déchets électroniques, tels que les carcinogènes et les neurotoxines, pénètrent dans la nappe phréatique, sont absorbés par les végétaux et les animaux et se frayent un chemin dans le réseau alimentaire jusqu'à l'homme.[39] Bien que la pollution soit généralement plus importante près des sites de traitement informels que des sites formels, même les méthodes bien réglementées de recyclage et d'élimination des déchets électroniques libèrent des contaminants dans l'environnement naturel.

3. Infrastructure organisationnelle

i) Stratégies de durabilité environnementale

Les stratégies de durabilité environnementale aident les organisations à fixer des objectifs liés à l'environnement, à en assurer le suivi et à en faire état. Selon les recherches du CTIC, les organisations dotées d'une stratégie ESG (environnementale, sociale et de gouvernance) ou de durabilité environnementale sont deux fois plus susceptibles que celles qui n'en ont pas de tenir compte des impacts environnementaux dans leurs décisions entourant la technologie : cette situation s'explique par le fait que les stratégies de durabilité environnementale sont souvent intégrées dans de nombreux aspects d'une organisation, notamment la stratégie organisationnelle, les politiques, l'infrastructure décisionnelle, les objectifs et les indicateurs de rendement. La création d'une stratégie de durabilité environnementale est donc un moyen efficace d'entamer le parcours de votre organisation en matière de TIC durables.

Pour élaborer une stratégie de durabilité environnementale dans votre organisation, vous devrez (1) réaliser l'évaluation initiale, (2) développer la stratégie de durabilité environnementale de votre organisation, (3) adopter un cadre de reddition de comptes pour faire état de votre impact sur l'environnement et des progrès réalisés par rapport à vos objectifs environnementaux, et (4) vous assurer que votre stratégie et vos cadres de reddition de comptes peuvent être appliqués à l'infrastructure, aux produits et aux services liés aux TIC. Dans la liste ci-dessous, vous trouverez différentes ressources en ligne gratuites pour vous aider à évaluer l'approche de votre organisation en matière de stratégie environnementale, à développer une stratégie ESG ou environnementale pour votre organisation, et à incorporer les TIC dans les stratégies ESG et environnementales de votre organisation.

Liste des ressources

Réaliser l'évaluation initiale (outils permettant d'évaluer l'approche actuelle de votre organisation en matière de stratégie environnementale)

- Consultez cet outil en ligne gratuit (en anglais) pour évaluer la durabilité environnementale de votre petite ou moyenne organisation : [Sustainability Advantage Basic Sustainability Assessment Tool](#)
- Consultez cet outil en ligne gratuit (en anglais) pour évaluer la durabilité environnementale de votre grande organisation multinationale : [Sustainability Advantage Advanced Sustainability Assessment Tool](#)
- Consultez cet outil en ligne gratuit (en anglais) pour évaluer la durabilité environnementale de votre organisation: [B Impact Assessment](#)

- Consultez cet outil en ligne payant (en anglais) pour évaluer les domaines dans lesquels votre organisation peut améliorer sa durabilité environnementale : [Responsible Business Alliance Self-Assessment Questionnaire](#)

Développer une stratégie ESG et environnementale (environnementaux, sociaux et gouvernance) et outils de stratégie environnementale (outils pour aider votre organisation à développer une stratégie ESG ou environnementale)

- Consultez cet outil en ligne gratuit (en anglais) pour apprendre à concevoir et à mettre en œuvre une stratégie environnementaux, sociaux et gouvernance : [ISO 26000 Guidance on Social Responsibility](#)
- Consultez cet outil en ligne gratuit (en anglais) pour mesurer, gérer et atténuer l'impact de votre organisation sur l'environnement : [B Impact Assessment](#)
- Consultez cet outil en ligne gratuit (en anglais) pour apprendre à concevoir et à mettre en œuvre une stratégie environnementaux, sociaux et gouvernance : [CDP Organizational Guide for Environmental Action](#)
- Cet outil en ligne permet de définir, de gérer et de suivre les objectifs organisationnels en matière de développement durable : [SDG Action Manager](#)
- Utilisez cette norme internationale payante pour mettre en place un « système de gestion environnementale » dans votre organisation afin de l'aider à gérer et à atteindre ses objectifs en matière de durabilité (remarque : cette norme a été créée pour tous les secteurs d'activité, et pas seulement pour les TIC) : [ISO 14001:2015](#)
- Cet outil en ligne permet de fixer un objectif de réduction des émissions conforme aux critères de l'initiative Science Based Target : [SBTi Set a Target](#)

Reddition de comptes sur l'impact environnemental et les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs environnementaux (outils permettant d'élaborer et d'adopter un cadre de reddition de comptes normalisé)

- Cet ensemble de normes interconnectées permet de mesurer et de déclarer un large éventail d'impacts environnementaux et d'initiatives en matière de durabilité environnementale : [Global Reporting Initiative \(GRI\) Standards](#)
- Cet ensemble de normes interconnectées permet de mesurer et de déclarer certaines données liées au développement durable : [Sustainability Accounting Standards Board \(SASB\) Standards](#)
- Ce document présente 21 paramètres fondamentaux et 34 paramètres élargis pour les rapports ESG : [World Economic Forum – Towards Common Metrics and Consistent Reporting](#)

- Ce document permet d'explorer des paramètres de reddition de comptes répandus ayant trait au changement climatique, aux forêts et à la sécurité hydrique : [CDP Reporting Guidance Documents](#)
- Cet ensemble de normes internationales permet de mesurer et de déclarer vos émissions de GES de manière standardisée : [GHG Protocol Standards](#)
- Ce document permet d'obtenir des conseils sur la manière de mesurer les émissions de votre organisation — y compris les émissions liées à l'énergie et à la chaîne de valeur — et de déclarer vos progrès en matière de réduction des GES : [CDP Climate Disclosure Framework for SMEs](#)

Tenir compte des TIC dans les stratégies ESG et de durabilité environnementale (outils pour aider votre organisation à incorporer les TIC dans ses stratégies en place)

- Lisez ce livre en ligne payant (en anglais) pour apprendre à concevoir et à mettre en œuvre une stratégie de durabilité des TIC : [Sustainable IT Playbook for Techlogy Leaders](#)
- Ce document gratuit en ligne permet de découvrir la feuille de route en trois étapes que votre organisation peut utiliser pour intensifier son programme de TI durables : [Capgemini's Roadmap for Sustainable IT Implementation](#)
- Utilisez ces normes internationales payantes (en anglais) pour intégrer les produits et services des TIC dans la stratégie environnementale, sociale et de gouvernance déjà en place dans votre organisation (notez que cette norme a été développée spécifiquement pour les TIC) : [SustainableIT ESG Standards](#)

4. Former et motiver les employés

i) Formation sur les TIC durables

Les professionnels des TIC doivent posséder les connaissances, l'expertise et les compétences nécessaires pour prendre des décisions entourant les technologies durables sur le plan environnemental. Dans le cadre d'une enquête menée par le CTIC en 2023, plus d'un quart (27 %) des professionnels des TIC ont indiqué qu'ils ne disposaient pas des connaissances et compétences nécessaires pour mettre en œuvre des pratiques durables en matière de TIC. Parallèlement, seuls 15 % des professionnels des TIC ont indiqué avoir reçu une formation sur les TIC durables.

De nombreux professionnels de l'approvisionnement n'ont jamais appris comment tenir compte de l'impact environnemental de leurs achats de technologies ni distinguer les fournisseurs durables de ceux qui ne le sont pas. Pour atténuer l'impact environnemental de ses achats de technologie, votre organisation pourrait notamment offrir aux employés responsables des achats de TIC et aux autres professionnels des TIC une formation sur les TIC

durables. Par exemple, vous pourriez enseigner à vos employés les fondements des TIC durables; la manière d'inclure des termes relatifs à la durabilité dans les demandes d'information, les demandes de propositions, les ententes et les contrats avec les fournisseurs; les ressources offertes pour faciliter l'achat de TIC durables (comme les écoétiquettes, les normes entourant les TIC durables et d'autres ressources d'approvisionnement); la façon de distinguer les ressources dignes de confiance; la demande et la gestion de données relatives à l'impact environnemental des fournisseurs de TIC; l'utilisation des ressources d'approvisionnement en TIC durables pour évaluer la durabilité d'un fournisseur, d'un produit ou d'un service de TIC.

La liste ci-après contient une variété de cours en ligne, de modules de formation en entreprise, de manuels et de guides sur le thème des TIC durables.

Liste des ressources

Introduction à la formation sur les TIC durables

- Suivez ce CLOT (cours en ligne ouvert à tous) gratuit pour en savoir plus sur les impacts environnementaux des technologies numériques : [Impacts environnementaux du numérique](#)
- Consultez ce manuel en ligne gratuit (en anglais) pour apprendre à offrir des TIC vertes : [Green ICT Handbook: A Guide to Green ICT](#)
- Lisez ce livre en ligne payant (en anglais) pour apprendre à concevoir et à mettre en œuvre une stratégie entourant les TI durables : [Sustainable TI Playbook for Techlogy Leaders](#)

Formation sur l'approvisionnement en TIC durables

- Suivez ce cours en ligne gratuit (en anglais) pour en savoir plus sur l'approvisionnement circulaire et durable en TIC : [ITU Circular and Sustainable Public Procurement for ICTs Online Course](#)
- Suivez ce cours en ligne peu coûteux (en anglais) pour en savoir plus sur les achats durables et sur la manière dont votre organisation peut prendre de décisions favorisant davantage les achats durables : [ECOCanada Sustainable Procurement : Purchasing the Future We Want](#)
- Suivez l'un de ces cours en ligne payants (en anglais) pour vous familiariser avec l'approvisionnement durable : [Sustainable Procurement for Professionals \(conçu pour les professionnels de l'approvisionnement\)](#) ou [Sustainable Procurement Essentials \(conçu pour tous les professionnels\)](#)

Formation sur l'écoconception des TIC

- Suivez ce cours en ligne gratuit pour découvrir les principes fondamentaux de l'ingénierie logicielle durable : [Cours de Microsoft sur les principes de l'ingénierie logicielle durable](#)
- Suivez ce cours en ligne gratuit (en anglais) pour découvrir ce qui engendre des émissions de carbone dans les applications logicielles, ce que vous pouvez faire pour les réduire, comment mesurer les émissions de logiciels à l'aide du Protocole entourant les GES ou de la Software Carbon Intensity Specification, et les différents types d'objectifs climatiques d'entreprise que votre organisation peut fixer en ce qui concerne les logiciels : [Green Software Practitioner Training and Certification](#)
- Suivez ce cours en ligne gratuit pour apprendre comment rendre les centres de données plus écologiques : [ITU Greening Data Centres Online Course](#)
- Suivez ce cours en ligne payant (en anglais) pour découvrir les normes de conception pour des TIC durables, les évaluations environnementales pour les produits et services des TIC, et plus encore : [International Federation of Global and Green ICT: Green IT Professional Training and Certification](#)
- Lisez ce manuel en ligne payant (en anglais) pour en savoir plus sur l'ingénierie logicielle « verte » : [Sustainable IT Playbook for Technology Leaders](#)
- Lisez ce manuel en ligne payant (en anglais) pour en savoir comment créer des sites Web plus rapides et plus économes en carbone : [Designing for Sustainability](#)
- Lisez ce manuel en ligne payant pour en savoir comment créer, héberger et exploiter du code de façon plus durable sur le plan environnemental : [Building Green Software](#)
- Lisez ce manuel en ligne payant (en anglais) pour en savoir plus sur conception de sites Web durables : [Sustainable Web Design](#)

ii) Encourager les TIC durables

Il est important d'intégrer des mesures incitatives adéquates dans la stratégie de votre organisation en matière de TIC durables afin qu'elle atteigne les objectifs souhaités. Dans le cadre d'une étude du CTIC, 78 % des acheteurs de technologie interrogés ont indiqué qu'ils ne disposent pas de mesures incitatives claires pour prendre des décisions durables en matière de TIC au travail. Entre la protection de la vie privée, la sécurité, l'accessibilité, l'optimisation des coûts, l'expérience d'utilisateur et la durabilité environnementale, les professionnels des TIC ont beaucoup de priorités à concilier. C'est pourquoi ils ont besoin de mesures incitatives claires pour prendre des décisions favorisant la durabilité environnementale en matière de technologies.

Votre organisation peut mettre en place des mesures incitatives dans sa stratégie en matière de TIC durables de plusieurs façons. Elle peut par exemple ajouter des résultats et des indicateurs

de rendement clés dans les objectifs annuels qu'elle fixe pour l'ensemble de l'organisation, ou encore les assigner à des équipes ou à des employés spécifiques. De même, votre organisation peut ajouter des résultats en matière de TIC durables et des indicateurs de rendement clés dans les structures décisionnelles que vous utilisez pour attribuer des contrats aux fournisseurs, donner de la rétroaction aux employés, décider des primes ou des augmentations, et promouvoir certains employés. L'intégration formelle de résultats et d'indicateurs de rendement clés en matière de TIC durables dans ces aspects de votre organisation envoie le message aux équipes et aux employés que les TIC durables sont une grande priorité pour votre organisation et récompense les équipes et les employés qui ont priorisé la durabilité environnementale dans leurs décisions en matière de technologie.

Une autre façon d'inciter les employés à prendre des décisions durables en matière de TIC consiste à mettre en place des « pénalités » internes pour les impacts environnementaux que génèrent les équipes, les produits ou les services individuels, ou à mettre en place des « plafonds » internes sur les impacts environnementaux que les équipes peuvent générer, puis à attribuer des pénalités en cas de dépassement de ces limites. Un exemple bien connu de ce type d'approche est la « [taxe carbone](#) » interne de Microsoft, que l'entreprise utilise pour atteindre ses objectifs en matière d'émissions de carbone : en 2020, Microsoft a commencé à facturer aux groupes d'entreprises internes des frais pour leurs émissions de carbone de la portée 1, 2 et 3, puis à utiliser les fonds générés pour apporter des améliorations en matière de développement durable dans l'ensemble de l'organisation.

Liste des ressources

- Consultez ce manuel en ligne gratuit (en anglais) pour savoir comment favoriser des décisions durables en matière de TIC : [Green ICT Handbook: A Guide to Green ICT](#)
- Consultez ce livre en ligne payant (en anglais) pour apprendre comment mobiliser les employés dans la stratégie de TI durable de votre organisation : [Sustainable IT Playbook for Technology Leaders](#)
- Utilisez ces normes internationales payantes (en anglais) pour découvrir quels indicateurs de rendement clés peuvent être mis en place dans les objectifs et les structures décisionnelles de votre organisation (par exemple, voir Gouvernance : Culture de la durabilité [100]) : [Sustainable IT ESG Standards](#)
- Consultez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour savoir comment utiliser les redevances carbone internes pour inciter les employés à prendre des décisions écoresponsables en matière de TI : [How Microsoft is using an internal carbon fee to reach its carbon-negative goal](#)

5. Écoconception

En tant que concepteur ou développeur de technologies, une des principales mesures que vous pouvez prendre pour améliorer la durabilité environnementale de vos produits et services est de pratiquer l'écoconception. L'écoconception est une stratégie de conception de produits et de services qui tient compte des impacts environnementaux susceptibles de se produire au cours du cycle de vie d'un produit ou d'un service et qui cherche à les réduire. Bien que l'écoconception ait été développée à l'origine pour tous les types de produits et de services, et pas seulement pour les TIC, des organisations comme Ecma International ont élaboré des [documents d'orientation gratuits](#) (en anglais) pour vous aider à appliquer les principes de l'écoconception au secteur des TIC.

Cette section explore trois façons dont votre organisation peut appliquer l'écoconception à la conception et au développement de produits et de services des TIC, notamment l'analyse du cycle de vie, le respect des écoétiquettes dans la conception de vos produits et services, et le respect des normes internationales en matière de TIC durables dans la conception de vos produits et services.

i) Analyse du cycle de vie

Les analyses du cycle de vie (ACV) sont utilisées pour évaluer les impacts environnementaux des produits ou services des TIC au cours de leur cycle de vie. Les ACV sont importantes parce que les impacts environnementaux qui se produisent au cours des différentes étapes du cycle de vie des TIC sont interdépendants : les décisions prises lors de la conception, de l'extraction des matières premières et de la fabrication modifieront également les impacts environnementaux qui se produiront au cours des étapes ultérieures. Essayer d'atténuer ces impacts à un stade de la chaîne d'approvisionnement peut les aggraver à un autre stade. Par exemple, un appareil conçu pour être plus efficace sur le plan énergétique lors de la phase d'utilisation nécessite généralement plus d'énergie lors de la phase de fabrication (lien en anglais), ce qui annule les gains d'efficacité.[40] Il s'agit là d'un des nombreux exemples expliquant pourquoi il est important de réfléchir aux impacts environnementaux des technologies du point de vue de leur cycle de vie.

Les ACV peuvent être utilisées par les professionnels des TIC à diverses fins. Les concepteurs et développeurs de technologies peuvent avoir recours aux ACV pour estimer l'impact environnemental futur des décisions de conception. Les organisations qui adoptent des technologies peuvent quant à elles utiliser les ACV pour comparer différentes versions de produits et services des TIC et cibler le choix le plus durable. Les données sur l'impact environnemental que génèrent les ACV peuvent également donner aux entreprises les informations dont elles ont besoin (lien en anglais) pour faire état de l'impact environnemental de leurs produits et services à leurs partenaires, clients et investisseurs, améliorant ainsi la transparence tout au long de la chaîne d'approvisionnement en TIC. Une ACV doit prendre en

compte plusieurs paramètres de l'impact environnemental, tels que les incidences sur la biodiversité, la consommation d'eau, l'utilisation des sols et l'extraction de ressources non renouvelables. L'analyse diffère de l'évaluation de l'empreinte carbone d'un produit, qui ne quantifie que les émissions en équivalent CO₂. Si les évaluations d'empreinte carbone sont utiles, les ACV sont plus robustes et peuvent contribuer à atténuer les impacts négatifs au-delà des émissions en équivalent CO₂.

Lorsqu'elles réalisent des analyses du cycle de vie, les organisations devraient suivre une approche normalisée, robuste et conforme aux pratiques exemplaires, afin que les analyses du cycle de vie de différentes organisations soient comparables. Les organisations disposent de nombreuses normes internationales parmi lesquelles elles peuvent choisir une méthodologie pour leurs analyses du cycle de vie. Parmi ces normes se trouvent notamment la recommandation L.1410 de l'Union internationale des télécommunications : Méthodologie applicable aux analyses environnementales du cycle de vie des biens, réseaux et services utilisant les technologies de l'information et de la communication [41]; la norme ES 203 199 de l'ETSI : *Methodology for Environmental Life Cycle Assessments of ICT Goods, Networks and Services* [42]; la norme de NegaOctet pour mesurer l'impact environnemental des services numériques [43]; et la norme ISO 14044:2006 de l'Organisation internationale de normalisation : Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences et lignes directrices [44]. Outre les normes, les organisations peuvent utiliser des ensembles de données existants pour en tirer des données pertinentes à leurs analyses du cycle de vie. Par exemple, la base de données de NegaOctet contient des données sur l'impact environnemental de plus de 1 500 équipements des TIC et jusqu'à 30 catégories d'impact [45].

Les ACV ont d'abord été conçues pour des produits tangibles tels que des ordinateurs portables et des serveurs, mais nombre d'organisations s'efforcent d'adapter la méthodologie des ACV aux produits intangibles tels que les sites Web et les applications logicielles. Chef de file en matière de TIC durables, Mightybytes a exploré le concept d'une « analyse du cycle de vie numérique », qui « applique la rigueur d'une ACV aux produits et services numériques ». De même, la Sustainable Digital Infrastructure Initiative développe le concept d'une « empreinte environnementale numérique », qui mesure l'impact environnemental total des activités dans l'économie numérique [46]. Dans la liste ci-après, vous trouverez une variété de ressources gratuites et payantes pour découvrir les ACV des TIC, vous familiariser avec les normes internationales en matière d'ACV et apprendre comment appliquer les ACV non seulement au matériel physique, mais aussi aux produits numériques immatériels.

Liste de ressources

Normes et outils internationaux pour l'analyse du cycle de vie des TIC

- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour concevoir une stratégie organisationnelle en matière d'analyse du cycle de vie (remarque : cette norme a été conçue pour les biens, réseaux et services liés aux TIC) : [ETSI ES 203 199 V1.3.1](#)
- Consultez ces normes en ligne gratuites pour concevoir une stratégie organisationnelle en matière d'analyse du cycle de vie (remarque : cette norme a été conçue pour les biens, les réseaux et les services liés aux TIC) : [ITU-T L.1400 : Aperçu et principes généraux des méthodes d'évaluation de l'impact des TIC sur l'environnement](#) et [UIT-T L.1410 : Méthodologie pour les ACV environnementales des biens, réseaux et services TIC \(en anglais\)](#)
- Utilisez cette norme en ligne payante (en anglais) pour concevoir une stratégie organisationnelle en matière d'analyse du cycle de vie (remarque : cette norme a été conçue pour tous les types de produits et de services, et pas seulement pour les TIC) : [ISO 14044:2006](#)
- Utilisez cette base de données en ligne payante pour obtenir des données prêtes à l'emploi pour vos évaluations du cycle de vie des TIC : [NegaOctet Database](#)

Normes et outils internationaux pour l'évaluation de l'empreinte carbone des produits

- Consultez cette norme en ligne gratuite pour découvrir les méthodologies que vous pouvez utiliser pour évaluer l'impact des émissions de gaz à effet de serre des TIC dans votre organisation : [ITU-T L.1420 : Méthodologie d'évaluation de la consommation d'énergie et l'incidence des émissions de gaz à effet de serre des technologies de l'information et de la communication dans les organisations.](#)
- Consultez cette norme en ligne payante (en anglais) pour découvrir les méthodologies que vous pouvez utiliser pour évaluer l'empreinte carbone des produits électriques et électroniques : [IEC TR 62725:2013](#)

Application de l'analyse du cycle de vie aux produits numériques immatériels

- Consultez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour apprendre comment appliquer la réflexion sur le cycle de vie aux produits numériques immatériels, tels que les services de centre de données, les sites Web et les applications mobiles : [Mightybytes Understanding Digital Life Cycle Assessments](#)
- Consultez cette vidéo en ligne gratuite (en anglais) pour apprendre à appliquer la réflexion sur le cycle de vie aux produits immatériels et numériques : [Creating a Digital Environmental Footprint: A Life Cycle Assessment Approach](#)

Exemples concrets

- Consultez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour voir un exemple de réflexion sur le cycle de vie en action : [Ericsson Life Cycle Environmental Impacts of a Smartphone](#)
- Consultez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour voir la norme ISO 14040:2006 appliquée aux services numériques : [Digital Technologies in Europe : an environmental life cycle approach](#)
- Consultez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour voir un exemple d'évaluation de l'empreinte carbone de produit en action : [Dell Product Carbon Footprints](#)

ii) Écoétiquettes des TIC

Les étiquettes environnementales (ou écoétiquettes) représentent un moyen efficace pour favoriser l'écoconception. Les écoétiquettes sont des étiquettes ou des « marques » que les organisations comme la vôtre peuvent apposer sur leurs produits et services pour aider les acheteurs à cibler les fournisseurs écoresponsables. Les écoétiquettes sont souvent gérées par des organisations tierces indépendantes qui sont responsables de vérifier que les entreprises respectent les normes environnementales et leur accordent ensuite le droit d'utiliser l'écoétiquette correspondante.

Il est important de noter que toutes les écoétiquettes ne se valent pas. La [norme ISO 14024:2018](#) est une norme internationalement reconnue qui indique les écoétiquettes de la plus haute qualité, connues sous le nom d'« écoétiquettes de type I ». Pour obtenir cette certification d'écoétiquette de type I, les gestionnaires des écoétiquettes doivent suivre des principes et des procédures spécifiques lors de la définition des catégories de produits, du choix des normes et des critères environnementaux et de l'évaluation de la conformité des entreprises.

Dans la liste ci-après, vous trouverez une variété de ressources en ligne gratuites pour vous aider à découvrir quelles écoétiquettes des TIC sont offertes et quels produits des TIC adhèrent aux écoétiquettes les plus répandues dans le secteur des TIC.

Liste de ressources

Écoétiquettes des TIC

- Utilisez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour en savoir plus sur l'écoétiquette EPEAT et les critères environnementaux utilisés pour certifier les produits électroniques et technologiques : [EPEAT Criteria](#)
- Utilisez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour en savoir plus sur l'écoétiquette Energy Star pour l'efficacité énergétique (les appareils TIC portant

l'étiquette Energy Star sont certifiés comme étant énergétiquement efficaces, consommant de 20 à 40 % d'énergie en moins pendant la phase d'utilisation par rapport aux modèles conventionnels) : [Energy Star](#)

- Utilisez cette ressource en ligne gratuite pour en savoir plus sur l'écoétiquette TCO Certified et les critères environnementaux utilisés pour certifier les produits TI : [Aperçu des critères TCO Certified](#)
- Utilisez cette ressource en ligne gratuite pour en savoir plus sur la certification ECOLOGO et l'approche du cycle de vie qu'elle utilise pour mesurer et certifier la durabilité environnementale : Certification [ECOLOGO](#)
- Ce répertoire d'écoétiquettes (en anglais) permet de rechercher des écoétiquettes pertinentes dans 199 pays et 25 secteurs d'activité : [Ecolabel Index](#)
- Cette norme permet d'évaluer la qualité des écoétiquettes et de déterminer s'il s'agit d'étiquettes environnementales de type I : [ISO 14024:2018](#)

Registres de produits (outils pour vous aider à trouver des produits certifiés par l'écoétiquette des TIC)

- Consultez ce registre en ligne gratuit (en anglais) pour trouver des produits certifiés par l'écoétiquette EPEAT : [EPEAT Registry of Products](#)
- Consultez cet outil en ligne gratuit pour trouver des produits des TI certifiés par l'écoétiquette TCO Certified : [Recherche de produits certifiés TCO](#)

iii) Normes en matière de TIC durables

Un autre moyen de favoriser l'écoconception consiste à respecter les normes entourant les TIC durables dans vos achats de technologies au sein de votre organisation. Ces normes sont élaborées par diverses organisations internationales de normalisation, dont l'Union internationale des télécommunications (UIT), l'Organisation internationale de normalisation (ISO), l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), la Commission électrotechnique internationale (CEI), l'Institut européen des normes de télécommunications (ETSI) et Ecma International. À l'échelle mondiale, plus de 150 normes couvrant un grand nombre de sujets ont été élaborées pour le secteur des TIC. Voici quelques exemples de sujets couverts par les normes de TIC durables :

- Écoconception : [ECMA 341](#) (en anglais) offre des conseils sur les éléments à prendre en compte dans l'écoconception des produits des TIC et CE.
- Gestion de la chaîne d'approvisionnement : l'[ITU-T L.1060](#) (en anglais) présente des principes généraux pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement verte de l'industrie de fabrication des TIC.

- Approvisionnement : l'[ITU-T L.1304](#) (en anglais) porte sur les critères d'approvisionnement pour les centres de données durables.
- Centres de données écologiques : l'[ITU-T L.1300](#) (en anglais) présente les bonnes pratiques pour les centres de traitement de données écologiques.
- Durabilité du Web : le document [WSG 1.0](#) (en anglais) renferme des conseils sur la manière de rendre les sites Web et les produits numériques plus durables.

De nombreuses normes sur les TIC durables présentent des conseils spécifiques visant l'atténuation des impacts environnementaux des TIC. Sur plus de 150 normes de TIC durables offertes, environ la moitié se concentre sur l'efficacité énergétique, un quart sur la réduction des déchets matériels, un cinquième sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, un dixième sur la réduction de l'utilisation de produits chimiques dangereux et la réduction de la pollution de l'air, et une poignée sur la réduction de l'utilisation de l'eau douce et la réduction de la modification des systèmes terrestres.

Efficacité énergétique

De nombreuses normes entourant les TIC durables, y compris celles publiées par [Ecma](#) et [ETSI](#) (liens en anglais), offrent des conseils sur la manière de mesurer la consommation d'énergie et l'efficacité énergétique des produits des TIC. D'autres, comme la [norme ISO 50001](#), expliquent comment surveiller, gérer et améliorer l'efficacité énergétique au fil du temps. D'autres encore précisent comment concevoir des produits des TIC selon de bonnes pratiques de gestion de l'énergie, par exemple en utilisant efficacement les sources d'énergie, en intégrant des modes d'économie d'énergie dans les composants et les appareils, en prévoyant des mécanismes de réutilisation de l'énergie perdue, en mettant à la disposition des partenaires et des utilisateurs finaux des données sur la consommation d'énergie et l'efficacité énergétique, et en utilisant des sources d'énergie renouvelables lorsqu'il est possible de le faire (voir les normes des organismes [ETSI](#), [Ecma](#) et [UIT](#) — en anglais). En outre, des normes comme la [norme Ecma 341](#) (en anglais) suggèrent d'adopter une approche fondée sur le cycle de vie afin de maximiser l'efficacité énergétique tout au long du cycle de vie d'un produit, au lieu de se concentrer sur une seule phase à la fois.

Réduction des déchets matériels (tels que les déchets électroniques)

Les normes entourant les TIC durables, notamment celles publiées par l'[ETSI](#), l'[UIT](#) et l'[Ecma](#) (liens en anglais), précisent que les fabricants de TIC doivent maximiser l'utilisation de matériaux recyclés et biosourcés dans leurs produits; communiquer à leurs partenaires, aux utilisateurs finaux et aux centres de recyclage des données sur la recyclabilité de composants et de pièces spécifiques; et concevoir des produits de manière à en faciliter la réparation, la réutilisation et le recyclage ultérieur, notamment en réduisant le nombre de matériaux utilisés par composant ou pièce, en n'utilisant pas de procédés de fabrication qui réduisent la recyclabilité et en facilitant la séparation des produits en pièces et composants individuels. En

outre, les normes relatives aux TIC durables demandent aux fabricants de TIC de mettre en place des programmes de réparation et de recyclage de qualité afin de prolonger le cycle de vie des produits et des matériaux des TIC pendant leur phase d'utilisation, réduisant ainsi leur impact environnemental par année d'utilisation.

Réduction des émissions de gaz à effet de serre

De nombreuses normes sur les TIC durables expliquent comment évaluer les émissions de gaz à effet de serre associées aux produits et services des TIC. Par exemple, la [norme IEC TR 62725:2013](#) (en anglais) présente aux utilisateurs les méthodologies qu'ils peuvent utiliser pour évaluer l'empreinte carbone des produits électriques et électroniques au cours de leur cycle de vie. De même, le document [ICT Sector Guidance Built on the GHG Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard](#) explique comment calculer les émissions de gaz à effet de serre associées aux produits et services des TIC.

Réduction de la consommation de substances dangereuses

Les normes relatives aux TIC durables, telles que la [Recommandation UIT-T L.1015 de l'UIT](#), précisent que les fabricants de TIC doivent respecter les exigences en matière de restriction des substances énoncées dans la directive de l'Union européenne relative à la limitation des substances dangereuses (RoHS); divulguer les substances extrêmement préoccupantes en vertu du règlement de l'Union européenne concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances; et limiter les quantités de substances dangereuses telles que le chlore et le brome, ainsi que les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium, le mercure et le chrome hexavalent.

Dans la liste ci-après, vous trouverez une variété de ressources gratuites et payantes pour vous aider à vous familiariser avec les normes internationales pour l'ingénierie logicielle durable et les TIC durables.

Liste de ressources

- Suivez ce cours en ligne payant (en anglais) pour comprendre les normes de conception pour des TIC durables, la réalisation d'évaluations environnementales pour les produits et services des TIC, et plus encore : [International Federation of Global and Green ICT: Green IT Professional Training and Certification](#)
- Suivez ce cours en ligne gratuit pour découvrir les principes fondamentaux de l'ingénierie logicielle durable : [Cours de Microsoft sur les principes de l'ingénierie logicielle durable](#)
- Suivez ce cours en ligne gratuit (en anglais) pour apprendre comment rendre plus écologiques les centres de données : [ITU Greening Data Centres Online Course](#)

6. Moyens favorisant le changement dans la chaîne d'approvisionnement des TIC

i) Transparence de la chaîne d'approvisionnement

Le manque de transparence entre les organisations et dans la chaîne d'approvisionnement des TIC empêche les organisations comme la vôtre d'atténuer l'impact des TIC sur l'environnement. Les professionnels qui tentent d'obtenir des données auprès de leurs fournisseurs de TIC rapportent souvent qu'ils n'y parviennent pas en raison d'un manque de données et de confiance. En réponse à une enquête récente, par exemple, environ 20 % des personnes interrogées ont indiqué que leurs fournisseurs n'étaient pas suffisamment transparents sur les impacts environnementaux de leurs produits et services des TIC. Par ailleurs, 17 % ont indiqué qu'ils n'en savaient pas assez sur leur chaîne d'approvisionnement en TIC.

Cette réalité fait qu'il est important pour des organisations comme la vôtre de demander plus souvent des données sur la durabilité environnementale à vos fournisseurs de TIC. À l'heure actuelle, des entreprises technologiques rapportent que leurs clients canadiens ne leur posent que rarement (voire jamais) de questions sur la durabilité environnementale de leurs produits et services des TIC, ce qui ne les incite guère à collecter ces données. Plus les organisations commenceront à demander des données sur la durabilité environnementale à leurs fournisseurs de TIC, plus ces derniers seront susceptibles de commencer à collecter et à communiquer les données pertinentes.

En ce qui concerne les données relatives à la durabilité environnementale, il existe un grand nombre d'indicateurs qui peuvent être demandés. Par exemple, vous pouvez demander des données sur la contribution de votre fournisseur au changement climatique en lui demandant les émissions d'équivalent CO₂ associées à ses produits, services ou opérations. Par ailleurs, vous pouvez également vous enquérir de sa contribution à l'épuisement des réserves d'eau en demandant des données sur la quantité d'eau qu'il utilise par rapport à la disponibilité de l'eau à l'échelle locale. Bien qu'il puisse sembler difficile de s'y retrouver parmi tous les impacts environnementaux décrits dans des documents tels que le document [ITU-T L.1410](#) (en anglais), la meilleure chose que votre organisation puisse faire est de commencer peu à peu à poser des questions. Une fois que vous aurez ouvert le dialogue avec vos fournisseurs, vous pourrez travailler ensemble pour mettre en commun et affiner des données sur ces questions environnementales.

Votre organisation peut demander des données environnementales à ses fournisseurs de différentes manières. Il peut s'agir notamment de questionnaires destinés aux fournisseurs (par exemple, des questionnaires de base que vous rédigez et demandez à vos fournisseurs de remplir), d'audits environnementaux formels (par exemple, des analyses du cycle de vie ou d'autres types d'audits environnementaux que vous confiez à un professionnel des services

environnementaux) et de plateformes de reddition des comptes environnementaux (par exemple, des plateformes payantes que vous utilisez pour demander et gérer formellement les données environnementales de vos fournisseurs).

Dans la liste ci-après, vous trouverez quelques exemples d'outils et de services auxquels vous pouvez avoir recours pour demander et gérer les données environnementales de vos fournisseurs, ainsi qu'une liste de documents qui fournissent des exemples de catégories et de données d'impact environnemental.

Liste de ressources

Outils pour vous aider à demander et à divulguer des données environnementales

- Utilisez cette ressource en ligne gratuite (en anglais) pour voir des exemples de critères simples sur lesquels vous pouvez interroger les fournisseurs de TIC et le type de terminologie que vous pouvez utiliser : [Green Economy Canada and HP RFX Guide](#)
- Utilisez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour découvrir quels types de catégories et d'indicateurs d'impact environnemental vous pouvez demander à vos fournisseurs : [ITU-T L.1410 : Methodology for environmental lifecycle assessments of information and communication technology goods, networks and services](#)
- Demandez à une organisation de ce type de réaliser en votre nom des audits de la chaîne d'approvisionnement, des analyses du cycle de vie ou d'autres évaluations de la durabilité : [Sedex Information Exchange](#)
- Utilisez une plateforme en ligne payante comme celle-ci (en anglais) pour demander et gérer les données environnementales de vos fournisseurs : [CDP Supply Chain](#)

ii) Travail auprès des utilisateurs

Les utilisateurs peuvent influencer de manière considérable la durabilité environnementale des technologies de l'information et des communications de votre organisation, même lorsque ces technologies sont conçues pour être durables par défaut. Par leurs habitudes quotidiennes, les utilisateurs peuvent raccourcir ou allonger la durée de vie des appareils technologiques de votre organisation, augmenter ou réduire le stockage et le traitement des données dont votre organisation a besoin, et assurer ou non une bonne gestion de la fin de vie du matériel de TIC. C'est pourquoi il est important que votre organisation collabore avec les utilisateurs de ses technologies pour mettre en œuvre des pratiques exemplaires et réduire l'impact environnemental de leurs habitudes quotidiennes d'utilisation des technologies. Par exemple, vous pouvez donner à vos utilisateurs de la rétroaction dynamique au sujet de l'impact environnemental de leur utilisation de la technologie, les aider à configurer les appareils et les logiciels de manière à ce qu'ils consomment moins d'énergie, mettre en œuvre des principes de minimisation des données et recycler ou à éliminer le matériel des TIC de manière responsable. Dans la liste ci-dessous, vous trouverez des ressources en ligne qui peuvent vous aider à

travailler avec les utilisateurs pour réduire l'impact environnemental de leur utilisation de la technologie.

Liste de ressources

- Consultez ce guide en ligne gratuit (en anglais) pour obtenir plus d'informations sur la manière dont vous pouvez travailler avec les utilisateurs pour réduire l'impact environnemental de leur utilisation de la technologie : [Green ICT Handbook: A Guide to Green ICT](#)
- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour obtenir des conseils techniques sur le type d'informations et de conseils que vous pouvez donner aux utilisateurs : [ECMA 341 : Environmental Design Considerations for ICT & CE Products](#)
- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour obtenir des conseils techniques sur le type d'informations et de conseils que vous pouvez donner aux utilisateurs : [W3C Sustainable Web Guidelines](#)
- Consultez ce manuel en ligne payant (en anglais) pour apprendre à intégrer les utilisateurs dans votre stratégie de TI durable : [Sustainable IT Playbook for Technology Leaders](#)

iii) Réparation des appareils des TIC

Les appareils des TIC ont une courte durée de vie et nécessitent beaucoup de ressources pour finalement n'être utilisés que pendant quelques années.[47] Prolonger la durée de vie d'un appareil des TIC est écoresponsable, car cela retarde la nécessité de fabriquer un appareil de remplacement, limitant ainsi les impacts environnementaux de la phase de fabrication et réduisant la demande d'extraction de nouvelles matières premières.[48] Du point de vue du cycle de vie, la prolongation de la durée de vie d'un appareil des TIC réduit également l'impact environnemental de cet appareil *par* année d'utilisation : si un ordinateur portable est utilisé pendant cinq ans au lieu de trois, les impacts environnementaux qui se produisent lors de sa production et de sa fabrication peuvent être répartis sur cinq ans également.

Outre le fait de concevoir du matériel durable fait pour résister aux chutes, aux éclaboussures et aux températures extrêmes, en plus d'aider les utilisateurs à entretenir leurs appareils des TIC, l'un des principaux moyens que votre organisation peut prendre pour prolonger la durée de vie des appareils des TIC est d'avoir des programmes de réparation ou de remise à neuf. Il est peu probable qu'un grand nombre de vos utilisateurs aient les ressources ou les capacités nécessaires pour réparer ou à remettre à neuf des appareils technologiques eux-mêmes; c'est pourquoi il est important que votre organisation maximise le nombre de composants remplaçables dans ses appareils et maintienne des programmes de garantie et de réparation.

Dans la liste ci-après, vous trouverez une variété de ressources gratuites et payantes qui expliquent davantage la prolongation de la durée de vie des appareils des TIC.

Liste de ressources

- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour connaître les pratiques d'écoconception favorisant la longévité des appareils : [ECMA 341 : Environmental Design Considerations for ICT & CE Products](#)
- Consultez cette ressource en ligne gratuite pour en savoir plus sur les pratiques d'écoconception qui prolongent la durée de vie des produits : [Critères environnementaux certifiés TCO](#)
- Consultez ce guide en ligne gratuit (en anglais) pour en savoir plus sur la réparation et la prolongation de la durée de vie des appareils des TIC : [Green ICT Handbook: A Guide to Green ICT](#)
- Consultez ce manuel en ligne payant (en ligne) pour apprendre à réparer et à prolonger la durée de vie des appareils TIC : [Sustainable IT Playbook for Technology Leaders](#)

iv) Recyclage des appareils, des composants et des matériaux des TIC

Lorsque les produits des TIC arrivent en fin de vie, ils deviennent des déchets électroniques qui contribuent de manière importante aux déchets solides mondiaux. Il a été rapporté que seuls 17,4 % des déchets électroniques mondiaux sont correctement collectés et éliminés.[49] Les déchets électroniques diffèrent chimiquement et physiquement des déchets ordinaires, car ils contiennent des matières dangereuses telles que le plomb, le mercure, le nickel et le cobalt, dont le démantèlement et l'élimination nécessitent des méthodes spécialisées.

En tant qu'organisation qui conçoit ou développe des technologies, vous pouvez atténuer l'impact environnemental des déchets électroniques en concevant vos produits conformément aux normes entourant les TIC durables et aux pratiques exemplaires en matière de recyclabilité des appareils, ainsi qu'en maintenant des programmes de recyclage de qualité. Par exemple, les normes publiées par l'[ETSI](#), l'[UIT](#) et [Ecma](#) (liens en anglais) précisent que les fabricants de TIC doivent maximiser l'utilisation de matériaux recyclables et biosourcés dans leurs produits; communiquer aux partenaires, aux utilisateurs finaux et aux centres de recyclage des données sur la manière de supprimer les données des appareils TIC et sur la recyclabilité de composants et de pièces spécifiques; et concevoir les produits de manière à faciliter la réparation, la réutilisation et le recyclage ultérieur, notamment en réduisant le nombre de matériaux par composant ou pièce, en privilégiant les procédés de fabrication qui favorisent la recyclabilité et en facilitant la séparation des produits en pièces et composants individuels. Comme le mentionne Niklas Sundberg dans son ouvrage [Sustainable IT Playbook for Technology Leaders](#), un bon point de départ pour votre équipe de conception et de développement consiste à élaborer une « stratégie de circularité ». Celle-ci pourrait notamment inclure des principes directeurs pour votre équipe de conception, des objectifs spécifiques, tels que le nombre d'années que vous voulez que vos appareils durent, le pourcentage de matériaux recyclés (par

rapport aux matières premières) que vous voulez utiliser dans vos appareils, et les substances dangereuses que vous voulez éviter.

Votre organisation peut également réduire l'impact environnemental des déchets électroniques en aidant ses employés à éliminer et/ou recycler correctement des appareils de TIC. Si vos fournisseurs ne disposent pas de programmes de recyclage internes, vous devez demander à vos employés d'apporter leurs appareils de TIC au centre de recyclage des produits électroniques le plus proche. Dans la plupart des provinces canadiennes, le recyclage des produits électroniques est géré par l'Association pour le recyclage des produits électroniques, qui met en œuvre des [programmes réglementés de recyclage des produits électroniques](#) pour les particuliers et les entreprises partout au Canada.

Liste de ressources

- Visitez cette ressource en ligne pour découvrir où, partout au Canada, vos employés peuvent recycler leurs appareils de TIC : [Recyclez mes électroniques](#)
- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour vous familiariser avec les pratiques de conception écoresponsables en matière de recyclabilité des appareils : [ECMA 341 : Environmental Design Considerations for ICT & CE Products](#)
- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour en savoir plus sur les pratiques de conception écoresponsables pour la recyclabilité des appareils : [ITU-T L.1060 : General principles for the green supply chain management of information and communication technology manufacturing industry](#)
- Consultez cette norme en ligne gratuite (en anglais) pour connaître les pratiques d'écoconception en matière de recyclabilité des appareils : [ECMA 341 : Environmental Design Considerations for ICT & CE Products](#)
- Consultez ce manuel en ligne payant (en anglais) pour apprendre à intégrer les principes de circularité dans les pratiques de gestion des appareils de TIC de votre organisation : [Sustainable IT Playbook for Technology Leaders](#)

Citations

- [1] « Sustainable Product Policy », 2023, Commission européenne, https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/sustainable-product-policy_en.
- [2] Kopp, Thomas et Lange, Steffen, « The climate effect of digitalization in production and consumption of OECD countries », 2019, *The University of Grottingen and the Institute for Ecological Economy Research*, https://ceur-ws.org/Vol-2382/ICT4S2019_paper_3.pdf.
- [3] Kopp, Thomas et Lange, Steffen, « The climate effect of digitalization in production and consumption of OECD countries », 2019, *The University of Grottingen and the Institute for Ecological Economy Research*, https://ceur-ws.org/Vol-2382/ICT4S2019_paper_3.pdf.
- [4] Bourgeois, Guillaume et coll., « Review of the Impact of TI on the Environment and Solution with a Detailed Assessment of the Associated Gray Literature », 2022, Sustainability, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2457>; Union internationale des télécommunications, « Toolkit on environmental sustainability in the ICT sector », 2012, *UIT*, <https://www.itu.int/ITU-T/climatechange/ess/index.html>; Kopp, Thomas et Lange, Steffen, « The climate effect of digitalization in production and consumption of OECD countries », 2019, *The University of Grottingen and the Institute for Ecological Economy Research*, https://ceur-ws.org/Vol-2382/ICT4S2019_paper_3.pdf.
- [5] Williams, Eric, « Environmental effects of information and communications technologies », 2011, *Nature*, <https://www.nature.com/articles/nature10682>.
- [6] Azadi, Mehdi et coll., « Transparency on greenhouse gas emissions from mining to enable climate change mitigation », 2020, *Nature Geoscience*, <https://www.nature.com/articles/s41561-020-0531-3>. ; Kern, Eva et coll., « Processes for green and sustainable software engineering », 2015, *Green in Software Engineering*, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-08581-4_3; Koomey, Jonathan et coll., « Smart Everything: Will Intelligent Systems Reduce Resource Use? », 2013, *Annual Review of Environment and Resources*, <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-environ-021512-110549>; Manhart, Andreas et coll., « Resource Efficiency in the ICT Sector », 2016, *Greenpeace*, https://www.greenpeace.de/sites/default/files/publications/20161109_oeko_resource_efficiency_final_full-report.pdf; *ResearchGate*, https://www.researchgate.net/publication/268435652_Life_cycle_energy_analysis_of_PC-Environmental_consequences_of_lifetime_extension_through_reuse.
- [7] Duporte, Alexandre, « Environmental impacts of digitalization », 2022, AEIDL, <https://www.aeidl.eu/wp-content/uploads/2022/10/AEIDL-PolicyUnit-Environmental-impacts-of-digitalisation-AD-v4.pdf>.
- [8] Freitag, C. et coll., « The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations », 2021, ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666389921001884#>.
- [9] Majeed, Muhammad Tariq, « Technologie de l'information et de la communication (TIC) », 2018, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, <https://www.jespk.net/publications/4314.pdf> ; Belkhir, Lotfi et Elemeligi, Ahmed, « Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations », 2018, *Journal of Cleaner Production*, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.239>.
- [10] Andrae, Anders, « Life-Cycle Assessment of Consumer Electronics: A review of methodological approaches », 2016, *IEEE Consumer Electronics Magazine*, <https://doi.org/10.1109/MCE.2015.2484639>.
- [11] Bomhof, Freek et coll., « Systematic Analysis of Rebound Effects for "Greening by ICT" » Initiatives, 2009, *Communication and Strategies*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1659725; Berkhout, Frans

et Hertin, Julia, « De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment », 2004, *Futures*, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.01.003>; Chen, Sibó, « The Materialist Circuits and the Quest for Environmental Justice in ICT's Global Expansion », 2016, *TripleC*, <https://doi.org/10.31269/triplec.v14i1.695>; Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Oko-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability.

[12] Bomhof, Freek et coll., « Systematic Analysis of Rebound Effects for "Greening by ICT" » Initiatives, 2009, *Communication and Strategies*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1659725; Berkhout, Frans et Hertin, Julia, « De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment », 2004, *Futures*, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.01.003>; Chen, Sibó, « The Materialist Circuits and the Quest for Environmental Justice in ICT's Global Expansion », 2016, *TripleC*, <https://doi.org/10.31269/triplec.v14i1.695>; Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Oko-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability

[13] Banet, Catherine et coll., « *Centre on Regulation in Europe* », 2021, https://cerre.eu/wp-content/uploads/2021/10/211013_CERRE_Report_Data-Centres-Greening-ICT_FINAL.pdf.

[14] Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Oko-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability

[15] Shehabi, Arman et al, « United States Data Center Energy Usage Report », 2016, *Berkeley Lab*, <https://eta.lbl.gov/publications/united-states-data-center-energy>.

[16] Viana, Luciano Rodrigues et coll., « Sending fewer emails will not save the planet! An approach to make environmental impacts of ICT tangible for Canadians end users », 2022, *Sustainable Production and Consumption*, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.025>.

[17] Banet, Catherine et coll., « *Centre on Regulation in Europe* », 2021, https://cerre.eu/wp-content/uploads/2021/10/211013_CERRE_Report_Data-Centres-Greening-ICT_FINAL.pdf; Dandres et coll., 2016; Duporte, Alexandre, « Environmental impacts of digitalization: what to bear in mind », 2022, *AEIDL*, <https://www.aeidl.eu/wp-content/uploads/2022/10/AEIDL-PolicyUnit-Environmental-impacts-of-digitalisation-AD-v4.pdf>; Khan, Farzana Naheed et coll. « Information and communication technology (ICT) and environmental sustainability: a panel data analysis », 2020, *Environmental Science and Pollution Research*, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-09704-1>; Jora, Octavian-Dragomir, « Cyberspace Ecologism », 2021, *Amfiteatru Economic*, <https://doi.org/10.24818/EA/2022/59/9>.

[18] « Digital Economy Growth and Mineral Resources: Implications for Developing Countries », décembre 2020, *CNUCED*, https://unctad.org/system/files/official-document/tn_unctad_ict4d16_en.pdf.

[19] Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Oko-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability.

[20] Duporte, Alexandre, « Environmental impacts of digitalization », 2022, *AEIDL*, <https://www.aeidl.eu/wp-content/uploads/2022/10/AEIDL-PolicyUnit-Environmental-impacts-of-digitalisation-AD-v4.pdf>.

- [21] Bascompta et coll. « Corporate Social Responsibility Index for Mine Sites », 2022, *Sustainability*, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13570>; Azadi, Mehdi et coll., « Transparency on greenhouse gas emissions from mining to enable climate change mitigation », 2020, *Nature Geoscience*, <https://www.nature.com/articles/s41561-020-0531-3>; Hurst, Cindy, « China's rare earth elements industry: What can the West learn? », 2010, *Institute for the Analysis of Global Security*, <http://www.iags.org/rareearth0310hurst.pdf>; Dutta, Tanushree et coll. « Global demand for rare earth resources and strategies for green mining », 2016, *Environmental Research*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27295408/>.
- [22] Dutta, Tanushree et coll. « Global demand for rare earth resources and strategies for green mining », 2016, *Environmental Research*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27295408/>.
- [23] « Déchets électroniques (e-waste) », 2023, *Organisation mondiale de la santé*, [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-\(e-waste\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-(e-waste)).
- [24] Forti, Vanessa et coll., « The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential », 2020, *Université des Nations Unies, Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche, Union internationale des télécommunications et Association internationale des déchets solides*, https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.
- [25] Forti, Vanessa et coll., « The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential », 2020, *Université des Nations Unies, Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche, Union internationale des télécommunications et Association internationale des déchets solides*, https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.
- [26] Forti, Vanessa et coll., « The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential », 2020, *Université des Nations Unies, Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche, Union internationale des télécommunications et Association internationale des déchets solides*, https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.
- [27] Forti, Vanessa et coll., « The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential », 2020, *Université des Nations Unies, Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche, Union internationale des télécommunications et Association internationale des déchets solides*, https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.
- [28] Forge, Simon, « Powering down : remedies for unsustainable ICT », 2007, *Foresight*, <https://www.proquest.com/docview/224194572>; Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Okò-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability
EV, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability; Martinuzzi, Andre et coll., « Lifecycle Assessment and Environmental Profile Assessments for High Volumatic Efficiency ICT Sector », 2011, *Vienna University of Economics and Business*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1659725; Monserrate, Steven Gonzalez, « MIT Case Studies in Social and Ethical Responsibilities of Computing », 2022, *MIT Case Studies in Social and Ethical Responsibilities of Computing*, <https://doi.org/10.21428/2c646de5.031d4553>; Røpke, Inge, « The unsustainable directionality of innovation - The example of the broadband transition 2012 », novembre 2012, *Research Policy*, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733312001011>.
- [29] Forge, Simon, « Powering down : remedies for unsustainable ICT », 2007, *Foresight*, <https://www.proquest.com/docview/224194572>; Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Okò-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability

ent_and_sustainability; Martinuzzi, Andre et coll., « Lifecycle Assessment and Environmental Profile Assessments for High Volumatic Efficiency ICT Sector », 2011, Vienna University of Economics and Business, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1659725; Monserrate, Steven Gonzalez, « MIT Case Studies in Social and Ethical Responsibilities of Computing », 2022, *MIT Case Studies in Social and Ethical Responsibilities of Computing*, <https://doi.org/10.21428/2c646de5.031d4553>; Røpke, Inge, « The unsustainable directionality of innovation - The example of the broadband transition 2012 », novembre 2012, *Research Policy*, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733312001011>.

[30] Hurst, Cindy, « China's rare earth elements industry: What can the West learn? », 2010, *Institute for the Analysis of Global Security*, <http://www.iags.org/rareearth0310hurst.pdf>; Gwenzi, Willis et coll., « Sources, behaviour, and environmental and human health risks of high-technology rare earth elements as emerging contaminants », 2018, *The Science of the Total Environment*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29709849/>; Lennerfors, Thomas Taro et coll., « Sustainable ICT: A Critique from the Perspective of World Systems Theory », 2014, *ICT and Society*, https://doi.org/10.1007/978-3-662-44208-1_6.

[31] Bascompta et coll. « Corporate Social Responsibility Index for Mine Sites », 2022, *Sustainability*, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13570> ; Balaram, V., « Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact », 2019, *Geoscience Frontiers*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987119300258>; Krumay, Barbara et Brandtwiner, Roman, « Measuring The Environmental Impact Of Ict Hardware », 2016, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, <https://research.wu.ac.at/en/publications/measuring-the-environmental-impact-of-ict-hardware-5>; Gwenzi, Willis et coll., « Sources, behaviour, and environmental and human health risks of high-technology rare earth elements as emerging contaminants », 2018, *The Science of the Total Environment*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29709849/>; Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Okoinstitute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability; Jouini et coll. « Sustainable Production of Rare Earth Elements from Mine Waste and Geoethics », 2022, *Minerals*, <https://www.mdpi.com/2075-163X/12/7/809>.

[32] Chowdhury, Adib Kabir and Veeramani, Shanmugam, « Information technology: Impacts on environment and sustainable development », 2015, *Pertanika Journal of Science and Technology*, https://www.researchgate.net/publication/273130988_Information_Technology_Impacts_on_Environment_and_Sustainable_Development.

[33] « Critères environnementaux et sociaux ayant un impact direct », 2023, *TCO Certified*, <https://tco-certified.com/fr/criteria-overview/>; Chen, Sibó, « The Materialist Circuits and the Quest for Environmental Justice in ICT's Global Expansion », 2016, *TripleC*, <https://doi.org/10.31269/triplec.v14i1.695>; Gwenzi, Willis et coll., « Sources, behaviour, and environmental and human health risks of high-technology rare earth elements as emerging contaminants », 2018, *The Science of the Total Environment*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29709849/>.

[34] Tanskanen, Pia, « Management and recycling of electronic waste », 2013, *Acta Materialia*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359645412007999>; Kaya, Muammer, « Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes », 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16304299>; Robinson, Brett, « E-waste :An assessment of global production and environmental impacts », 2009, *Science of the Total Environment*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969709009073>; Tansel, Berrin, « From electronic consumer products to ewastes : global outlook, waste quantities, recycling challenges », 2017, *Environment International*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016305414>.

- [35] Tanskanen, Pia, « Management and recycling of electronic waste », 2013, *Acta Materialia*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359645412007999>; Kaya, Muammer, « Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes », 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16304299>; Robinson, Brett, « E-waste :An assessment of global production and environmental impacts », 2009, *Science of the Total Environment*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969709009073>; Tansel, Berrin, « From electronic consumer products to ewastes : global outlook, waste quantities, recycling challenges », 2017, *Environment International*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016305414>.
- [36] Ilankoon, IMSK et coll., « E-waste in the international context - A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery », 2018, *Waste Management*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X18306366?via%3Dihub>; Kaya, Muammer, « Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes », 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16304299>; Tansel, Berrin, « From electronic consumer products to ewastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges », 2017, *Environment International*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016305414>; Tsydenova, Oyuna et Bengtsson, Magnus, « Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment », 2011, *Waste Management*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X10004393>; Williams, Eric, « Environmental effects of information and communications technologies », 2011, *Nature*, <https://www.nature.com/articles/nature10682>.
- [37] Ilankoon, IMSK et coll., « E-waste in the international context - A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery », 2018, *Waste Management*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X18306366?via%3Dihub>; Kaya, Muammer, « Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes », 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16304299>; Tansel, Berrin, « From electronic consumer products to ewastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges », 2017, *Environment International*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016305414>; Tsydenova, Oyuna et Bengtsson, Magnus, « Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment », 2011, *Waste Management*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X10004393>; Williams, Eric, « Environmental effects of information and communications technologies », 2011, *Nature*, <https://www.nature.com/articles/nature10682>.
- [38] Bourgeois, Guillaume et coll., « Review of the Impact of TI on the Environment and Solution with a Detailed Assessment of the Associated Gray Literature », 2022, *Sustainability*, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2457>; Purchase, Diane et coll., « Global occurrence, chemical properties, and ecological impacts of e-wastes (IUPAC Technical Report) », 2020, *Pure and Applied Chemistry*, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/pac-2019-0502/html?lang=en>.
- [39] Bourgeois, Guillaume et coll., « Review of the Impact of TI on the Environment and Solution with a Detailed Assessment of the Associated Gray Literature », 2022, *Sustainability*, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2457>; Purchase, Diane et coll., « Global occurrence, chemical properties, and ecological impacts of e-wastes (IUPAC Technical Report) », 2020, *Pure and Applied Chemistry*, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/pac-2019-0502/html?lang=en>.
- [40] Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Oko-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability.

[41] « ITU Recommendation Supplement L.Sup20: Green public ICT procurement », 2023, *Union internationale des télécommunications*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.Sup20-201510-l/fr>.

[42] « ETSI ES 203 199 V1.3.1 », 2015, ETSI, https://www.etsi.org/deliver/etsi_es/203100_203199/203199/01.03.01_60/es_203199v010301p.pdf.

[43] « NegaOctet : Réduire l'impact environnemental des services numériques », 2021, *NegaOctet*, <https://negaoctet.org/en/home/#Negaoctet>.

[44] « ISO 14044:2006 Management environnemental Analyse du cycle de vie Exigences et lignes directrices », 2023, *ISO*, <https://www.iso.org/standard/38498.html>.

[45] « NegaOctet : Réduire l'impact environnemental des services numériques », 2021, *NegaOctet*, <https://negaoctet.org/en/home/#Negaoctet>.

[46] Schulze, Max, « Creating a digital environmental footprint : a Lifecycle Assessment approach (EN) », 2022, *Bits & Baume*, <https://media.ccc.de/v/bitsundbaeume-20667-creating-a-digital-environmental-footprint-a-life-cycle-assessment-approach-en->.

[47] Berkhout, Frans et Hertin, Julia, « De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment », 2004, *Futures*, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.01.003>.

[48] Liu, Ran et coll., « Impacts of the Transformation numérique on the Environment and Sustainability », 2019, *Oko-Institute EV*, https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability; Plepys, Andrius, « The grey side of ICT », 2002, *Environmental Impact Assessment Review*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925502000252?via%3Dihub..>

[49] Forti, Vanessa et coll., « The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential », 2020, *Université des Nations Unies, Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche, Union internationale des télécommunications et Association internationale des déchets solides*, https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.