

Quel numérique dans les scénarios prospectifs

Le numérique dans les limites planétaires, quelles nouvelles formations pour
quels métiers d'avenir

VertIT 2024

Aurélie Bugeau^{1,2}, Anne-Laure Ligozat³

¹Université de Bordeaux, LaBRI

²IUF

³Université Paris-Saclay, ENSIIE, LISN

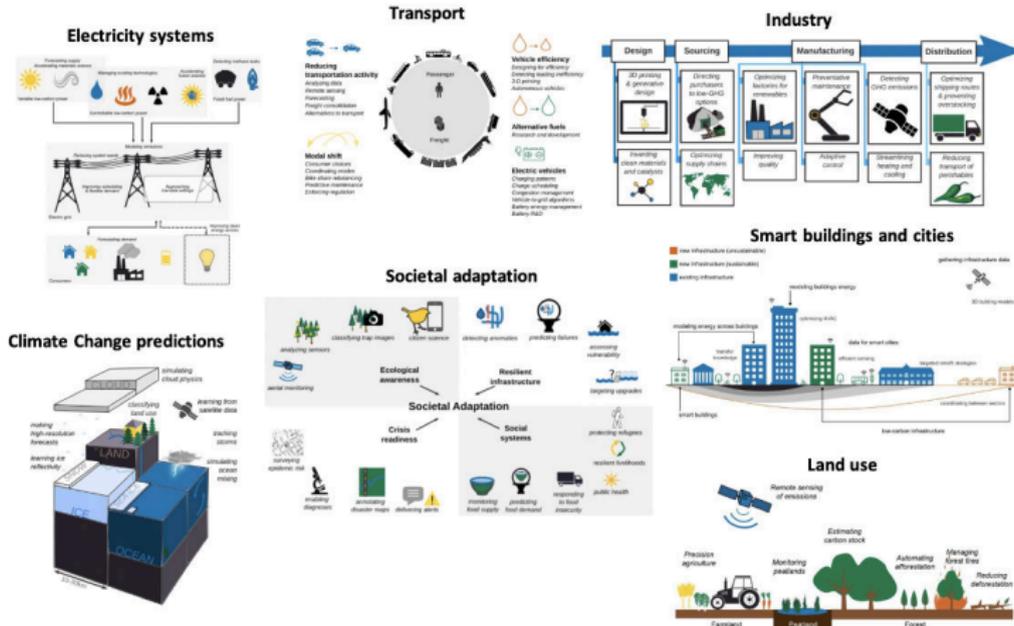
Qui sommes nous?

- ▷ Professeures en informatique à l'université et en école d'ingénieur
- ▷ Conversion thématique : de la science des données à l'étude des impacts environnementaux des technologies numériques
- ▷ Quelques sujets d'intérêt
 - IA & environnement, matérialité des technologies de l'information et de la communication (TIC), TIC & soutenabilité, enseignement autour de ces sujets

Motivation

Technologies de l'information et de la communication :

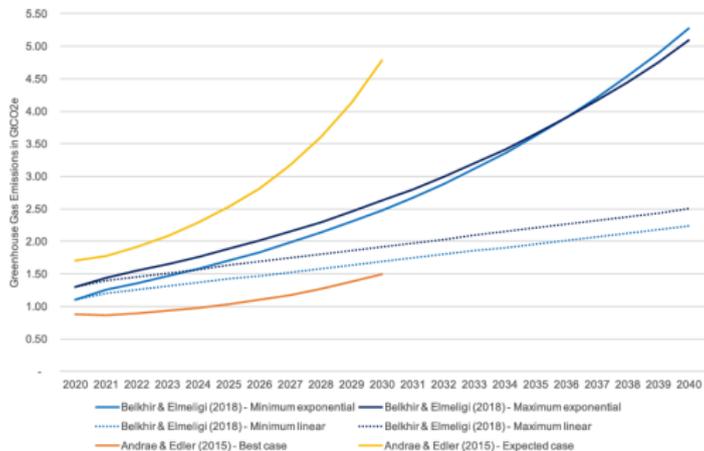
- ▷ Solution pour atténuer et s'adapter au changement climatique (e.g. [Rolnick et al. 2019]) ?



Motivation

Technologies de l'information et de la communication :

- ▷ Solution pour atténuer et s'adapter au changement climatique ?
- ▷ Mais impacts environnementaux du secteur en croissance (e.g. [Freitag et al. 2021]) :



Motivation

Technologies de l'information et de la communication :

- ▷ Solution pour atténuer et s'adapter au changement climatique ?
- ▷ Mais impacts environnementaux du secteur en croissance

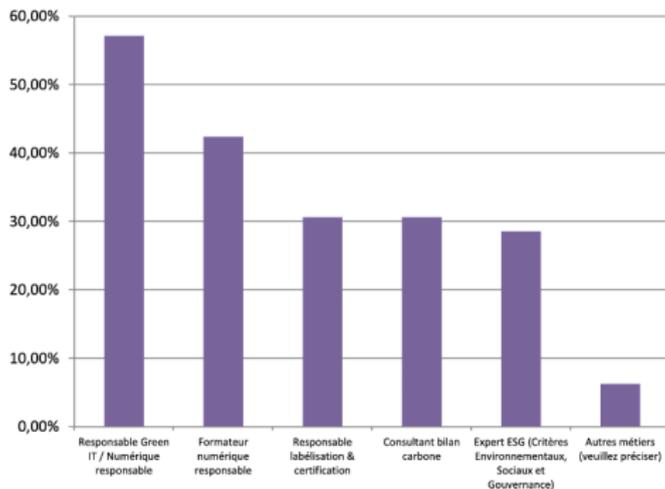
—→ Quelles recherches sur les TIC devraient ou ne devraient pas être menées dans une perspective de soutenabilité ?

—→ Quels enseignements sur les TIC dans une perspective de soutenabilité ; Pour quels métiers ?

Quels enseignements pour quels métiers

- ▷ Des études présentent l'évolution de certains métiers ¹

Q19/ Les métiers suivants sont-ils amenés à se développer particulièrement dans les années à venir ? Dans votre entreprise

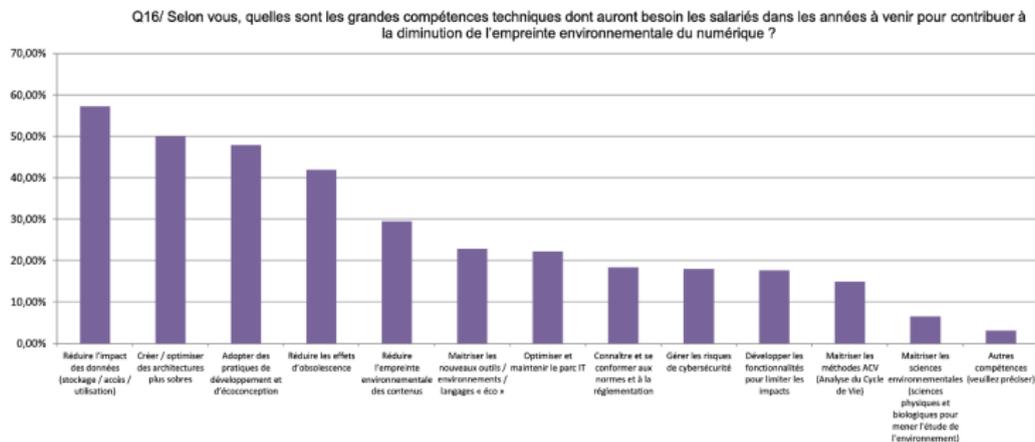


¹OPIIEC, étude sur les besoins en compétences, emplois et formation en matière d'empreinte environnementale du numérique, 2023

OPIIEC: observatoire des métiers du Numérique, de l'Ingénierie, des Etudes et du Conseil et des métiers de l'évènement - Membres : fédérations patronales et syndicales

Quels enseignements pour quels métiers

- ▷ Des études présentent l'évolution de certains métiers ²
- ▷ définissent les besoins en enseignement



²OPIIEC, étude sur les besoins en compétences, emplois et formation en matière d'empreinte environnementale du numérique, 2023

Quels enseignements pour quels métiers

- ▷ Des études présentent l'évolution de certains métiers ³
- ▷ définissent les besoins en enseignement

⇒ Pour quels futurs ?

³OPIIEC, étude sur les besoins en compétences, emplois et formation en matière d'empreinte environnementale du numérique, 2023

De nouveaux imaginaires

Pour répondre aux défis sociaux et écologiques, nous devons [Ademe 2024] :

- ▷ Transformer en profondeur nos sociétés
- ▷ Rendre ces métamorphoses désirables pour toutes et tous

De nouveaux imaginaires

Pour répondre aux défis sociaux et écologiques, nous devons [Ademe 2024] :

- ▷ Transformer en profondeur nos sociétés
- ▷ Rendre ces métamorphoses désirables pour toutes et tous

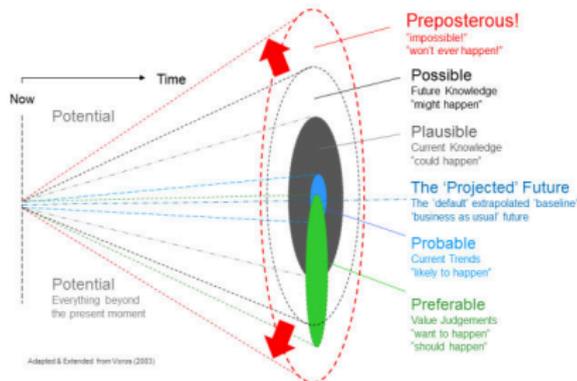
Cela implique

- ▷ de renouveler nos représentations et nos imaginaires collectifs à travers de nouveaux récits.
 - Imaginaires majoritaires aujourd'hui : illimitiste (croissance infinie); effondrement
- ▷ de réajuster notre symbolique en diffusant des valeurs et des normes sociales plus respectueuses du vivant et de l'humain.

De nouveaux imaginaires pour le numérique

Définir collectivement les enseignements et questions de recherche sur les TIC nécessite d'envisager les futurs souhaitables

- ▷ De nombreuses études prospectives sont réalisées pour ouvrir sur une pluralité de futurs possibles et/ou éclairer l'action présente
- ▷ Comment les scénarios envisagent-ils le rôle des TIC à l'avenir ?



Source de l'image : J. Voros, Big History and anticipation: Using Big History as a framework for global foresight, Handbook of anticipation: Theoretical and applied aspects of the use of future in decision making, 2017

De nouveaux imaginaires pour le numérique

Définir collectivement les enseignements et questions de recherche sur les TIC nécessite d'envisager les futurs souhaitables

- ▷ De nombreuses études prospectives sont réalisées pour ouvrir sur une pluralité de futurs possibles et/ou éclairer l'action présente
- ▷ Comment les scénarios envisagent-ils le rôle des TIC à l'avenir ?

Proposition :

- ▷ Analyse du numérique dans les études prospectives
- ▷ Définition d'un ensemble de variables pour guider l'analyse
- ▷ Identification des défis à relever pour permettre ou éviter ces scénarios

Analyse de 14 études prospectives

▷ Critères de sélection :

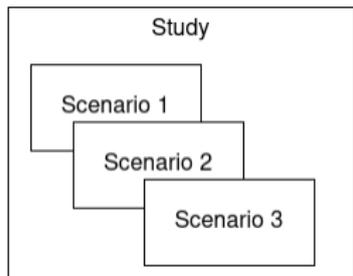
- Accessibilité
- Différents périmètres spatiaux : pays (France)/monde (biais : vision du Nord global)
- Généraux et spécifiques à un domaine (énergie et TIC)
- Études narratives et quantitatives

▷ Remarques :

- Non exhaustif
- Principalement axé sur le changement climatique

Scénarios

Chaque étude peut comprendre plusieurs scénarios, représentant des futurs alternatifs



Scénarios

Analyse de 14 études prospectives → 35 scénarios

| Study | Scenario name | Year | Study | Scenario name | Year |
|-----------------------|---------------------------------|------|-----------------------------------|-------------------------------|------|
| IPCC | IPCC | 2022 | | | |
| Ademe Transition 2050 | Business-As-Usual | 2022 | Danish Design Center (DDC) | Centralised Market-driven | 2020 |
| | Frugal Generation | | | Centralised Society-driven | |
| | Regional Cooperation | | | Distributed Market-driven | |
| | Green Technologies | | Distributed Society-driven | | |
| | Restoration Gamble | | SNBC | Baseline | 2020 |
| negaWatt | negaWatt | 2021 | | Baseline | |
| EU green deal | EU green deal | 2019 | RTE | Extensive Reindustrialisation | 2022 |
| | | | | Sufficiency | |
| | | | | Acceleration 2030 | |
| Eionet | Great decoupling | 2022 | Shift | PTEF | 2020 |
| | Ecotopia | | | | |
| | Unity in adversity | | | | |
| | Technocracy for the common good | | France 2072 | Digital society | 2018 |
| | | | | Collective society | |
| Arup | Greentocracy | 2019 | Digitalization&Anthropocene (D&A) | Planetary destabilization | 2022 |
| | Post Anthropocene | | | Green but inhumane | |
| | Extinction Express | | | Deliberate for the good | |
| | Humans Inc. | | | | |
| | | | CNIL | Renewed | |
| | | | | Meddling | |
| | | | | Home Sour Home | 2021 |
| | | | Digital Challenge | Quebec 2040 | 2022 |

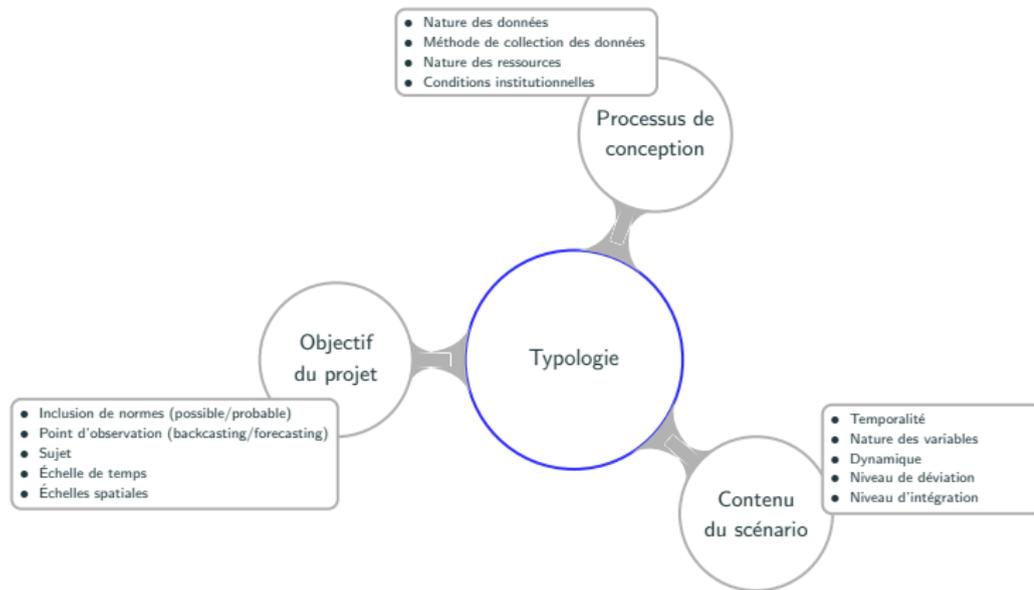
Définition des variables d'analyse

3 types de variables :

| | | |
|-----------------------------|------------|---|
| Typologie | Niveau : | Étude |
| | Objectif : | Aperçu général de l'étude |
| Variables sociétales | Niveau : | Scénario |
| | Objectif : | Variables non spécifiques aux TIC qui influencent les scénarios |
| Variables TIC | Niveau : | Scénario |
| | Objectif : | Variables spécifiques aux TIC présentes dans les scénarios |

Typologie de l'étude

Variables taken from [Van Notten et al. 2003]

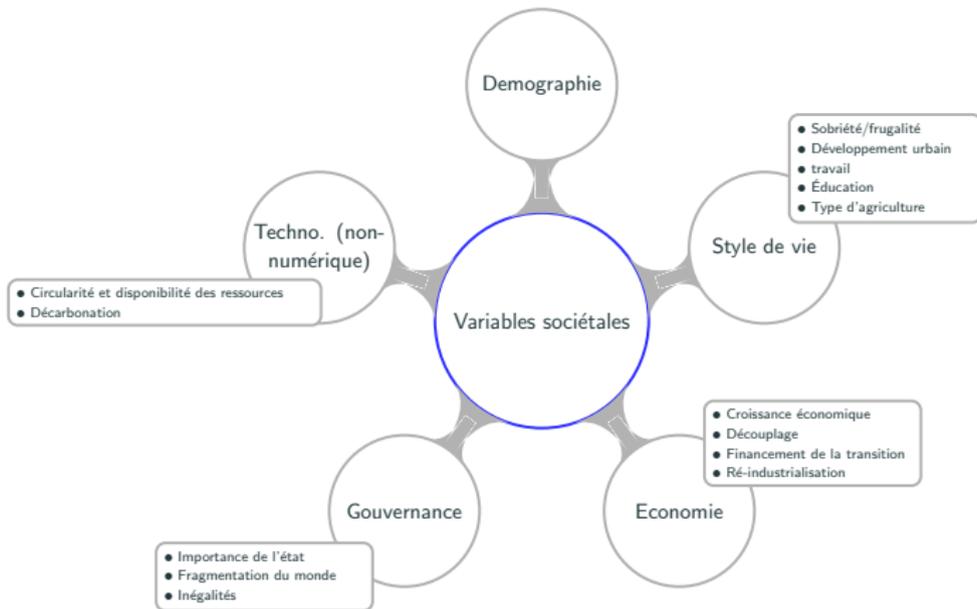


Typologie de l'étude

| Study | Normative (probable or preferable) - Descriptive (possible) | Vantage point | Subject | Time scale | Spatial scale (perimeter) | Data | Method of data collection | Resources | Institutional conditions | Temporal nature | Variables | Dynamics | Level of deviation (range of possible futures) | Level of integration (high=interdisciplinary) |
|---------------------------------|---|---------------|-----------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|-----------|--------------------------|-----------------|-----------|----------|--|---|
| IPCC | norma... | backc... | issue... | long te... | global... | qualita... | partic... | extens... | constr... | chain | hetero... | trend | alterna... | high |
| Ademe Transition 2050 | norma... | foreca... | area-b... | long te... | nation... | quantit... | partic... | ? | ? | chain | hetero... | trend | alterna... | high |
| negaWatt | norma... | foreca... | issue... | long te... | nation... | quantit... | partic... | ? | open | chain | hetero... | trend | alterna... | high |
| EU green deal | norma... | backc... | issue... | long te... | global... | qualita... | partic... | ? | constr... | chain | hetero... | trend | conve... | high |
| Eionet | descr... | foreca... | issue... | long te... | global... | qualita... | partic... | limited | constr... | snapshot | hetero... | perph... | alterna... | high |
| Arup | descr... | backc... | issue... | long te... | global... | qualita... | partic... | ? | open | chain | hetero... | perph... | alterna... | high |
| Danish Design Center (DDC) | descr... | backc... | issue... | long te... | global... | qualita... | partic... | limited | constr... | snapshot | hetero... | perph... | alterna... | high |
| SNBC | norma... | backc... | issue... | long te... | nation... | quantit... | partic... | extens... | constr... | chain | hetero... | trend | conve... | high |
| RTE | descr... | backc... | area-b... | long te... | global... | quantit... | partic... | extens... | constr... | chain | hetero... | trend | alterna... | high |
| Shift | norma... | backc... | area-b... | long te... | nation... | quantit... | partic... | limited | open | snapshot | hetero... | trend | conve... | high |
| France 2072 | norma... | foreca... | area-b... | long te... | nation... | quantit... | desk r... | limited | open | snapshot | hetero... | perph... | alterna... | low |
| Digitalization&Anthropocene (C) | norma... | foreca... | issue... | long te... | global... | qualita... | desk r... | limited | open | snapshot | homog... | perph... | alterna... | low |
| CNIL | descr... | backc... | issue... | long te... | nation... | qualita... | partic... | ? | ? | chain | homog... | perph... | alterna... | low |
| Digital Challenge | descr... | foreca... | issue... | long te... | nation... | qualita... | partic... | ? | ? | chain | homog... | perph... | alterna... | low |

Variables sociétales

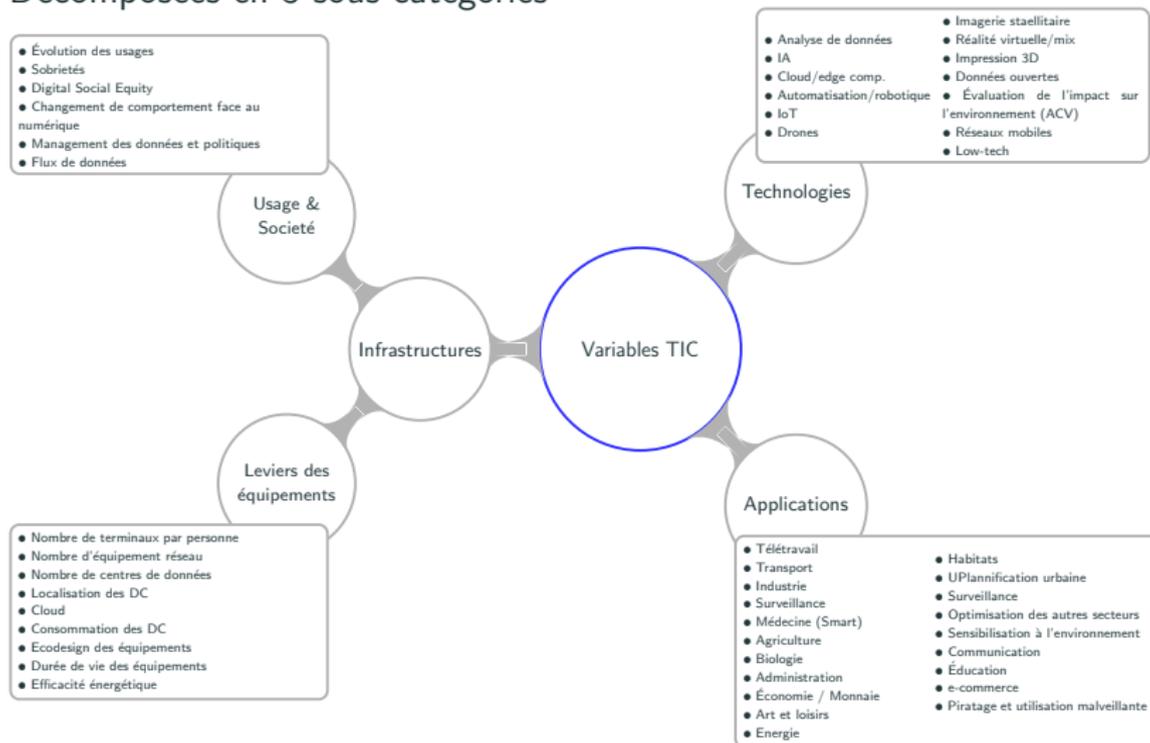
Variables librement adaptées [Ademe 2021]



- ▷ Pour envisager la gouvernance, les styles de vie et la société à l'avenir
- ▷ Pas le même niveau de détail et d'information d'un scénario à l'autre

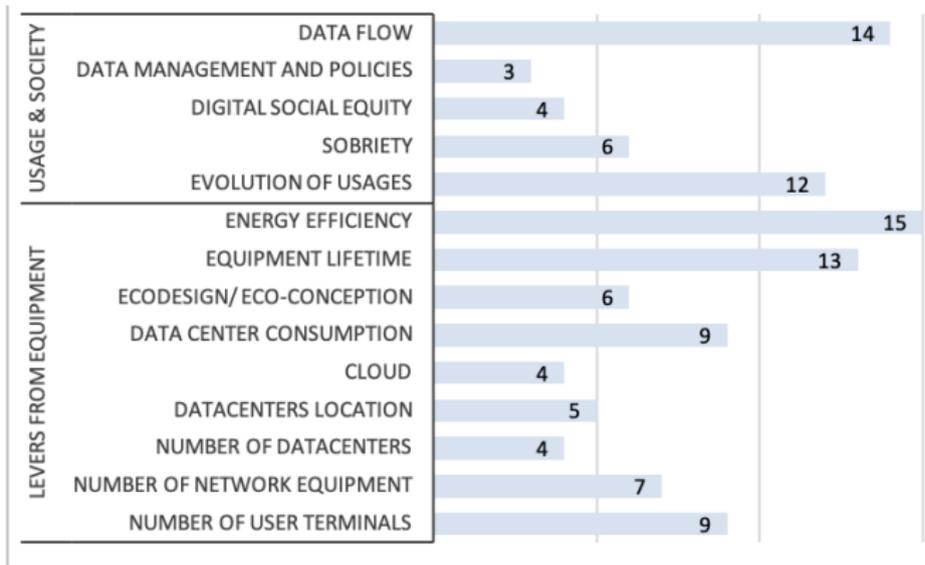
Variables TIC

Décomposées en 3 sous-catégories



Résultats pour les variables TIC

- 1. Infrastructures : Usage & Société ; Leviers des équipements**
 - ▷ Tendances sur l'utilisation, la réglementation et la matérialité



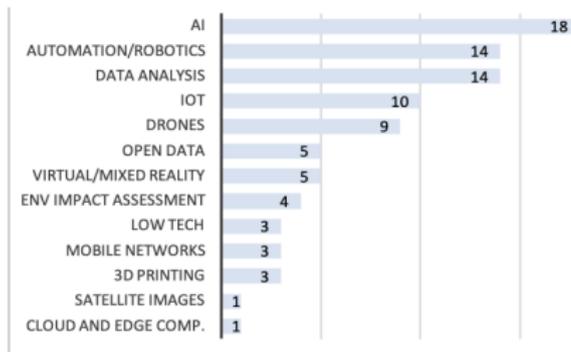
Nombre de Scénarios

Infrastructures : Usage&Société; Leviers des équipements

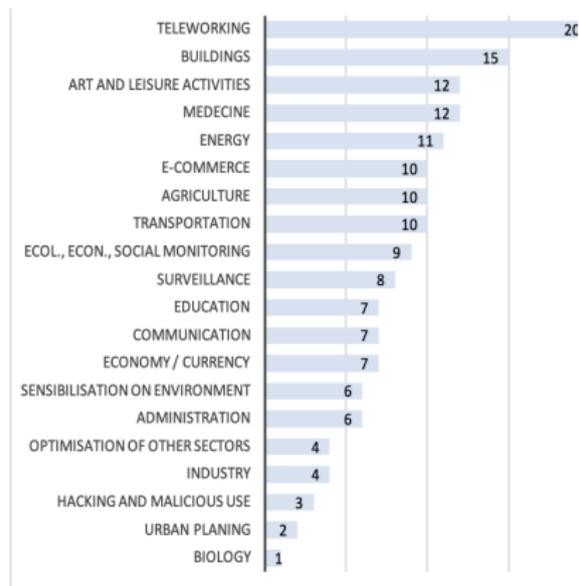
- ▷ Exemples pour "Evolution des usages" (12/35)
 - Prioritisation des usages après 2030 ([négaWatt 2021])
 - Logiciels non optimisés (Green Tech., [Ademe 2021])
 - Mise à jour logiciel fréquente (Pari réparateur, [Ademe 2021])
 - Justification de nouvelles infra, pas de vidéos HR ou de cloud gaming (PTEF, [Shift Project 2020])
- ▷ Exemples pour "Nombre de terminaux" (9/35)
 - Moins d'écrans (Sobriété, [RTE 2022])
 - Taux d'équipement limité par personne (PTEF, [Shift Project 2020])
 - Mutualisation des équipements dans les entreprises (Quebec 2040, [Deron et al. 2022])
- ▷ Exemples pour "Sobriété" (6/35)
 - Sobriété de l'utilisation et de l'achat (Quebec 2040, [Deron et al. 2022])
 - Quota sur l'utilisation du numérique à partir de 2039, mais possibilité d'acheter des crédits (Home Sour Home, [CNIL 2021])
 - Limitations de la consommation individuelle avec une surveillance forte (Green but inhumane, [Creutzig et al. 2022])

Résultats pour les variables TIC

2. Technologies numérique; 3. Domaines d'application mentionnés explicitement



Technologies



Applications

▷ Exemples pour l'IA" (18/35)

- Mise en œuvre pour les gains individuels et des entreprises. (Extinction Express, [Arup 2019])
- Tout le monde a et connaît son quota carbone et ses dépenses quotidiennes. L'IA fournit des mises à jour quotidiennes et les gouvernements des États pénalisent les dépassements. (Post Anthropocene, [Arup 2019])
- L'automatisation et l'apprentissage automatique permettent la mise en œuvre d'un revenu de base universel mondial. (Humans Inc., [Arup 2019])

Évolution du secteur numérique

- ▷ Chaque scénario inclut du numérique
- ▷ Notre rapport aux technologies numériques n'est pas questionnée
- ▷ Pas de changement significatif dans les équipements et les applications par rapport à ceux d'aujourd'hui
- ▷ Pas de technologies disruptives

Les TIC comme moteur des changements sociétaux

- ▷ Certains changements structurels découlent d'innovations dans le numérique, tels que le télétravail ou la conduite autonome
- ▷ Mais les variables TIC restent pour la plupart des conséquences d'autres aspects des scénarios
- ▷ Souvent orientés vers les applications, omettant l'interconnexion avec les infrastructures et entre les technologies.

Matérialité du numérique

- ▷ Seuls certains scénarios mentionnent la disponibilité de ressources critiques, telles que l'eau pure, l'énergie ou la terre.(e.g., avec des colonies de sur la Lune et l'exploitation minière des grands fonds marins dans Extinction express Arup 2019, ou RTE 2022 pour l'énergie)
- ▷ Les tensions géopolitiques qui en découlent sont parfois évoquées, mais ne semblent pas influencer l'intégration des TIC.
- ▷ Aucune étude ne mentionne les aspects géopolitiques liés à la localisation des centres de données et à l'installation des infrastructures (par exemple, les câbles sous-marins ou les satellites).

Résilience et contexte du changement climatique

- ▷ Certains services essentiels (décarbonisation, approvisionnement alimentaire, gestion de l'eau) dépendent des TIC
- ▷ De nombreux scénarios accordent une Place centrale aux "applications vertes"
- ▷ "L'omniprésence du numérique rend sa résilience cruciale pour de nombreux aspects de la société." [Shift Project 2020]
- ▷ L'absence de variables de résilience constitue une limite des études

Au-delà du réchauffement climatique

- ▷ Les études ne tiennent pas compte d'autres aspects environnementaux
- ▷ Centrées sur les humains
- ▷ Vision de pays de l'OCDE

Conclusion et perspective

- ▷ Les études prospectives développent l'imagination et peuvent guider la transition écologique
- ▷ Les études actuelles ne remettent pas en question notre rapport aux technologies ou les applications du numérique dans l'Anthropocène.

Conclusion et perspective

- ▷ Les études prospectives développent l'imagination et peuvent guider la transition écologique
- ▷ Les études actuelles ne remettent pas en question notre rapport aux technologies ou les applications du numérique dans l'Anthropocène.
- ▷ Nécessité de concevoir des études prospectives sur les TIC dans une perspective de soutenabilité
 - Vision plus diversifiée, systémique et résiliente du numérique
 - Pour discuter, structurer, financer la recherche
 - Pour préparer les étudiant·e·s à de nouveaux métiers

Conclusion et perspective

- ▷ Nécessité de discuter d'avenir souhaitable avec les étudiant.e.s
 - Pour montrer qu'il est possible de vivre et de s'épanouir autrement qu'à travers le consumérisme
 - Pour donner envie de relever les défis
 - Ateliers : 2030glorieuses, fresque des nouveaux récits, etc
 - Et pourquoi pas construire collectivement des scénarios alternatifs pour le numérique ?

merci

References



Ademe (2021). *Transition (s) 2050. Choisir maintenant, agir pour le climat*.

<https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/5072-prospective-transitions-2050-rapport.html>.



— (2024). *Nouveaux récits*. <https://communication-responsable.ademe.fr/nouveaux-recits>.



Arup (2019). *2050 Scenarios: four plausible futures*.

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/2050-scenarios-four-plausible-futures>.



CNIL (2021). *Protéger la vie privée en 2030*.

https://linc.cnil.fr/sites/linc/files/atoms/files/linc_proteger_la_vie_privée_en_2030_-_une_exploration_prospective_et_speculative.pdf.



Creutzig, Felix et al. (2022). "Digitalization and the Anthropocene". In: *Annual review of environment and resources* 47, pp. 479–509.



Deron, Martin and Mélanie McDonald (2022). *Comment faire converger la transition numérique et la transition écologique au Québec dans un horizon de 20 ans?* Tech. rep. Université de Montréal.



Freitag, Charlotte et al. (Sept. 2021). "The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations". In: *Patterns* 2.9, p. 100340.



négaWatt (2021). *Scénario négaWatt 2022 - Le scénario en détail*.

<https://www.negawatt.org/IMG/pdf/scenario-negawatt-2022-rapport-complet-partie4.pdf>.



Rolnick, David et al. (2019). "Tackling Climate Change with Machine Learning". In: *arXiv:1906.05433*.



RTE (2022). *Energy Pathways to 2050*.



Shift Project (2020). *État d'avancement du plan de transformation de l'économie française*.

<https://theshiftproject.org/crises-climat-plan-de-transformation-de-leconomie-francaise>.



Van Notten, Philip WF et al. (2003). "An updated scenario typology". In: *Futures* 35.5, pp. 423–443.