

# Enjeux Environnementaux et Sociétaux du Numérique

Prospective

L. Morel, Département Informatique, INSA Lyon.

2024

# Numérique et monopole radical

- Le numérique est plus qu'**un outil de plus**.
- Il modifie entièrement notre rapport au monde
- C'est un ensemble de technologies qui permet de résoudre des **problèmes précédemment inaccessibles**, dans **tous les domaines de la société** et qui **s'impose à nous** dans tous les champs de nos vies, définissant une forme de **monopole radical**.

# Vous avez dit “Monopole radical”?

- Terme introduit par Ivan Illich dans “La Convivialité” [1973]

On entend généralement par **monopole** le **contrôle exclusif par une firme des moyens de production ou de vente d'un bien ou d'un service**. On dira que Coca-Cola prend le monopole des boissons non alcoolisées au Nicaragua en y étant le seul fabricant de telles boissons qui dispose de moyens modernes de publicité.

C'est seulement si et lorsque sa soif se traduit sans autre possibilité dans le besoin compulsif, l'achat obligatoire d'une petite bouteille d'une quelconque boisson, que s'installe le **monopole radical**. Par ce terme, j'entends la **domination d'un type de produit** plutôt que celle d'une marque. Dans un tel cas, **un procès de production industriel exerce un contrôle exclusif sur la satisfaction d'un besoin pressant, en excluant tout recours, dans ce but, à des activités non industrielles**.

- A ce titre, le numérique est sans doute en train de devenir un monopole “double-radical” car ce sont **tous les champs de la vie qui sont impactés**.



# Les 4 mythes du numérique (1/2)

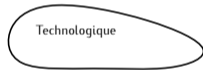
- **Immatérialité** - “le numérique est par essence "propre", exempt d'impact sur l'environnement “  
⇒ masque les effets sur les ressources en énergie, les écosystèmes, voire sur la santé humaine
- **Immédiateté** - “ le numérique permet de faire et d'avoir tout dans l'instant “  
⇒ masque toutes les médiations humaines, les travailleurs de l'ombre, modérateurs de contenu, préparateurs de commande, etc.

## Les 4 mythes du numérique (2/2)

- **Neutralité / Objectif** - “Le numérique est objectif est neutre” masque les biais humains apparaissant dans la conception des algorithmes, les choix des données d'étalonnage, etc.
- **Absolue nécessité** - “La société se numérise inéluctablement” rend toute forme de questionnement difficile. Alimente la confusion entre refus de l'innovation pour l'innovation et le refus du progrès

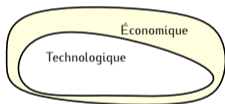
Objectifs: Construire d'autres imaginaires

# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



But : **Cerner le besoin application, proposer les “bonnes” abstractions, gérer les coûts, etc.** Habituellement adressé par les ingénieurs “techniques”, chef de projet.

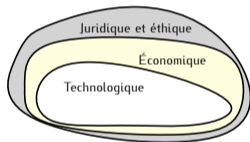
# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



But : **Identifier les dépendances économiques, les rapports de force, les effets induits, externalités, etc.** Habituellement adressé par un ensemble hétérogène d'acteurs: chefs de projet, commerciaux, CEO, etc

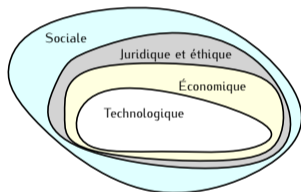


# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



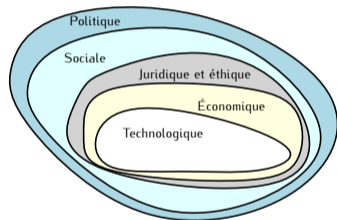
**But : Identifier les questions d'ordre légal et juridique, lobbying, etc**

# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



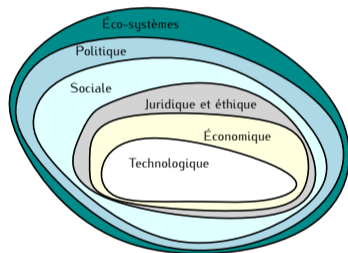
**But : Questionner les normes et conventions modifiées ou induites par l'objet**

# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



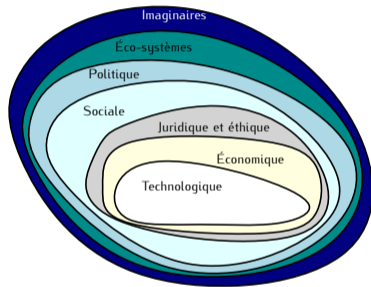
**But : Discuter, débattre, arbitre de comment la vie politique (les débats publics, les institutions politique, etc) est affectée ?**

# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



But : Déterminer quelle incidence sur les ressources ? ACV, recyclage, démantèlement, etc

# Objectifs : Élargir le champ de réflexion



But : Questionner les idéologies sous-jacentes, pensées ou impensées ? Capitalisme, croissance, occidentalisme-centrisme, androcène, etc

# Exemple - la vidéo-surveillance (1/7)

## Technologique



- Quel est le **cahier des charges** ?
- En quoi le numérique répond à ce besoin ?
- Comment représenter l'objet d'étude ? Quelles **abstractions** ? Quel impact de ces abstractions ?
- Quelles **données** sont nécessaires ? Comment les collecter ?
- Quels besoins matériels ? Quels compromis possibles, en considérant tout le cycle de vie ?

- **Quel besoin ?** Associer une image à un individu, pour l'identification et le suivi, pour l'authentification
- **En quoi le numérique peut proposer une solution à ce problème ?** Numérisation de l'image (dans la caméra), traitement algorithmique des données, comparaison avec une base de donnée (calculs de corrélation sur image), suivi d'individu d'une caméra à l'autre
- **Quels besoins matériels, logiciels ?** Caméras reliées à un data center, logiciels d'analyse et comparaison d'image, etc
- **Quels métiers pour l'ingénieur ?** Conception de caméras numériques, traitement de l'image, analyse de la localisation optimale des caméras, conception de l'interface logicielle pour la police, sécurisation des informations et de leur transfert, conception de drones embarquant une caméra. L'... l'extraction des ressources naturelles pour la

# Exemple - la vidéo-surveillance (2/7)

## Économique

- Quelles **forces économiques** en jeu (y compris la puissance publique) ?
  - En France, dans le monde ?
- Quels sont le(s) modèle(s) économique(s) ? Quelles **dépendances** entre les forces éco ?
- Les données sont-elles **monétisées** ?
- Quel **rapport de force** ? Quelle dynamique ?
- Quels sont les **effets induits**, les **externalités** positives ou négatives ?



- **effets induits** : les policiers passent beaucoup de temps à traiter les alertes (parfois fausses) du logiciel
- **effets rebonds** : accoutumance à la présence de la caméra qui accroît le sentiment d'insécurité dans les lieux qui en sont dépourvus => achat de plus de caméras

# Exemple - la vidéo-surveillance (3/7)

## Juridique / Éthique



- Quelles données sont produites ?
- Quel **cadre juridique** pour les données produites ? Quels acteurs et quels rôles ?
- Quid du **droit à l'oubli**, à la rectification, à la "disparition" ?

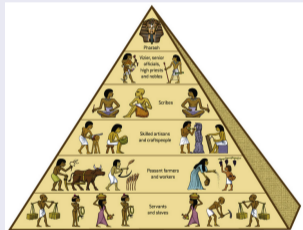
- L'analyse des images produites par la vidéo-surveillance peut être guidée par des **critères subjectifs** : repérage des âges (jeunes adultes), du genre, du faciès
- L'analyse des images repère les **comportements suspects et non les actes**. Renforcement de la **distinction entre comportements acceptables et déviants**. Renforcement de la **normativité** ?
- L'image produite est partielle : **le hors champ n'est pas pris en compte** et prive d'un contexte d'analyse et d'interprétation important



# Exemple - la vidéo-surveillance (4/7)

## Sociale

- En quoi l'usage de l'objet numérique analysé contribue à définir un monde social ?
- En quoi il génère des pratique particulières ?
- A quelles normes / conventions obéit-il ?
- Comment les réseaux de sociabilités sont-ils transformés ?



# Exemple - la vidéo-surveillance (5/7)

## Politique

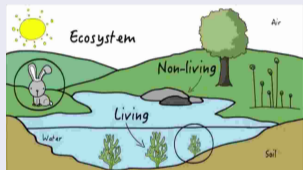


- Comment le débat politique ou les mouvements politiques se réorganisent-ils grâce au numérique (eg printemps arabe) ?
  - Quels modes de surveillance le numérique rend-il possible (eg social scoring) ?
  - Comment les réseaux sociaux peuvent être utilisés pour des manipulations d'opinion
  - Quel géopolitique du numérique ?
- 
- La vidéo-surveillance comme réponse technologique à l'enjeu politique de sécurité, à une politique sécuritaire
  - Panoptisme comme technologie politique, intériorisée
  - idéologie/tyrannie de la transparence VS éthique de l'opacité

# Exemple - la vidéo-surveillance (6/7)

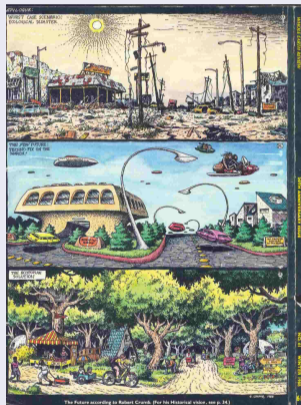
## Nature et Écosystèmes

- Comment la solution va-t-elle accentuer l'usage de ressources primaires
- Comment sa fin de vie va-t-elle impacter les écosystèmes (ré-utilisation totale ou partielle, recyclage, démantèlement)
- Qu'est-ce qui dans son usage peut modifier notre rapport au vivant ?



# Exemple - la vidéo-surveillance (7/7)

## Imaginaires



- Quels sont les imaginaires liés à l'objet considéré ? Quelles projections, promesses, mythes, idéologies ou utopies peut-on lui associer ?
- Cet imaginaire est-il culturellement situé, variable d'un groupe à un autre ?
- L'imaginaire des concepteurs est-il différents de celui des usagers ?

# Exemples de prospective

# Exemple de prospective sociétale - The Shift Project

## THE SHIFT PROJECT

Climat, crises:

### Le plan de transformation de l'économie française



Avant-propos de  
Jean-Marc  
Jancovici



- Découpe la société en 15 secteurs d'activité: Énergie, Emploi, Industrie lourde, Logement, Agriculture, ..., **Usages numériques**, ...
- “Une vision systémique”, “L’emploi au coeur du dispositif”, “Pensé par des acteurs du monde économique”
- objectifs: Réduire les émissions de GES de 5%/an ( 1 covid/an, à l’échelle mondiale)

<https://theshiftproject.org/>

# Chemins de Transition

- Travail fait à l'échelle du Québec
- Identification de futur(s) "possible(s)" (ou probable), ie "tendanciel" (si on suit les tendances actuelles, où sera-t-on en 2040?)
- Vision pour un futur "souhaitable"
- Chemins de transition: quelles étapes mettre en place pour atteindre le futur souhaitable.

En ce qui concerne la chambre d'écho de l'industrie numérique, des grandes entreprises de la Silicon Valley aux équipes de pointe sur l'intelligence artificielle, **l'idée que le numérique contribue aux crises écologiques et qu'il doit se développer sous contrainte de son empreinte environnementale semble encore marginale.**

## DÉFI NUMÉRIQUE

Comment faire converger transition numérique et transition écologique?



Au 21<sup>e</sup> siècle, l'univers numérique se développe de manière exponentielle, et est plus présent que jamais depuis le début de la crise sanitaire. Cette tendance risque d'être encore plus importante au cours des dix prochaines années, sous l'effet d'une multiplication sans précédent de personnes et d'objets connectés dans le monde. La transition numérique de notre société, bien amorcée mais encore pleine de promesses, peut fournir des outils précieux pour s'adapter aux conséquences de la crise écologique et accélérer la transition vers une société plus soutenable. Dès lors, les outils numériques peuvent améliorer l'efficacité énergétique des villes et bâtiments, nous aider à réduire

✓ ÉTAPE 1  
État possible

✓ ÉTAPE 2  
État souhaitable

✓ ÉTAPE 3  
Chercher

# Chemins de Transition - Futur souhaitable

- Sobriété: la province a judicieusement choisi de tirer profiter de l'**efficacité énergétique** de certaines technologies développées, tout en **allongeant** au maximum la **durée de vie** des infrastructures et terminaux existants afin de réduire la consommation de ressources nécessaires à la fabrication de nouveaux équipements et l'énergie requise pour leur utilisation.
- Priorisation collective: dispose des **instruments nécessaires** pour faire des choix collectifs afin d'**arbitrer** en continu les usages numériques tant à l'**échelle individuelle** que **sectorielle**.
- Innovation et Financement: une **part adéquate de ses ressources** pour développer des outils au service de la transition écologique.



# Chemins de Transitions - Comment y aller ?

<https://cheminsdetransition.org/les-defis/numerique/>

## L'offre et la demande de sobriété



L. Morel - 2024

# Chemins de Transitions - Les étapes

## Jalon 4

Le Québec a structuré la filière du réemploi/recyclage pour **respecter la hiérarchie des 3RV** (réduction à la source, réemploi, recyclage et valorisation)

### Pourquoi ce jalon?

- La fin de vie des appareils numériques échappe en grande partie aux efforts de quantification et de prise en charge au Québec, car celle-ci ne dispose pas d'une procédure officielle de gestion des flux de matière. Elle est plutôt caractérisée par une situation où il y a une multitude de transactions entre plusieurs agent-e-s, dont l'effet cumulatif brouille les pistes et nuit à la santé et à l'environnement. Ce secteur est caractérisé par un grand nombre de petit-e-s acteur-ric-e-s qui gèrent de petites quantités de matières (recycleurs, ferrailleurs), et un petit nombre d'acteur-ric-e-s qui se spécialisent dans la récupération des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E), en concurrence directe avec l'organisme administrateur du programme (Association pour le recyclage des produits électroniques, ARPE).
- La difficulté d'obtenir des chiffres sur le traitement des D3E au Québec est souvent justifiée par la présence de « réseaux parallèles », mais la distinction entre les réseaux n'est pas toujours claire, car les flux se mélangent, ont des impacts les uns sur les autres, et passent par des trajectoires différentes étant donné les séquences de décisions des nombreux et nombreuses acteur-ric-e-s. La plupart des flux dits « informels » sont constitués principalement de ceux générés par les choix et décisions des acteur-ric-e-s lorsque ceux ou celles-ci se départent de leurs appareils. Les D3E viennent principalement de 3 catégories d'acteur-ric-e-s :
  - Les ménages, qui disposent des D3E dans leurs matières résiduelles destinées à l'enfouissement, ou les dépôts en bordure de rue. Les municipalités ne sont pas obligées de rendre les D3E qu'elles récupèrent à l'ARPE, mais la majorité le font en échange d'une contribution financière;

### Niveau d'avancement

Mauvaise direction	On est au point mort	<b>On se prépare</b>	On est en route	On est bien avancés	Jalon atteint
--------------------	----------------------	----------------------	-----------------	---------------------	---------------

### Qui doit être mobilisé?



**Gouvernement provincial**



**Entreprises du numérique** dédiées au réemploi et recyclage (ex. recycleurs, reconditionneurs, manufacturiers), ARPE



**Société civile**



**Personnes et organisations utilisatrices** (individus, organisations publiques, privées et non gouvernementales)

### Comment pourrait-on s'y rendre?

Un certain nombre de pistes pourraient améliorer la situation actuelle afin d'atteindre ce jalon. Parmi celles-ci :

- **Intégrer des messages sur l'importance du réemploi** dans les activités de communication de l'ARPE;
- **Distinguer clairement les flux** d'appareils en fin de vie des flux d'appareils à potentiel de réemploi et s'assurer que le respect des 3RV soit appliqué par l'organisme de gestion de la responsabilité élargie du producteur (REP), tel que prévu dans l'entente entre l'ARPE et Recyc-Québec;
- Permettre aux professionnel-les du réemploi et du reconditionnement certifié-e-s de recevoir des **avantages financiers**, au même titre que ceux du recyclage;
- **Modifier le Règlement sur la récupération** et la valorisation de produits par les entreprises, qui dans l'état tend, à favoriser le recyclage au détriment du réemploi et à cibler les récupérateur-ric-e-s plutôt que les agent-e-s générateur-ric-e-s de flux;

# Exemple de prospective sociétale - ADEME



# Génération frugale

## Société

- Recherche de sens
- **Frugalité choisie mais aussi contrainte**
- Préférence pour le local
- Nature sanctuarisée



## Alimentation

- Division par 3 de la consommation de viande
- **Part du bio : 70 %**



## Habitat

- Rénovation massive et rapide
- **Limitation forte de la construction neuve** (transformation de logements vacants et résidences secondaires en résidences principales)

## Mobilité des personnes

- **Réduction forte de la mobilité**
- Réduction d'un tiers des km parcourus par personne
- La moitié des trajets à pied ou à vélo



## Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

## Gouvernance

Échelles de décision, coopération internationale

## Territoire

Rapport espaces ruraux – urbains, artificialisation

## Macro-économie

## Industrie

- Innovation autant organisationnelle que technique
- **Règne des low-tech**, réutilisation et réparation
- Numérique collaboratif
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

- **Décision locale**, faible coopération internationale
- Réglementation, interdiction et rationnement via des quotas

- Rôle important du territoire pour les ressources et l'action
- **« Démétropolisation »** en faveur des villes moyennes et des zones rurales

- **Nouveaux indicateurs de prospérité** (écarts de revenus, qualité de la vie...)
- Commerce international contracté





- **Production au plus près des besoins**
- 70 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

**Numérique** : Règne des low-tech ; réutilisation et réparation ; numérique collaboratif ; consommation des data centers stable grâce à la stabilisation des flux.

Le plus sobre, mais le plus difficile à faire advenir (inversement de valeurs sociétales)

# Coopération territoriale

<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Évolution soutenable des modes de vie</li><li>• <b>Économie du partage</b></li><li>• Équité</li><li>• Préservation de la nature inscrite dans le droit</li></ul>	
<b>Alimentation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Division par 2 de la consommation de viande</b></li><li>• Part du bio : 50 %</li></ul>	
<b>Habitat</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rénovation massive, <b>évolutions graduelles mais profondes des modes de vie</b> (cohabitation plus développée et adaptation de la taille des logements à celle des ménages)</li></ul>	
<b>Mobilité des personnes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Mobilité maîtrisée</b></li><li>• - 17 % de km parcourus par personne</li><li>• Près de la moitié des trajets à pied ou à vélo</li></ul>	

**Technique**  
Rapport au progrès, numérique, R&D

**Gouvernance**  
Échelles de décision, coopération internationale

**Territoire**  
Rapport espaces ruraux – urbains, artificialisation

**Macro-économie**

**Industrie**

- Investissement massif (efficacité énergétique, EnR et infrastructures)
- Numérique au service du développement territorial
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

- Gouvernance partagée
- **Fiscalité environnementale** et redistribution
- Décisions nationales et coopération européenne



- **Reconquête démographique des villes moyennes**
- Coopération entre territoires
- Planification énergétique territoriale et politiques foncières

- Croissance qualitative, « **réindustrialisation** » de secteurs clés en lien avec territoires
- Commerce international régulé

- Production en valeur plutôt qu'en volume
- **Dynamisme des marchés locaux**
- 80 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage



**Numérique** : ... au service du développement territorial ; consommation des data centers stable grâce à la stabilisation des flux.

# Technologie verte

## Société

- Plus de nouvelles technologies que de sobriété
- Consumérisme « vert » au profit des populations solvables, société connectée
- Les services rendus par la nature sont optimisés

## Alimentation

- Baisse de 30 % de la consommation de viande
- Part du bio : 30 %



## Habitat

- Déconstruction-reconstruction à grande échelle de logements
- Ensemble des logements rénovés mais de façon peu performante : la moitié seulement au niveau Bâtiment Basse Consommation (BBC)

## Mobilité des personnes

- Mobilités accompagnées par l'État pour les maîtriser : infrastructures, télé massif, covoiturage
- + 13 % de km parcourus par perso
- 30 % des trajets à pied ou à vélo



## Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

- Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner
- Numérique au service de l'optimisation
- Les data centers consomment 10 fois plus d'énergie qu'en 2020

## Gouvernance

Échelles de décision, coopération internationale

- Cadre de régulation minimale pour les acteurs privés
- État planificateur
- Fiscalité carbone ciblée

## Territoire

Rapport espaces ruraux – urbains, artificialisation

- Métropolisation, mise en concurrence des territoires, villes fonctionnelles



## Macro-économie

- Croissance verte, innovation poussée par la technologie
- Spécialisation régionale
- Concurrence internationale et échanges mondialisés

## Industrie

- Décarbonation de l'énergie
- 60 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage



**Numérique** : ... au service de l'optimisation ; Les data centers consomment 10 fois plus d'énergie qu'en 2020.

# Pari réparateur

## Société

- Sauvegarde des modes de vie de **consommation de masse**
- La nature est une ressource à exploiter
- Confiance dans la capacité à réparer les dégâts causés aux écosystèmes

## Alimentation

- Consommation de viande quasi-stable (baisse de 10 %), complétée par des **protéines de synthèse ou végétales**



## Habitat

- Maintien de la **construction neuve**
- La moitié des logements seulement est rénovée au niveau BBC
- **Les équipements se multiplient**, alliant innovations technologiques et efficacité énergétique

## Mobilité des personnes

- Augmentation forte des mobilités
- + 28 % de km parcourus par personne
- Recherche de **vitesse**
- 20 % des trajets à pied ou à vélo



## Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

- Innovations tout azimut
- Captage, stockage ou usage du carbone capté indispensable
- Internet des objets et intelligence artificielle omniprésents : les **data centers consomment 15 fois plus d'énergie** qu'en 2020



## Gouvernance

Échelles de décision, coopération internationale

- Soutien de l'offre
- Coopération internationale forte et ciblée sur quelques filières clés
- **Planification centralisée du système énergétique**

## Territoire

Rapport espaces ruraux – urbains, artificialisation

- Faible dimension territoriale, **étalement urbain**, agriculture intensive



## Macro-économie

- **Croissance économique carbonée**
- Fiscalité carbone minimaliste et ciblée
- Économie mondialisée

## Industrie

- Décarbonation de l'industrie pariant sur le **captage et stockage géologique de CO<sub>2</sub>**
- 45 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

**Numérique** : Internet des objets et intelligence artificielle omniprésents: les data centers consomment 15 fois plus d'énergie qu'en 2020.

Le **pari** = **captage et stockage géologique** du CO<sub>2</sub>. **45 %** Acier, aluminium, verre, papier, plastique viennent du **recyclage**.

# Analyse Prospective sur le numérique - ADEME/ARCEP

- Phases d'ACV considérées: fabrication, distribution, utilisation, fin de vie
- Limitée à : équipements individuels, équipements réseaux, centre de données
- Exclu (notamment) : fabrication et maintenance des outils de production, réparation, maintenance, reconditionnement, certains appareils comme GPS, appareils photos, partie connectée des véhicules, etc.



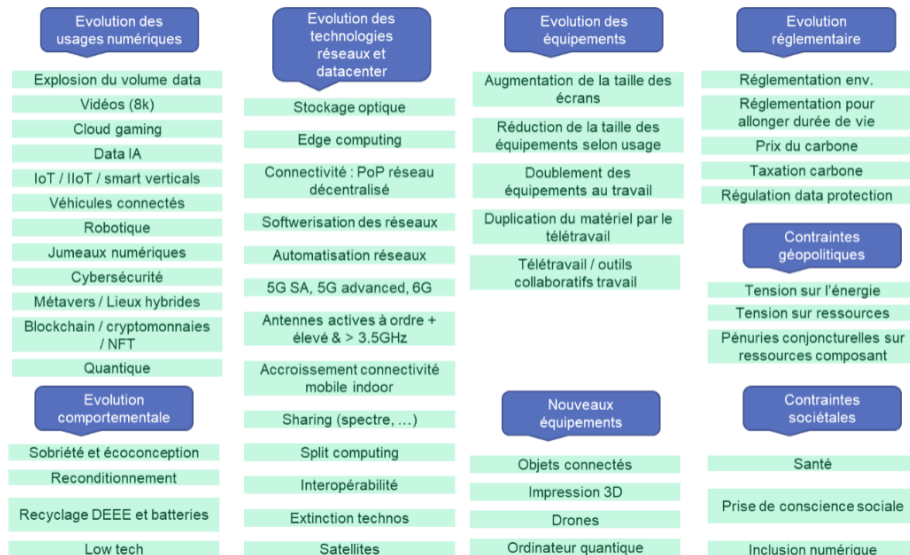
## EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMERIQUE EN FRANCE ET ANALYSE PROSPECTIVE

Analyse prospective à 2030 et 2050

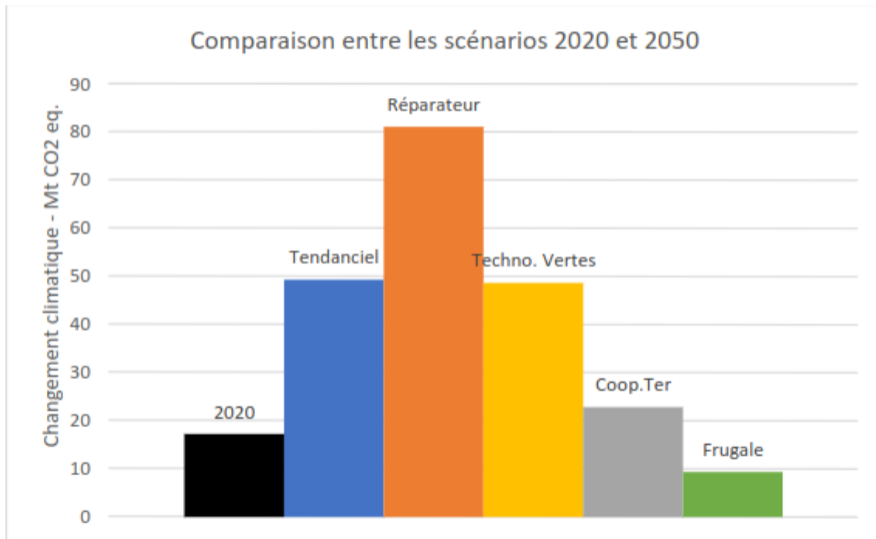
RAPPORT 3/3



# ADEME/ARCEP: tendances considérées



# ADEME/ARCEP: résultats



# Retour sur le module EESN

## 4IF - S2

S6	06/02/2024	CM1	Pensée Algorithmique	CS
S6	06/02/2024	CM2	Perspectives matérielles	F2D
S8	21/02/2024	CM3	Limites Planétaires - Prospective	MPE & LM
S8	19/02/2024	CM4	Brevets, licences, RGPD	FB
S10	04/03/2024	CM5	Santé	CS
S12	19/03/2024	CM6	Genre	CAD & CS
S??		TD(4h)	World3	CS
S11		TD(4h)	Dark Patterns	AB
S12		TD(4h)	Vie Privée	AB
S14		TD(4h)	Prospective	MPE & LM

On étudiera ces questions de prospective, scénarios, chemins, etc. en S14.