

Le low-tech et les réseaux : une rencontre impossible ?

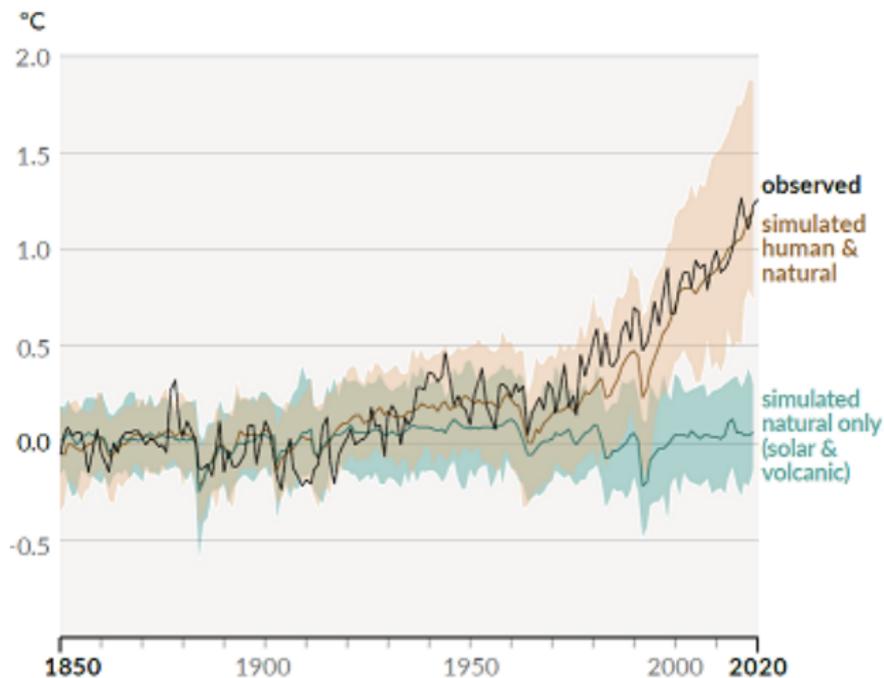
Eva Morgand

Stage de première année en cycle préparatoire intégré

Le numérique a de nombreux bienfaits, notamment dans les domaines:

- de la santé (consulter à distance)
- de l'éducation (avoir accès à des cours et exercices en ligne)
- de la communication (communiquer avec ses proches, s'informer)
- de l'économie (faciliter les échanges financiers et commerciaux à l'international)
- et autres...

Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850-2020)



Source: IPCC, 2021: Frequently Asked questions. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou].

Le numérique low-tech existe-t-il?

- 1 Le numérique de nos jours
 - Omniprésence du numérique
 - Impacts environnementaux du numérique
 - Croissance du numérique
- 2 Le low-tech, concept émergent
 - Différentes définitions
 - Nom ou adjectif?
 - Les trois "catégories de techniques"
- 3 Les gestes "éco-responsables"
- 4 Les techniques plus ou moins low-techs applicables au numérique
 - Limiter la fabrication de nouveaux équipements
 - Architecturer le réseau de façon pérenne
 - Développer un numérique éco-conçu et accessible
 - Héberger ses données durablement
 - Construire des équipements avec moins d'impacts environnementaux

- 1 Le numérique de nos jours
 - Omniprésence du numérique
 - Impacts environnementaux du numérique
 - Croissance du numérique
- 2 Le low-tech, concept émergent
- 3 Les gestes "éco-responsables"
- 4 Les techniques plus ou moins low-techs applicables au numérique

Omniprésence du numérique

3 types d'équipements numériques:

- Equipements utilisateurs (smartphones, ordinateurs, tablettes...)
- Réseaux (antennes et box surtout)
- Data-centers

Le nombre d'équipements par ménage dépend fortement de la région:

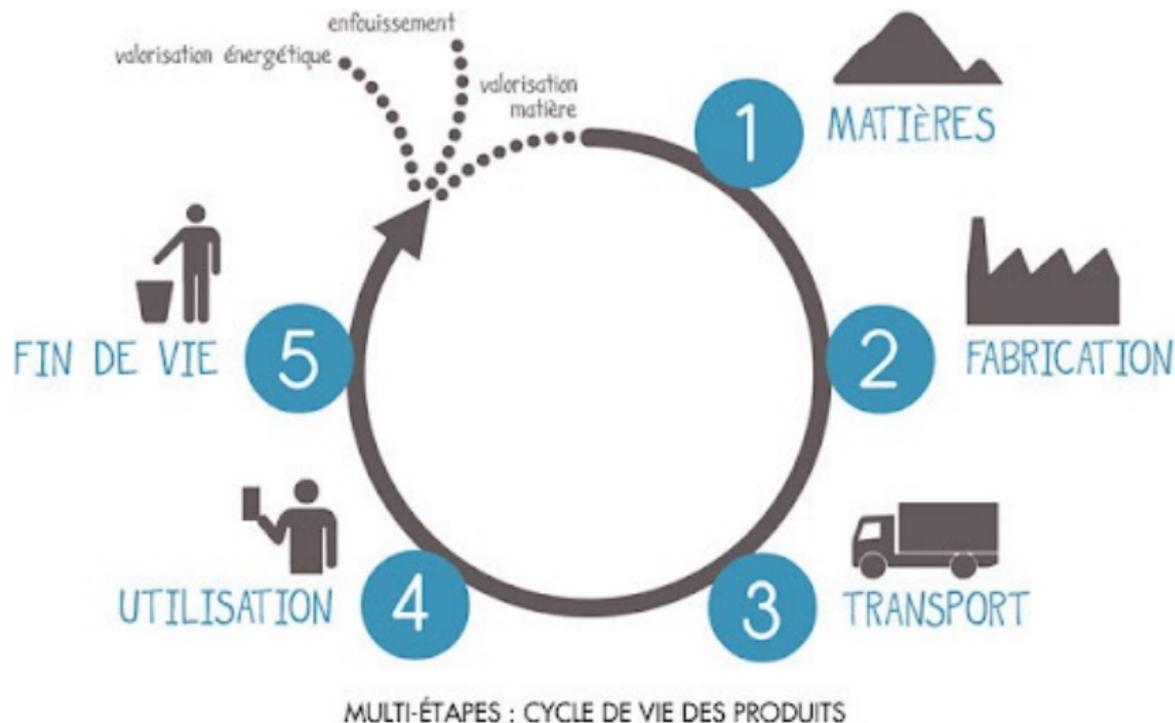
Regional split 2016	Population (millions)	Devices per capita	Traffic per capita (GB/mth)	GES (MtCO ₂ e)	GES per capita (kgCO ₂ e)
USA	322	7,8	97,0	331	1027
Western Europe	415	5,3	34,0	201	486
Japan	126	6,3	35,0	60	474
China	1374	2,5	12,0	400	291
Developing countries	3700	1,1	1,5	238	64
World	7500	2,3	13,0	1630	217

Tableau 17 : Répartition géographique de la consommation numérique et de ses émissions de GES

[Source : [Lean ICT Materials] Forecast Model. Produit par The Shift Project à partir des données publiées par (Cisco, 2017b)]

Impacts environnementaux du numérique

Pour quantifier l'impact du numérique, on peut utiliser des ACVs:



Source: Kaori (<http://www.agencekaori.com/>)

Impacts environnementaux du numérique

La production

La production est **l'étape la plus impactante** du cycle de vie d'un équipement pour trois raisons:

- Eloignement des mines, usines et lieux de distribution
- Beaucoup de matériaux en très faibles quantités
- Traitement polluant

	Fabrication	Utilisation
Energie	29%	71%
Changement climatique (GES)	54%	46%
Eau	61%	39%
Epuisement des ressources (ADP)*	97%	3%

* ADP : Abiotic Depletion Potential

Le pourcentage indique la proportion de l'empreinte environnementale de la phase fabrication ou utilisation au sein de l'empreinte globale tout au long du cycle de vie des équipements concernés.

En rouge, les principales sources d'impact.

Source: Quelle démarche Green IT pour les grandes entreprises françaises ?, de WWF en collaboration avec le club Green IT, 2018

Impacts environnementaux du numérique

L'utilisation

D'après l'ADEME, les mails et les recherches sur Internet provoquent des émissions de gaz à effet de serre.



Source: ADEME, Mike Berners-Lee

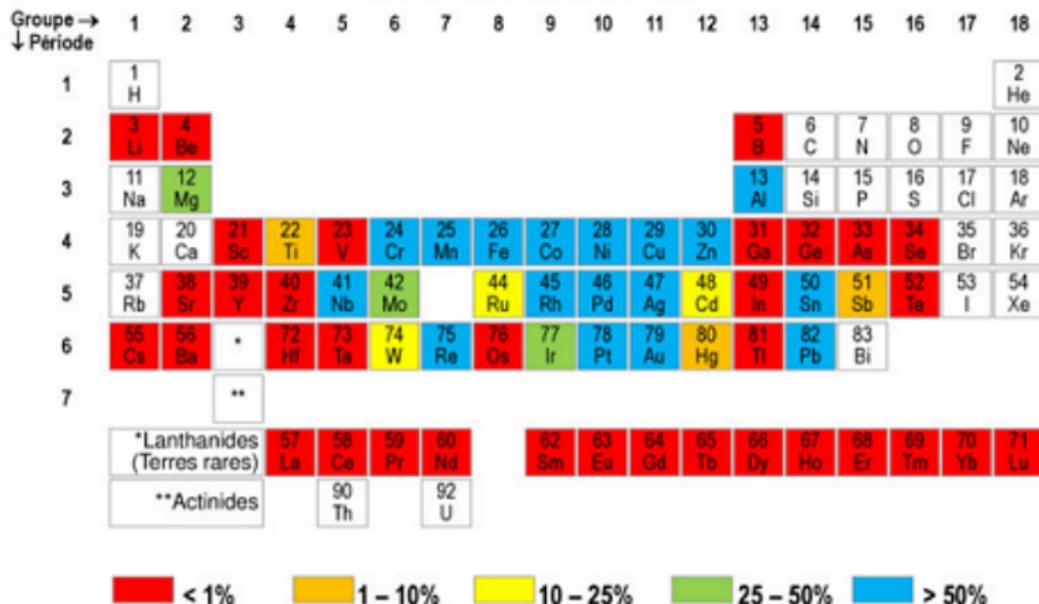
Impacts environnementaux du numérique

La fin de vie



Source: The Global E-Waste Monitor 2020

Taux de recyclage des métaux

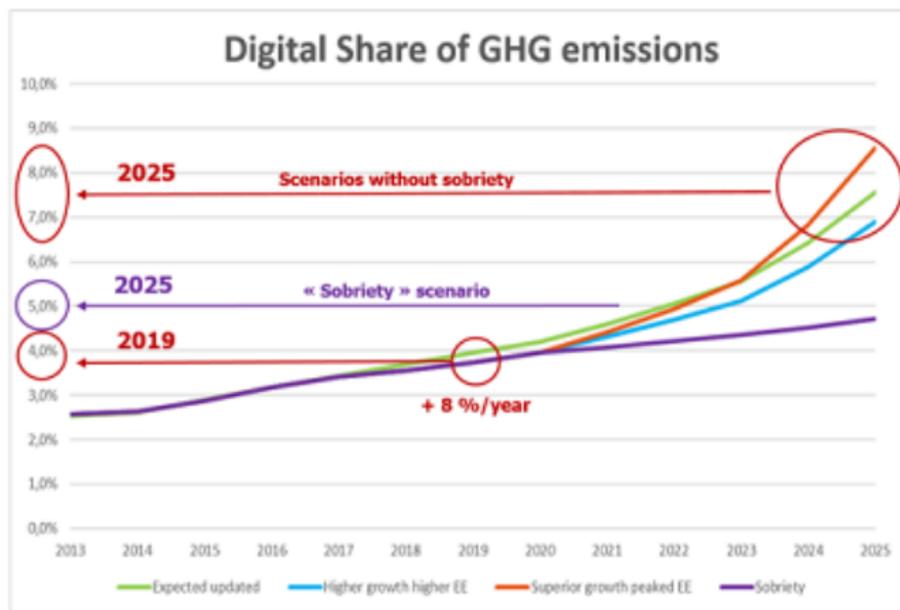


Source : UNEP / Recycling rates of metals 2011

2/3 des métaux ont un taux de recyclage inférieur à 1% pour l'instant...

Croissance du numérique

D'après les tendances actuelles, l'empreinte énergétique du numérique ne tend pas vers une diminution malgré les optimisations énergétiques...



Source: The Shift Project

Plusieurs raisons expliquant cette croissance:

- Explosion du trafic de données
- Popularisation du smartphone et augmentation du nombre de fonctionnalités
- Internet of Things (IoT)
- Intelligence artificielle (IA)

Et deux effets contre-balançant les optimisations énergétiques:

- Effet rebond
- Effet d'accélération

- 1 Le numérique de nos jours
- 2 Le low-tech, concept émergent
 - Différentes définitions
 - Nom ou adjectif?
 - Les trois "catégories de techniques"
- 3 Les gestes "éco-responsables"
- 4 Les techniques plus ou moins low-techs applicables au numérique

LOW - TECH vs HIGH - TECH

Techniques moins avancées vs Hautes technologies de pointe?



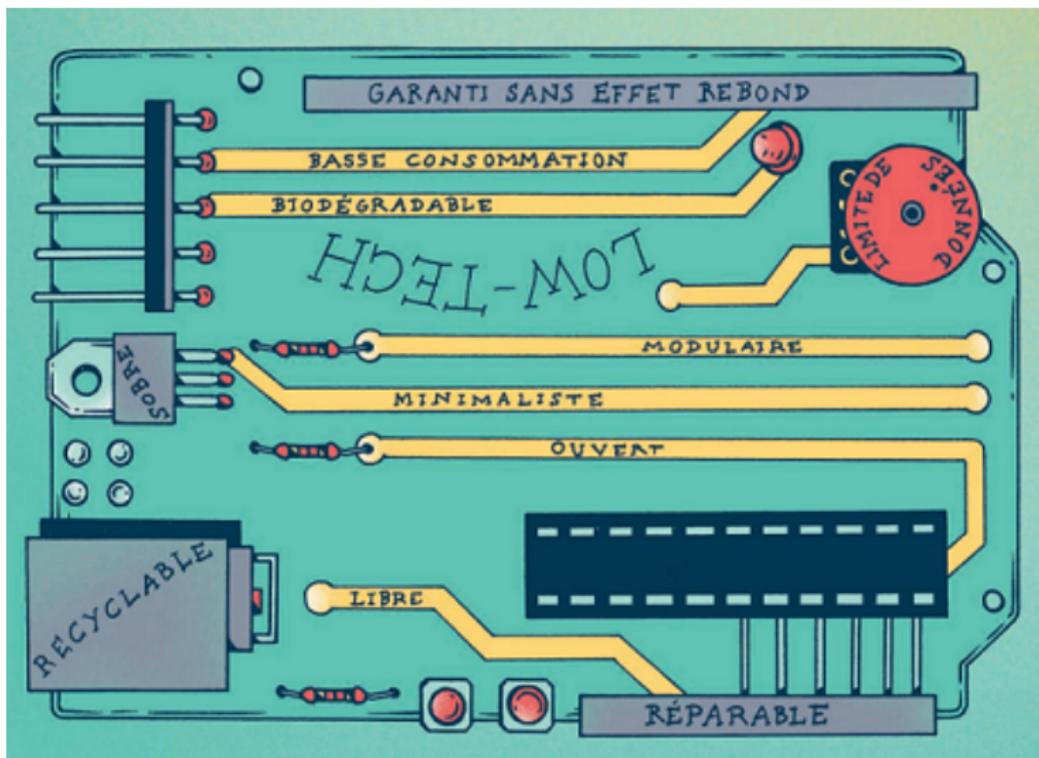
VS



L'objectif du low-tech est-il de freiner l'avancée technologique?

Le concept a plusieurs acceptations dans la littérature. Certaines sources s'en tiennent à l'aspect strictement technique alors que d'autres en proposent une définition extensive.





Source: Marine Joumard, Hors-série Socialter n°6

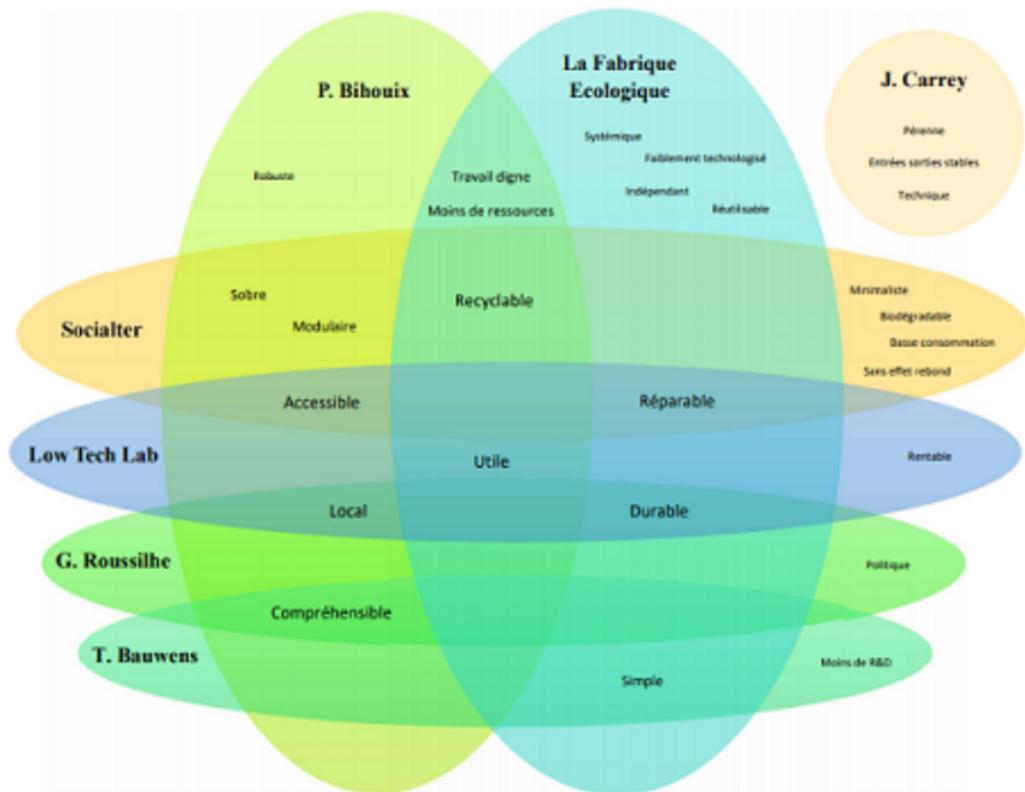


Diagramme mettant en évidence les points communs et différences

Nom ou adjectif?

Le terme low-tech peut être utilisé comme un adjectif (point de vue technique) ou comme un nom commun (point de vue systémique).

D'un point de vue technique, une innovation est low-tech s'il est:



Source: Socio Jam (<http://www.socio-jam.com/blog/2018/11/lowtech.html>)

D'un point de vue systémique, le low-tech vise la pérennité de notre société. Il met donc en cause nos modèles économiques, sociaux et culturels.

Les trois "catégories de techniques"

Au vu des définitions précédentes, il faudrait se questionner sur l'utilité du numérique. Les besoins humains dépendent des sources. La matrice de Max-Neef recense les besoins essentiels sans ordre hiérarchique.

Mais ce n'est pas l'utilité du domaine entier qu'il faut remettre en question mais celle de chaque technologie employée.

Besoins	Être (qualités)	Avoir (choses)	Faire (actions)	Interagir (paramètres)
Subsistance	santé physique et mentale	nourriture, logement, travail	se nourrir, se vêtir, se reposer, travailler	environnement du lieu de vie, conditions sociales
Protection	soin, adaptabilité, autonomie	sécurité sociale, systèmes de santé, travail	coopérer, faire des projets, prendre soin d'autrui, aider	environnement social, logement
Affection	respect, sens de l'humour, générosité, sensualité	amitiés, famille, relations avec la nature	partager , prendre soin d'autrui, exprimer des émotions	intimité, espaces intimes d'unité
Compréhension	capacité de critique, curiosité, intuition	littérature, enseignants, politiques, éducation	analyser, étudier, méditer, investiguer,	écoles, familles, universités, communautés
Participation	réceptivité, dévouement, sens de l'humour	responsabilités, devoirs, travail , droits	coopérer, s'opposer, exprimer des opinions	associations, partis, églises, relations de voisinage
Loisirs	imagination, tranquillité, spontanéité	jeux , partis, paix intérieure	pouvoir rêver, se souvenir, se détendre, s'amuser	paysages, espaces d'intimité, lieux où on peut être seul
Création	imagination, audace, inventivité, curiosité	aptitudes, qualifications, travail, techniques	inventer, construire, concevoir, travailler, composer, jouer	espaces d'expression , ateliers, publics
Identité	sentiment d'appartenance, estime de soi, cohérence	langue, religions, travail, coutumes, valeurs, normes	apprendre à se connaître soi-même, grandir, s'engager	lieux d'appartenance, cadre quotidien
Liberté	autonomie, passion, estime de soi, ouverture d'esprit	égalité de droits	s'opposer, choisir, prendre des risques, développer une prise de conscience	n'importe où

Trois catégories de techniques:

- lower-techs, répondent aux trois critères de durabilité, accessibilité et utilité mais aussi visent à créer une société pérenne.
- candidates, ne suivent pas totalement la définition mais peuvent être source d'inspiration.
- incitatives, tendent à créer une société plus pérenne.

- 1 Le numérique de nos jours
- 2 Le low-tech, concept émergent
- 3 Les gestes "éco-responsables"**
- 4 Les techniques plus ou moins low-techs applicables au numérique

Les gestes "éco-responsables"

Plusieurs objectifs:

- diminuer le nombre de données échangées
- renverser l'effet d'accélération
- rendre le numérique maîtrisable

Ces gestes s'effectuent au niveau: des mails et recherches web, des cookies, historique et publicités, de l'alimentation, du logiciel, de l'espace mémoire...

- 1 Le numérique de nos jours
- 2 Le low-tech, concept émergent
- 3 Les gestes "éco-responsables"
- 4 Les techniques plus ou moins low-techs applicables au numérique
 - Limiter la fabrication de nouveaux équipements
 - Architecturer le réseau de façon pérenne
 - Développer un numérique éco-conçu et accessible
 - Héberger ses données durablement
 - Construire des équipements avec moins d'impacts environnementaux

Limiter la fabrication de nouveaux équipements

Allongement de la durée de vie

Obsolescence: évolution qui tend à rendre quelque chose périmée d'après le CNRTL (. [https://www.cnrtl.fr/definition/obsolescence.](https://www.cnrtl.fr/definition/obsolescence)).

Il existe plusieurs types d'obsolescence:

- technique
- notifiée
- par incompatibilité
- esthétique (ou psychologique)
- "écologique"



Produits	Avantages	Inconvénients
Fairphone	Modulaire, réparable	Longs trajets, fabrication avec impacts, coût élevé, grand écran
Why!	Réparable, logiciels open-source	Fabrication avec impacts, coût élevé
Lightphone II	Minimaliste	Fabrication avec impacts, pas recyclable, coût très élevé
Framework	Modulaire, réparable	Fabrication avec impacts, pas recyclable

Comparaison entre 4 terminaux

Trouvez le professionnel qu'il vous faut

119785 professionnels

pour partager, acheter d'occasion, réparer, donner, revendre...

Je veux

Choisir un besoin



emprunter

prêter

louer

mettre en location

acheter d'occasion

réparer

un(e)

Choisir une catégorie



Rechercher

Vous êtes u

s inscrire, modifier ou supprimer votre fiche annuaire : [accéder à votre espace](#)



Plusieurs techniques incitatives dont
ifixit (<https://fr.ifixit.com/>) et Longue

vie aux objets
(<https://longuevieauxobjets.gouv.fr/conommer-autrement/louer>)

Limiter la fabrication de nouveaux équipements

Recyclage des matériaux et équipements

Pour réduire l'extraction des matières premières, on peut recycler.



L'organisme Ecologic recycle les DEEEs ménagers et professionnels. Mais il ne privilégie pas le réemploi quand c'est possible...

Limiter la fabrication de nouveaux équipements

Réutilisation des équipements

Alors que le recyclage est coûteux et presque aussi polluant que la fabrication, le réemploi est une alternative plus soutenable.



D'après une étude (Source: Zombie/Comatose Servers Redux, 2017 [J. Koomey, J. Taylor]), 1/3 des serveurs d'une entreprise sont dits "comateux" (ou zombies).

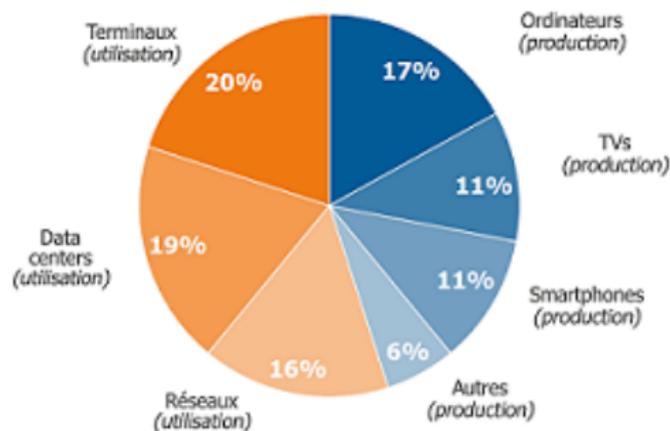
Par exemple, Emmaüs Connect

(<https://emmaus-connect.org/>) redonne et/ou revend des terminaux.

Architecturer le réseau de façon pérenne

Réseaux sans fil low-techs

Certes, la partie réseau n'est pas la plus consommatrice.



Distribution de la consommation énergétique du numérique par poste pour la **production** (45 %) et l'**utilisation** (55 %) en 2017

[Source : Lean ICT, The Shift Project 2018]

90% de la consommation électrique du réseau vient de la boucle locale.
En effet, le coeur est principalement constitué de fibres optiques.

Plus de la moitié de la planète est connectée sur la toile

Estimation du nombre d'utilisateurs d'Internet pour 100 habitants par région en 2019



* Communauté des États indépendants : entité intergouvernementale composée de 9 des 15 anciennes républiques soviétiques dont la Russie.

Source : Union internationale des télécommunications



statista

Un réseau low-tech devrait être durable, accessible et utile.

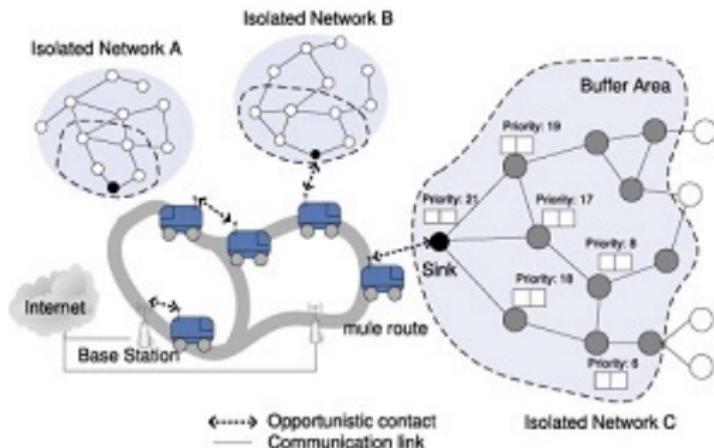
Les réseaux DIY peuvent être considérés comme techniques lower-tech car sont plus accessibles, maîtrisables et renforcent l'esprit communautaire.



Un homme installant un noeud dans le réseau Guifi 

Les DTNs sont des réseaux tolérants au délai.

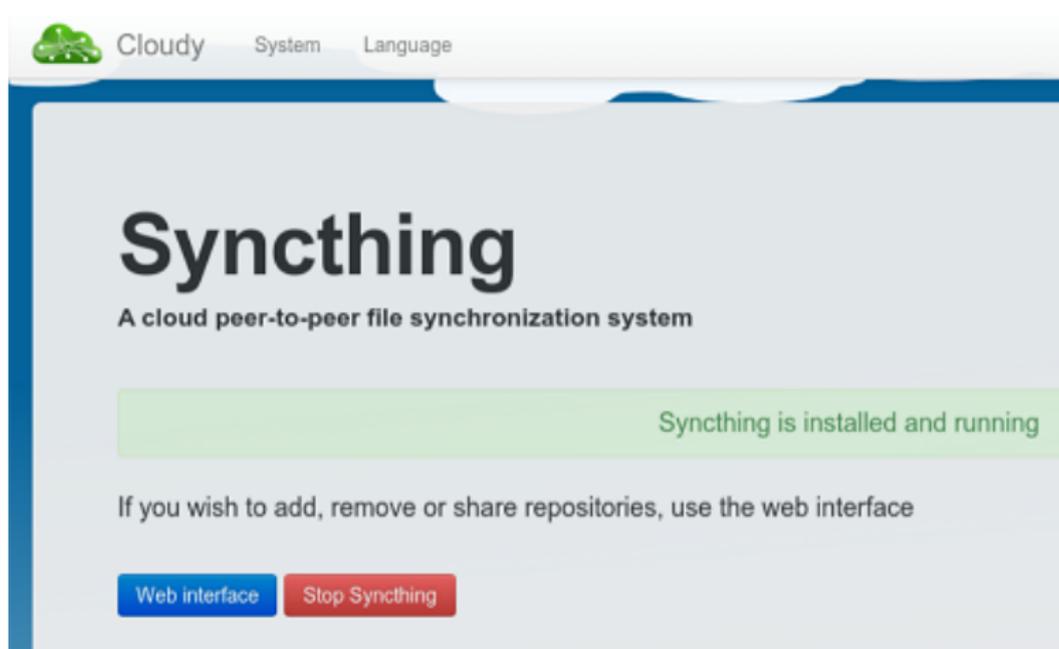
Les data mules sont des moyens de transport munis d'une antenne Wifi. ils transportent "physiquement" les données à échanger. Par contre, il ne faudrait pas qu'un réseau de véhicules soit déployé juste pour cette tâche...



Source: Opportunistic data collection for disconnected wireless sensor networks by mobile mules [Y.Tseng, F.Wu, W.Lai]

Le sneakernet, lui, se base sur des espaces de stockage comme les clés USB ou les disques durs.

Cloudy (<https://cloudy.community/>) est un cloud open-source utilisé dans le cadre du réseau Guifi. Mais ce n'est pas une technique lower-tech car on ne sait pas si l'application est éco-conçue ou non.



Capture d'écran de la démonstration de Cloudy

Architecturer le réseau de façon pérenne

Alimentation des infrastructures

Dans le cadre du projet HopScotch, un réseau entièrement indépendant des réseaux d'électricité et alimenté en énergies solaire et éolienne fut créé.



Source: "WindFi" - A Renewable Powered Base Station for Rural Broadband [C. McGuire, M.Brew, F.Darbari, S.Weiss, R.Stewart]

Plus il y aura de données à stocker, plus il faudra fabriquer de nouveaux équipements. Donc, il faut réduire le poids des données sur Internet.

Plusieurs concepts se développent:

- Green IT
- Eco-conception

Développer un numérique éco-conçu et accessible

Design de sites low-techs

- Réduction du nombre et/ou du poids des images et vidéos



Source: Low Tech Lab

- Suppression des cartes interactives



RÉPARTITION PAR CONTINENT

Afrique (92 projets)



Source: Low Tech Lab

- Suppression des polices et logos implémentés, des publicités et cookies

LOW ← TECH MAGAZINE

Source: Solar Low-tech Magazine

- Utilisation d'un logiciel d'analyse moins lourd que Google Analytics

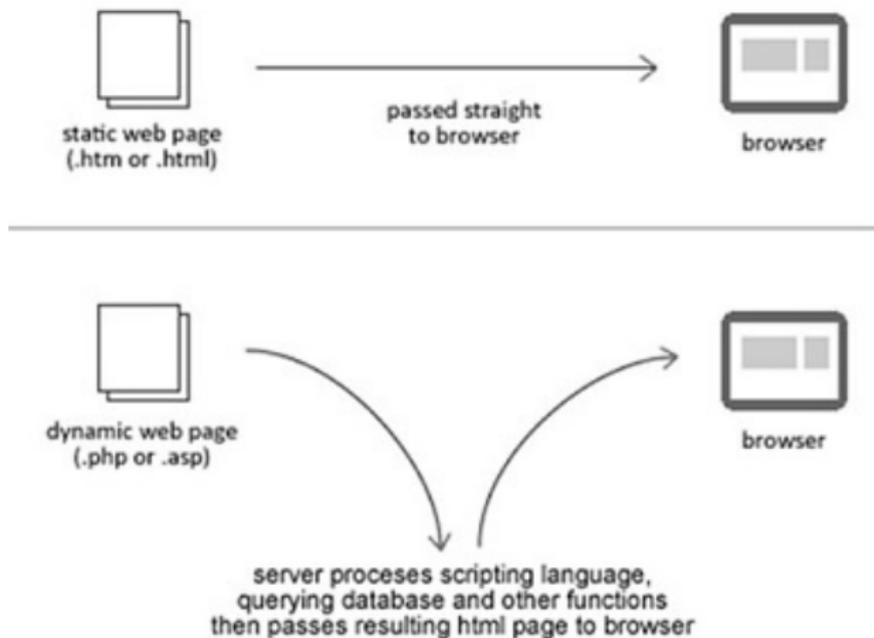
The screenshot displays the Plausible website interface. On the left, the Plausible logo is at the top, followed by the text "Privacy-friendly alternative to Google Analytics". Below this, three features are listed with icons: "Lightweight" (lightning bolt), "Cookie-free" (shield), and "Open source" (lock). On the right, an analytics dashboard is shown with three summary cards: "UNIQUE VISITORS 2.1k +42%", "TOTAL PAGEVIEWS 8.3k +38%", and "BOUNCE RATE 56% +4%". Below these is a line graph showing traffic over time. At the bottom right, there are two tables: "Top Referrers" and "Top Pages".

Referrer	Visitors
opensource.builders	538
infohackers.com	134
Google	123
GitHub	98
builtwithtalwind.com	89
ghost.org	62
Twitter	47
journal.plausible.io	16

Page url
/
/plausible.io
/login
/settings
/register
/blog/
/blog/new
/blog/february-2020-recap

- Minimisation des fichiers JS et CSS pour réduire le nombre de requêtes

- Site statique préférable au site dynamique



Source: Linformatique.org

txti (<https://txti.es/>) génère des sites minimalistes:

txti

Fast web pages for everybody.

[What is txti?](#)

[How to use txti](#)

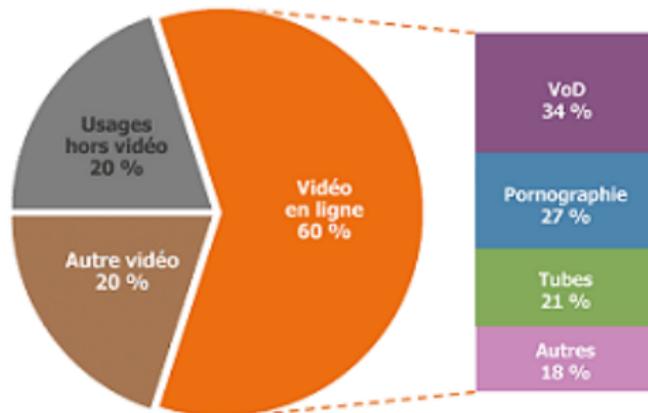
Create a txti

Title

Content

Développer un numérique éco-conçu et accessible

Sobriété de consommation



Répartition des flux de données en ligne entre les différents usages du numérique et de la vidéo en ligne en 2018 dans le monde

[Source : The Shift Project 2019 - à partir de (Sandvine 2018), (Cisco 2018) et (SimilarWeb 2019)]

Il faudrait tendre vers une sobriété de "consommation des données".

Minimal (<http://minimal.aupya.org/>) est une extension de navigateur qui supprime les techniques de captation des sites.



Source: Minimal.aupya

Héberger ses données durablement

Tendance des "hébergeurs verts"

Il convient de différencier les hébergeurs qui alimentent leurs serveurs avec des énergies renouvelables de ceux qui se basent sur la compensation.

Le site de la fondation Green Web donne une liste des "hébergeurs verts" (<https://www.thegreenwebfoundation.org/directory/>).

Techniques candidates:

- Infomaniak
- Stratosfair

Héberger ses données durablement

Décentralisation d'Internet

Les GAFAM gèrent la plupart des services en ligne. Certains organismes ont donc décidé de développer des (auto-)hébergements locaux.

CHATONS et mytinyDC sont des techniques lower-techs.



Source: mytinyDC, Baskar Photography

Yunohost (<https://yunohost.org/>) facilite l'auto-hébergement.

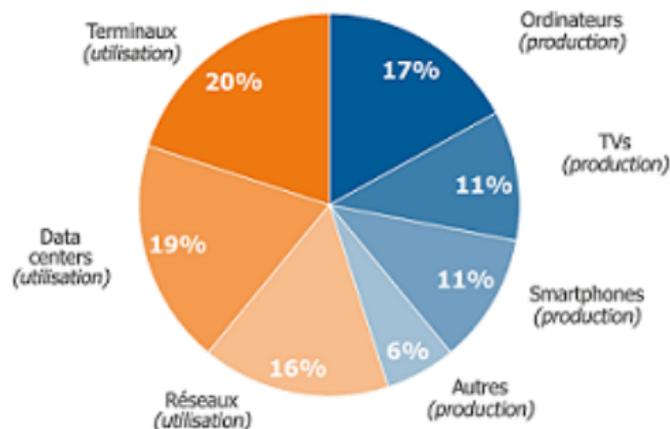
With **YunoHost**, you can easily manage a server for your friends, association or enterprise. [Learn more](#)



Source: Yunohost

Construire des équipements avec moins d'impacts environnementaux

Consommation électrique des data-centers



Distribution de la consommation énergétique du numérique par poste pour la **production** (45 %) et l'**utilisation** (55 %) en 2017

[Source : Lean ICT, The Shift Project 2018]

Le refroidissement d'un serveur représente 40% (d'après lebigdata.fr) de sa consommation électrique.

Il existe deux grandeurs pour évaluer l'efficacité énergétique d'un serveur:

$$\text{PUE} = \frac{\text{consommation énergétique totale}}{\text{consommation énergétique des serveurs}}$$

$$\text{ERE} = \frac{\text{consommation énergétique totale} - \text{énergie réutilisée}}{\text{consommation énergétique des serveurs}}$$

L'ERE met en évidence la capacité d'un data-center à réutiliser l'énergie, et non à avoir des serveurs efficaces énergétiquement. L'ERE se rapproche de la compensation écologique.

De nombreuses solutions pour l'instant comme l'implantation de serveurs dans des climats naturellement froids (dans la mer ou près d'eau très froide). Mais on ne connaît pas l'impact qu'a l'eau chauffée réinjectée dans la mer.



Source: Google

Best Practice Guidelines for the EU Code of Conduct on Data Centre Energy Efficiency, recense les méthodes permettant de réduire leur consommation énergétique: installation d'ailes chaudes/froides, instaurations de "dates de péremption" pour les données, free cooling...

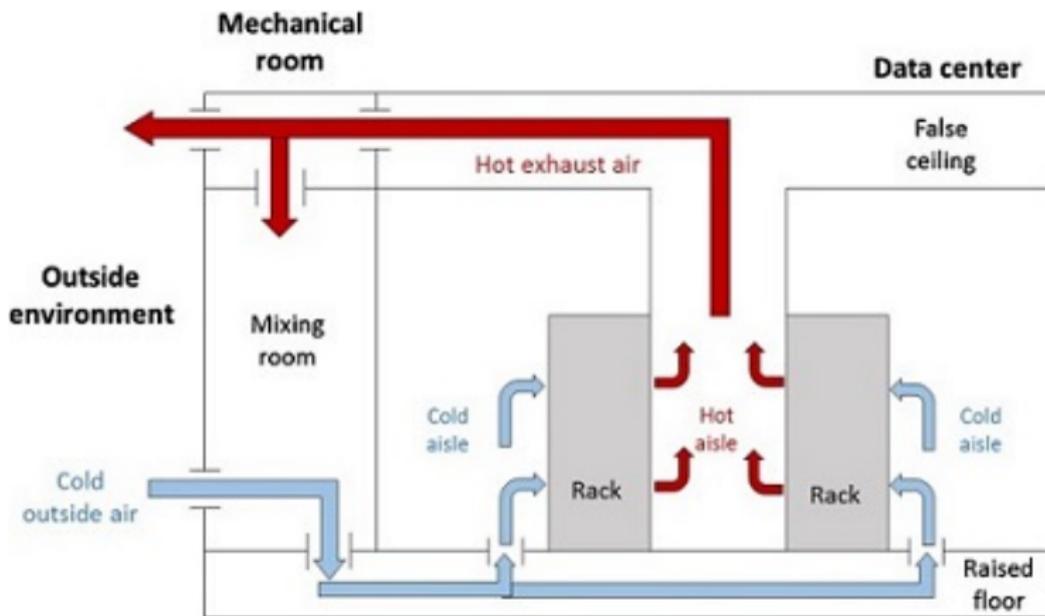
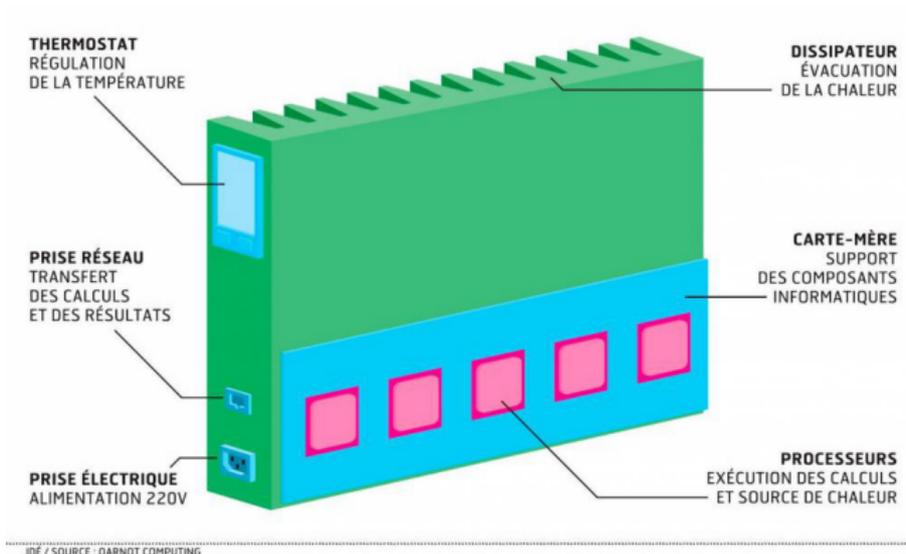


Schéma de fonctionnement du free cooling

Source: A review of thermal management and innovative cooling strategies for data center, 2018 [C.Nadjahi, H.Louahlia, S.Lemasson]

Une autre technique candidate: chauffage dit numérique (Qarnot et Stimergy)



Construire des équipements avec moins d'impacts environnementaux

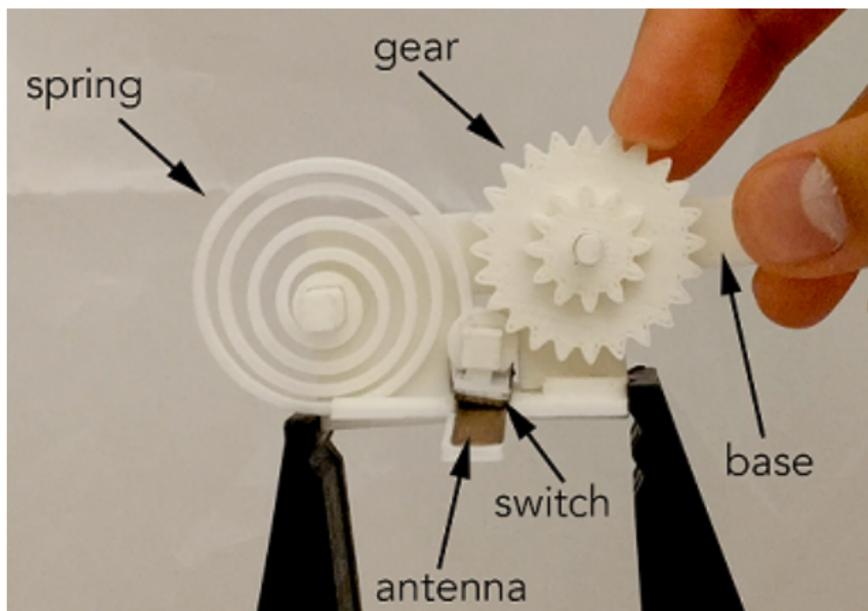
Terminaux moins énergivores

Le Raspberry Pi est souvent considéré comme la base de l'ordinateur low-tech car consomme peu et n'a pas besoin de ventilation. Pourtant, sa fabrication et son recyclage n'ont pas d'impacts réduits sur l'environnement.



Olimex est une alternative, plus maîtrisable car open-source.

Le Printed Wifi permet d'envoyer des données sans électronique. Mais les objets sont à base de plastique qui est un matériau non renouvelable.



Source: 3D Printing Wireless Connected Objects, 2017 [V.Iyer, J.Chan, S.Gollakota]

L'informatique inexacte permet de réduire la consommation énergétique des équipements.



Normal



Erreur de 0,54%



Erreur de 7,58%

Source: Rice University/CSEM/NTU

La dernière version consomme 15 fois moins.

Il est plus judicieux de parler de numérique *lower-tech*. Ce numérique tendrait vers l'idéal du low-tech théorique.

Il serait fondé sur des performances moindres et des équipements durables et maîtrisables.

Sur les impacts environnementaux du numérique:

- Empreinte environnementale du numérique mondial de GreenIT
https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf
- Lean ICT - Pour une sobriété numérique du Shift Project
<https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>
- 2016 World's worst pollution problems de Green Cross
https://www.greencross.ch/wp-content/uploads/uploads/media/pollution_report_2016_top_ten_wwpp.pdf
- The Global E-waste Monitor 2020 de United Nations University
http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/12/GEM_2020_def_dec_2020-1.pdf

Sur le low-tech:

- L'Âge des Low-Tech Vers une civilisation techniquement soutenable de Philippe Bihouix
- Low-tech Lab <https://lowtechlab.org/fr/la-low-tech>
- La recherche scientifique en low-tech : définition, réflexions sur les pistes possibles, et illustration avec un projet de métallurgie solaire de Julain Carrey et Sébastien Lachaize
- L'avenir sera low-tech, Socialter Hors-série n°6
- Une erreur de "tech" de Gauthier Roussilhe
<http://www.gauthierroussilhe.com/post/erreur-tech.html>
- Vers des technologies sobres et résilientes – Pourquoi et comment et développer l'innovation " low-tech " ? de la Fabrique Ecologique <https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2019/04/Note-31-Low-Tech-VF-1.pdf>

Sur les bonnes pratiques du numérique:

- Référentiel Green-IT les 65 bonnes pratiques clés de l'INR
<https://institutnr.org/wp-content/uploads/2020/06/2020-v3-65-bonnes-pratiques-greenit.pdf>
- Feuille de route sur l'environnement et le numérique de CNNum
<https://cnnumerique.fr/files/2020-07/CNNum%20-%20Feuille%20de%20route%20sur%20l%27environnement%20et%20le%20numerique.pdf>
- Best Practices Guide for Community Network de netCommons
https://netcommons.eu/sites/default/files/d4.5_v1.0.pdf
- Advances in Delay-tolerant Networks (DTNs) Architecture and Enhanced Performance de Joel J.P.C. Rodrigues
- Best practices d'ecometer <http://www.ecometer.org/rules/>
- Les 115 bonnes pratiques du Collectif Conception Numérique Responsable https://collectif.greenit.fr/ecoconception-web/115-bonnes-pratiques-eco-conception_web.html
- How to build a low-tech website: Software and Hardware de Homebrewserver.club
<https://homebrewserver.club/low-tech-website-howto.html>