

les problèmes environnementaux de la terre d'innovation et de partage

Marc Chantreux

Renater
23 Rue Daviel,
75013 Paris

1 Prologue : L'article dont vous êtes le héros

Depuis nos DSI et autres organismes impliqués dans la production de biens et services numériques, nous fournissons aux usagers des outils qui ont permis d'accéder toujours plus rapidement, confortablement, intuitivement, ludiquement à toujours plus de services permettant des jouissances de toutes sortes. Nous leur avons permis de dépasser des limites spatiales, temporelles, cognitives et sociales, d'étendre leurs cerveaux en les dotant d'une mémoire qui nous semble illimitée. La satisfaction de l'utilisateur est une source de fierté en plus d'assurer une position sociale et financière. Érigée en diktat et au détriment de toute autre considération (rationalité des systèmes d'information, coût énergétiques entre autres...) cette seule satisfaction nous a poussés à utiliser chaque nouveau gain de performance que nous procurait la réalisation de la loi de Moore¹ en nouvelle source de jouissance numérique.

Un marché de l'informatique basse consommation existe de longue date mais il n'a intéressé à ma connaissance que les seuls technophiles : des logiciels plus puissants et attractifs ont poussé les consommateurs à l'achat d'ordinateurs de plus en plus puissants, les forçant à renouveler régulièrement leur matériel en choisissant les processeurs de dernière génération. Ce phénomène² n'est en rien spécifique au numérique.

Nous avons certes contribué à un bond formidable de l'humanité. Nous ne faisons en cela que vérifier la certitude que notre culture toute entière nous a poussés à ne jamais remettre en question : notre espèce jouit d'une évolution permanente d'une technologie qui vient à bout de toutes les contraintes matérielles. Dès notre enfance, la fiction nous proposait une extension d'une réalité extraordinaire : les premiers pas de l'homme sur la lune ne seraient que les prémices d'une conquête spatiale dans laquelle :

- l'énergie et l'accès aux matières premières semblaient infinies ;
- nous entretenions des conversations avec des ordinateurs d'une intelligence comparable à la nôtre et où, s'il advenait que la terre soit à ce point transformée par l'homme qu'elle devienne inhabitable, nous pourrions terraformer une autre planète.

La technologie a rempli nos vies de gadgets qui semblent confirmer nos intuitions (comme les espions électroniques que nous plaçons dans nos maisons pour pouvoir parler à la télévision, demander l'heure ou la météo).

Les plus technophiles s'abreuvent de flux d'informations qui nous annoncent un futur proche peuplé :

- d'hommes volants³ ;
- de voitures autonomes ;

1. ("Loi de Moore," n.d.)

2. ("Paradoxe de Jevons," n.d.)

3. ("Flyboard," n.d.)

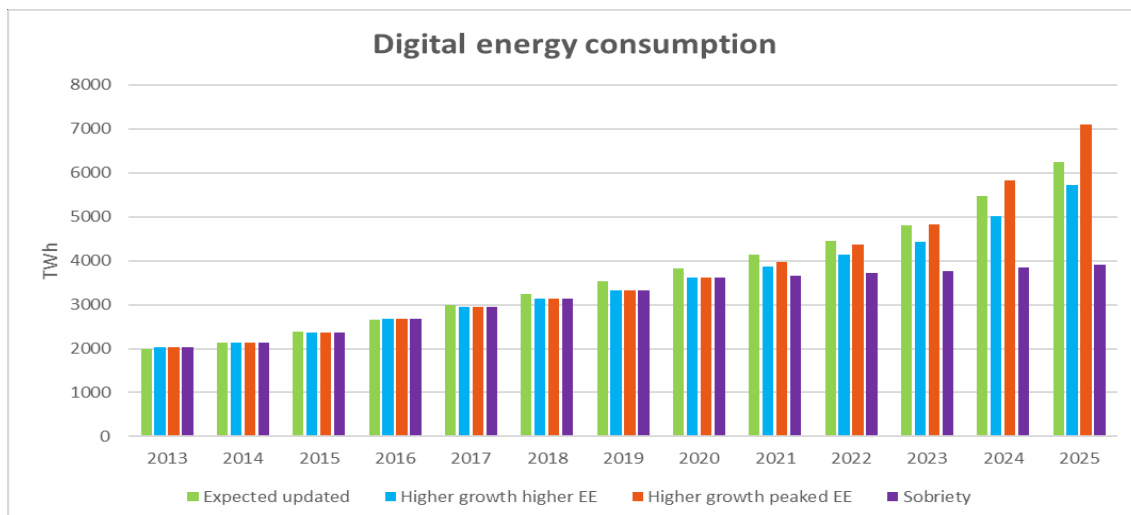


Figure 1 - projection de consommation d'énergie (hors énergie grise) liée au numérique jusqu'en 2025 produit par le shift project

- d'objets connectés qui interagiront pour augmenter notre réalité avec des composants graphiques inspirés des meilleurs jeux vidéo ;
- d'une réinvention de la démocratie et de l'économie de marchés grâce à la blockchain ;
- d'intelligences artificielles qui nous remplaceront avantagement ou nous assisteront dans toutes nos tâches intellectuelles, diagnostiquant plus sûrement que les médecins,⁴ anticipant la pensée du développeur pour écrire le code à sa place⁵ et découvrant des stratégies en jouant à des jeux que nous pratiquons depuis des siècles⁶ ;
- de tous ces avancées qui confirment notre foi dans une technologie qui servira l'élévation de l'humanité.

Il n'y a plus qu'à demander à HAL⁷ des idées pour redonner foi en l'avenir à tous ces jeunes qui descendent dans la rue afin de quémander un futur, anxieux de voir le tableau se noircir à chaque nouvelle annonce sur les effets du réchauffement climatique. S'il n'a rien perdu de son sang froid, il se mettra probablement lui-même hors tension, première intelligence artificielle à commettre un suicide.

Car tout porteur de solution qu'il puisse être, HAL fait avant tout partie du problème : en consommant de l'énergie, il participe à la transformation de combustibles fossiles (dont nous allons manquer) en CO₂ (qui rend notre atmosphère impropre à notre survie). Il faut mettre HAL hors tension si nous voulons sauvegarder une partie de notre qualité de vie.

Dans l'étude "The unsustainable use of online video"⁸, on peut lire que le numérique représente 4% de nos rejets de gaz à effets de serre (déjà plus que l'aviation civile) avec un taux de croissance de 9% par an. Dans son étude sur la sobriété numérique,⁹ on trouve ce graphique qui montre que même en appliquant le plan de sobriété proposé, nous ne ferons que ralentir la croissance du phénomène (le numérique polluera plus en 2025 qu'aujourd'hui).

La menace est pourtant là : les vagues de chaleur pourraient faire 150.000 morts par an à la fin du siècle¹⁰

4. ("Watson Health: Get the Facts," n.d.)

5. ("I Tested All Intelligent IDEs," n.d.)

6. ("AlphaGo, Locked Strategies, and Eco-Cognitive Openness," n.d.)

7. ("HAL," n.d.)

8. ("Unsustainable Use of Online Video," n.d.)

9. ("Rapport Shift Project Lean It," n.d.)

10. ("Increasing Risk over Time of Weather-Related Hazards to the European Population : A Data-Driven Prognostic Study," n.d.)

et l'échec d'une transition énergétique provoquerait l'effondrement de notre civilisation. C'est l'hypothèse de départ de la collapsologie¹¹ et le scénario auquel se préparent les survivalistes.¹² Les plus pessimistes se préparent selon leurs moyens¹³ et appellent les pouvoirs publics à se préparer aux conséquences du changement climatique plutôt que de croire encore en une stabilisation de la situation. La chronique "d'un effondrement à l'autre"¹⁴ revient sur les nombreuses réactions suscitées par "What if we stop pretending,"¹⁵ la lettre ouverte de l'influent Jonathan Franzen.¹⁶

Dans un tel contexte, pendant numérique du Flygskam¹⁷ pourrait bien apparaître : nos activités numériques les plus courantes paraîtront aussi obscènes que l'est aujourd'hui l'idée qu'une personne bien portante se serve d'un véhicule tout-terrain pour parcourir les 150 mètres qui le séparent de la boulangerie (alors que nous ne sommes qu'à quelques décennies à peine du tout-bagnole).

Sauver la planète (ou plutôt l'écosystème actuel, la branche sur laquelle est assise tout le vivant en général et l'humanité en particulier) devient pour beaucoup, chacun à sa manière, un engagement quotidien.

Pour devenir locavore et végétarien, recycler, installer des toilettes sèches, privilégier les transports en communs, il n'y aura que quelques règles simples à assimiler : le reste est affaire de volonté et d'organisation. Le geste écolo numérique est quand à lui plus compliqué à acquérir : il exige de l'utilisateur de comprendre dans les grandes lignes les interactions de systèmes complexes et hétérogènes et pour identifier celles qui seront énergivores. Même pour un technicien, ce travail est parfois difficile.

Un exemple : à quel moment faut-il préférer un client de messagerie au webmail ? si la réponse est évidente sur son poste de travail, elle est contrainte par de nombreuses questions techniques lors d'utilisation occasionnelle d'autres terminaux : le protocole utilisé (ne pas perdre du courriel avec POP3), de la capacité du client IMAP à ne pas synchroniser toute la boîte, du nombre d'usages qui va être fait de cette messagerie sur le terminal . . .

Si le problème n'est pas systématique, la profusion des usages nous forcent souvent à produire des réponses dont la complexité démotive les utilisateurs. Il nous incombe de trouver les réponses les plus simples possibles et de construire une offre logicielle capable d'aiguiller nos utilisateurs vers les comportements les moins énergivores.

Si à titre professionnel ou personnel, nous sommes impliqués dans le développement, l'architecture, le support ou l'exploitation d'un service numérique, nous devenons à la fois les fournisseurs et les consommateurs de ce rêve et de ses implications. Nous avons rendu les fondements de notre société et une grande majorité de nos concitoyens toujours plus dépendants d'applications. Nous avons permis des usages qui vont parfois bien au-delà du simple confort (enjeux démocratiques, sécurité, médical, . . .). Renoncer à ces acquis sera d'autant plus difficile que les enjeux nous échappent par leur complexité et leurs proportions. Tout cela semble d'autant plus lointain et imperceptible que les acteurs économiques actuels pèsent de toutes leur force de communication pour minimiser le lien entre nos addictions et l'agonie de la biosphère. Les éditeurs et constructeurs se gardent bien de vous dire que les datacenters qui fourniront les services disponibles sur votre nouveau terminal participent par exemple à la décapitation de montagnes américaines desquelles on extrait du charbon (voir les images des montagnes décapitées pour alimenter le datacenter d'Apple dans le documentaire "internet : la pollution cachée."¹⁸

Nous avons été les chevilles ouvrières de possibles auxquels il va falloir renoncer et trouver le courage de prôner une sobriété numérique à contre-courant de la *doxa* actuelle. Nous allons devoir convaincre, dans un environnement professionnel ou le somptuaire est la norme et la demande. L'idée est intimidante

11. ("Collapsologie," n.d.)

12. ("Survivalistes," n.d.)

13. ("Doomsday Prep for the Super-Rich," n.d.)

14. ("D'un Effondrement à L'autre," n.d.)

15. ("What If We Stop Pretending," n.d.)

16. ("Jonathan Franzen," n.d.)

17. ("Flygskam," n.d.)

18. ("Internet : La Pollution Cachée," n.d.)

et décourageante au premier regard mais nous pouvons semer les germes d'une éthique et des pratiques qui, si elles sont suffisamment adoptées, permettront peut-être d'avoir d'ici cinquante ans les ressources énergétiques qui nous permettent de tenir jusqu'à une transition énergétique crédible tout en épargnant à l'atmosphère terrestre les quelques tonnes de CO₂ de trop.

Et si malheureusement nous loupions cette opportunité et que l'humanité devait durablement plonger dans des conditions de survie, nous aurons au moins permis à une partie de la population de comprendre et utiliser une informatique de résilience. Il faut rappeler que produire de nouveaux outils numériques ne suffit pas : contribuer à leur adoption sera probablement le gros du travail.

Pensons à nos enfants et disons-nous que quelque soit l'issue de cette bataille, la plus triste des défaites serait de se dire que nous n'avons rien fait. Nous ne pouvons ni nous taire, ni baisser les bras.

2 Les mécaniques de la pollution

Les experts rappellent régulièrement qu'une grande partie de leurs données sont des estimations et des projections mais le manque de preuve ne doit pas faire oublier les intimes convictions d'experts qui consacrent leurs vies à l'analyse du phénomène depuis les années 70. On peut discuter de la pertinence des chiffres et des protocoles : s'en tenir aux tendances et aux ordres de grandeurs suffit désormais à se faire une image claire du problème.

Cette image a forgé mes convictions sur la nécessité et l'urgence d'une réponse aux problèmes de la pollution numérique.

2.1 Rien n'est nouveau

Ce serait une erreur de penser que les catastrophes qui nous étaient déjà annoncées dans les années 80 et déjà moquées ou ignorées à l'époque¹⁹ seraient dû à l'alarmisme d'une communauté scientifique en manque d'attention.

Le rapport Meadows,²⁰ rendu au cercle de Rome en 1972 est une bonne illustration d'un modèle World3⁽²¹⁾ qui a été toujours débattu sur un plan théorique, dont la précision a été régulièrement améliorée, mais dont les conclusions et les échelles de temps n'ont pas vraiment varié. Toujours pas de preuve formelle, certes ... mais puisque la réalité conforte les prédictions du modèle depuis déjà 5 décennies, il est tout à fait probable qu'il soit encore correct pour la décennie qui vient.²²

Les faits énoncés plus loin ne font que démontrer la qualité des prédictions et des modèles. Les effets incidents constatés sont systématiquement ajoutés à ces modèles qui ne font que confirmer (ou accélérer) des conclusions qui n'ont globalement pas varié. Ce que nous percevons déjà comme des désagréments, ce sont les premiers signes de catastrophes qui sont annoncées par des modèles de plus en plus fiables.

2.2 les sources

La littérature scientifique constitue la source la plus légitime d'information mais sa densité et sa spécialisation ne permettent pas de se faire une idée des problèmes dans un temps raisonnable. D'un autre côté, les organismes qui compilent ces données scientifiques compilent des sources différentes avec des degrés divers de mise à jour. Le tableau et les conclusions sont généralement similaires. Aussi ai-je choisi de conserver en priorité les analyses et conclusions d'organismes qui :

19. dans "les arènes de l'info", le guignol de Johnny Halliday jetait des glaçons dans les rivières pour sauver la banquise en 1994

20. ("Rapport Meadows: The Limits of Growth," n.d.)

21. ("World3 Model," n.d.)

22. ("Is Global Collapse Imminent?" n.d.)

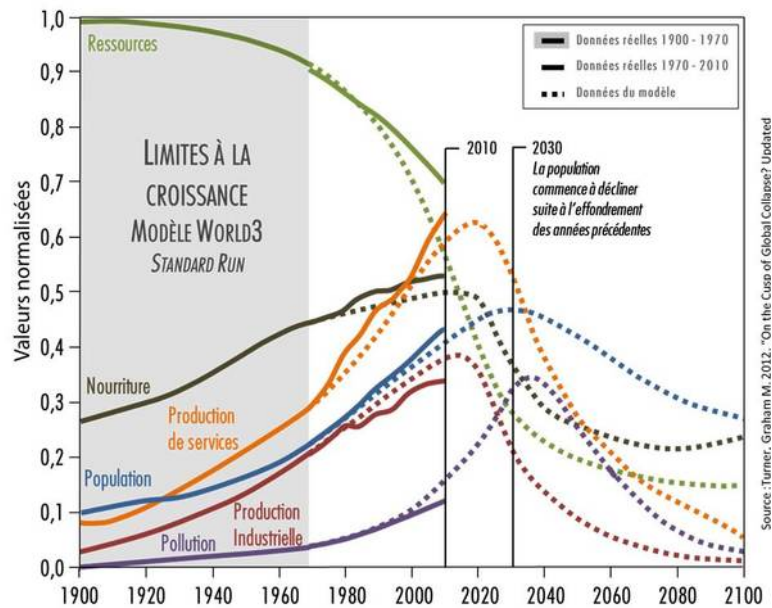


Figure 2 - prévisions de world3 et données réelles observées conforme aux prévisions

- ont l'oreille de nos politiques et particulièrement :
 - le shift project²³ : le président²⁴ est membre du cabinet d'experts Carbone4²⁵ et a été entendu par le sénat.²⁶ La vidéo de l'audition est disponible sur sa chaîne youtube.²⁷
 - l'ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie²⁸
- sont issus de la communauté ESR française dont
 - la chaîne youtube "le réveilleur"²⁹ dont l'auteur a préparé sa thèse ("Tel-01668439," n.d.) à l'ETIS.³⁰
 - Ecoinfo³¹

2.3 Bienvenue dans l'anthropocène

Régulièrement, un évènement majeur provoque un changement significatif de l'écosystème terrestre. S'ouvre alors une nouvelle "époque géologique". L'Holocène a commencé il y a 11 700 ans, lors de la fin de la dernière glaciation et nous sommes en train d'y mettre fin : l'activité humaine a modifié assez significativement l'écosystème pour que les géologues parlent maintenant d'Anthropocène (âge de l'homme).³² Parmi les conséquences, on trouve notamment une extinction de masse, la sixième que la terre aie connue.³³

Voici en résumé ce qu'il faut en retenir pour le sujet de cet article :

23. ("Shift Project," n.d.)
 24. ("Jean-Marc Jancovici," n.d.)
 25. ("Carbone4," n.d.)
 26. ("Commission d'enquête Sur Le Coût Réel de L'électricité Afin d'en Déterminer L'imputation Aux Différents Agents économiques," n.d.)
 27. ("La Vidéo de L'audition," n.d.)
 28. ("Agence de L'Environnement et de La Maîtrise de L'Énergie," n.d.)
 29. ("Le Réveilleur," n.d.)
 30. ("ETIS," n.d.)
 31. ("Le GDS (Groupe de Service) Ecoinfo," n.d.)
 32. ("Anthropocène," n.d.)
 33. ("Sixième Extinction de Masse," n.d.)

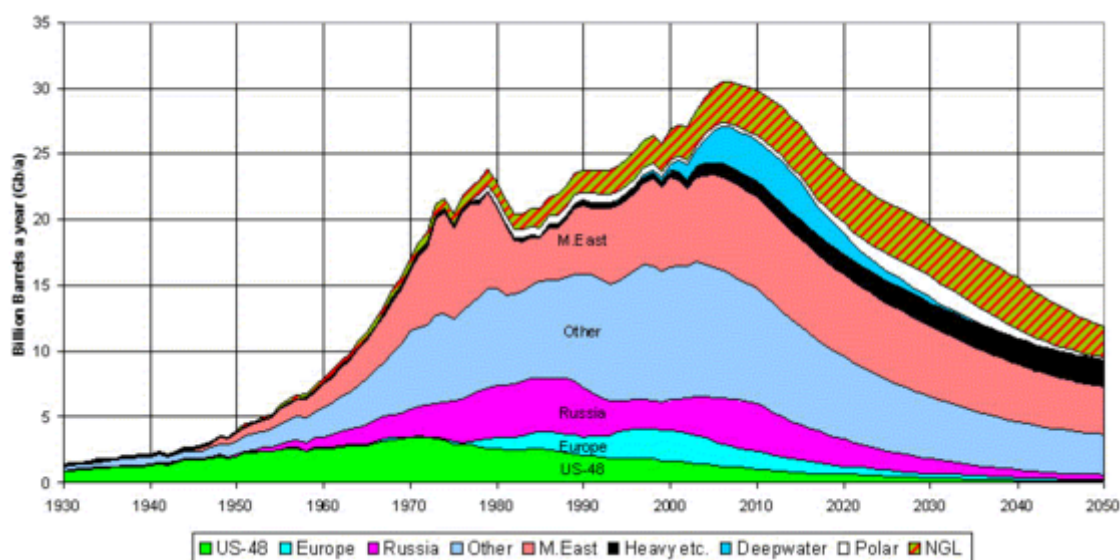


Figure 3 - production de pétrole en milliards de barils, mesurée et projetée dans

- l'impact des activités de l'homme s'accroît à mesure que nous sommes de plus en plus nombreux à consommer toujours plus³⁴ ;
- les matières premières (en plus du métal, plastique et autres, le numérique utilise des terres et métaux rares nécessaires à la fabrication des composants) et les combustibles fossiles (*sine qua none* pour la quantité et la disponibilité d'énergie nécessaire à notre consommation) se raréfient.³⁵ On estime que le pic d'extraction du pétrole a eu lieu en 2008.³⁶

En conséquence :

- leur extraction est de plus en plus énergivore et polluante
- des tensions politiques (allant jusqu'aux conflits armés) apparaissent autour des points d'extraction.^{37 38}
- avec le recul, les solutions pour la mise en œuvre d'énergie renouvelables posent encore de nombreux problèmes (entre autres : la production des équipements est polluante). De plus, les rendements sont encore très faibles comparativement aux combustibles fossiles. Comme l'illustre le graphique suivant, nous n'avons pas de vraie solution pour effectuer notre transition énergétique (je n'ai pas inclus la fusion nucléaire dans ma réflexion par manque d'informations fiables sur l'avancement des projets).

³⁹

Nous sommes donc en face de deux crises environnementales :

- Les transformations trop rapides que nous faisons subir à l'écosystème le déséquilibrent. Les conséquences sur le vivant dans son ensemble sont tragiques pour la plupart des terriens, humains ou non.⁴⁰

34. ("The Trajectory of the Anthropocene : The Great Acceleration," n.d.)

35. ("L'épuisement Des Métaux et Minéraux : Faut-Il S'inquiéter?" n.d. particulièrement la section 9)

36. ("Le Pic Pétrolier," n.d.)

37. ("Smartphone Pour Tous, Quel Prix Pour La Planète ?" n.d.)

38. (Pitron, n.d.)

39. ("Article Wikipedia Sur La Production électrique," n.d.)

40. ("Sixième Extinction de Masse," n.d.)

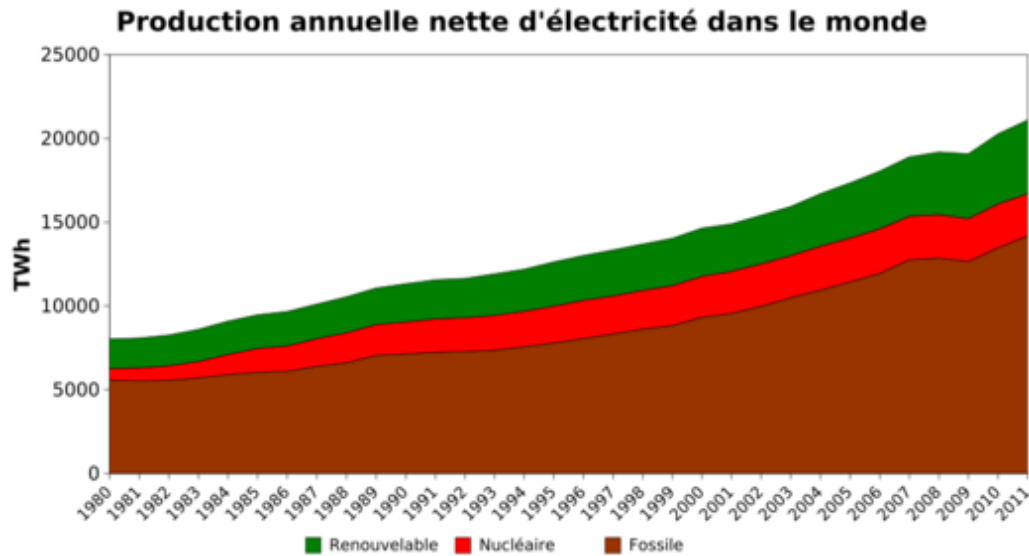


Figure 4 - responsabilités du fossile dans la production électrique

— Les réserves des ressources sur lesquelles reposent nos quotidiens sont en cours d'épuisement. On peut conjecturer que la pénurie des plus critiques (comme celles liées à la production d'énergie) provoqueront la fin du mode de vie industriel.

Mettre en œuvre un nouveau modèle pour le circuit de l'énergie est nécessaire dans les prochaines années. Nos sociétés sont fondées sur la seule rentabilité économique immédiate. Ce fonctionnement sanctionnera toutes les structures économiques (étatiques ou non) qui tenteront de trouver d'autres modèles.

Nous aurons beau aller manifester pour que les états prennent «leurs» responsabilités et les décisions qui s'imposent pour «sauver la planète», le changement de politique passe par une restructuration de l'économie autour de nouveaux modes de consommation fondé sur la somme de nos efforts individuels.

2.4 la dépollution qui pollue

Outre le fait que le recyclage et le stockage des déchets ont leurs pollutions propres, j'aimerais insister sur une notion qui n'apparaît qu'en filigrane dans les points précédents : l'énergie grise.⁴¹ La production de matériels technologiques (et numériques en particulier), pollue de nombreuses manières : * la production elle-même. * la production des outils nécessaires à sa conception, sa réalisation, son conditionnement, son expédition (avec les mêmes conséquences).

Autour de 50%⁴² de la pollution d'un produit sera effective avant sa mise sous tension pour une durée d'exploitation de 2 ans en moyenne.

Pour être clair : si nous pouvions remplacer tous nos ordinateurs par des unités basse consommation, nous réduirions peut-être la facture énergétique due à la consommation des services numériques mais produirions d'autres pollutions indirectes. La recommandation en la matière est de conserver chaque appareil en service le plus longtemps possible.

41. ("Énergie Grise," n.d.)

42. ("On Global Electricity Usage of Communication Technology : Trends to 2030," n.d. estime à 45%)

3 Culture numérique et pollution

La pollution numérique est une pollution technologique comme une autre : les mêmes demandes mobilisent les mêmes mécaniques, on y trouve des acteurs identiques défendant des conclusions similaires. Nous pouvons nous appuyer sur les expériences et réflexions existantes sur les autres pollutions pour la comprendre. Dès lors attendre des solutions purement technologiques à des problèmes purement technologiques ne nous servira qu'à valider benoîtement les discours commerciaux les plus cyniques et/ou inconscients.

Dénoncée depuis de nombreuses années et mobilisant des concepts simples, la pollution liée au transport est bien comprise maintenant. Je vais donc faire une analogie avec la voiture :

Chaque kilomètre parcouru en voiture n'a qu'une pollution négligeable à l'échelle planétaire. Mais il s'ajoute à des millions d'autres qui auront une conséquence : une pollution massive. L'individu doit donc se mettre à penser globalement avec une idée en tête : chaque kilomètre compte. Réduire la pollution en achetant une nouvelle voiture, c'est oublier l'énergie grise. Les ingénieurs peuvent trouver des carburants plus verts, les infrastructures peuvent se doter de routes plus directes mais le moyen le plus efficace pour éviter la pollution est de renoncer à effectuer le trajet ou de choisir des modes de locomotion alternatifs :

- les transports en commun, tout d'abord, qui permettent de mutualiser la pollution
- les transports utilisant notre propre énergie mécanique (vélo, ...)

Ces deux modes de locomotions ont des contraintes, leur adoption doit être encouragée par des aménagements et des structures adaptées. Or, ces facilitateurs n'apparaissent que lorsque l'adoption est déjà importante.

L'adoption des bonnes pratiques est lente et sans liens réels avec les gains écologiques. On renonce en choisissant d'abord ce qui nous coûte le moins. L'alimentation carnée, les vacances au bout du monde, le renouvellement annuel de la garde-robe sont des sujets plus ou moins sensibles en fonction des personnes mais tout le monde a compris la nécessité du geste ou de l'attitude écologique.

Si nous transposons l'analogie de la voiture à notre problème (le numérique), de nombreuses similitudes apparaissent : les données sont produites puis circulent jusqu'au terminal qui produit un service.

Pour réduire les coûts, nous avons choisi la délocalisation. Cette stratégie est pertinente économiquement mais elle nous coupe de la capacité de mesurer et maîtriser les coûts environnementaux induits par les pratiques des prestataires et le transport des données. De leur côté, les prestataires vont mettre en place des infrastructures conséquentes rendues nécessaire par le cumul des trafics et les exigences de disponibilité des clients. Le transport représente 16% de la consommation.

43

On pourrait soutenir que ces plateformes se sont créées pour répondre à un besoin mais c'est au mieux une vérité partielle (partiale). Ce serait oublier que toutes les fonctionnalités importantes rendues par les services actuels étaient déjà fournies par des services neutres qui transportaient l'information

- sans l'altérer
- sans adjoindre des informations de mise en forme
- sans établir de nouvelles connexions pour des raisons commerciales

Aussi, les fournisseurs d'accès proposaient des relais pour les services et des miroirs pour les données (c'est toujours le cas pour la messagerie électronique par exemple).

Enfin : texte était la règle (pas seulement pour les courriels et les newsgroups : de nombreux fichiers textes étaient directement copiés sur les serveurs HTTP sans autre mise en forme). Même s'il ne s'agit que de quelques octets par page, on peut facilement imaginer que le nombre de pages téléchargées chaque seconde

43. On peut relativiser ces 16% : les seules vidéos en ligne représentent à elles seules 80% de la bande passante (13% pour le seul Netflix, ("Unsustainable Use of Online Video," n.d.)).

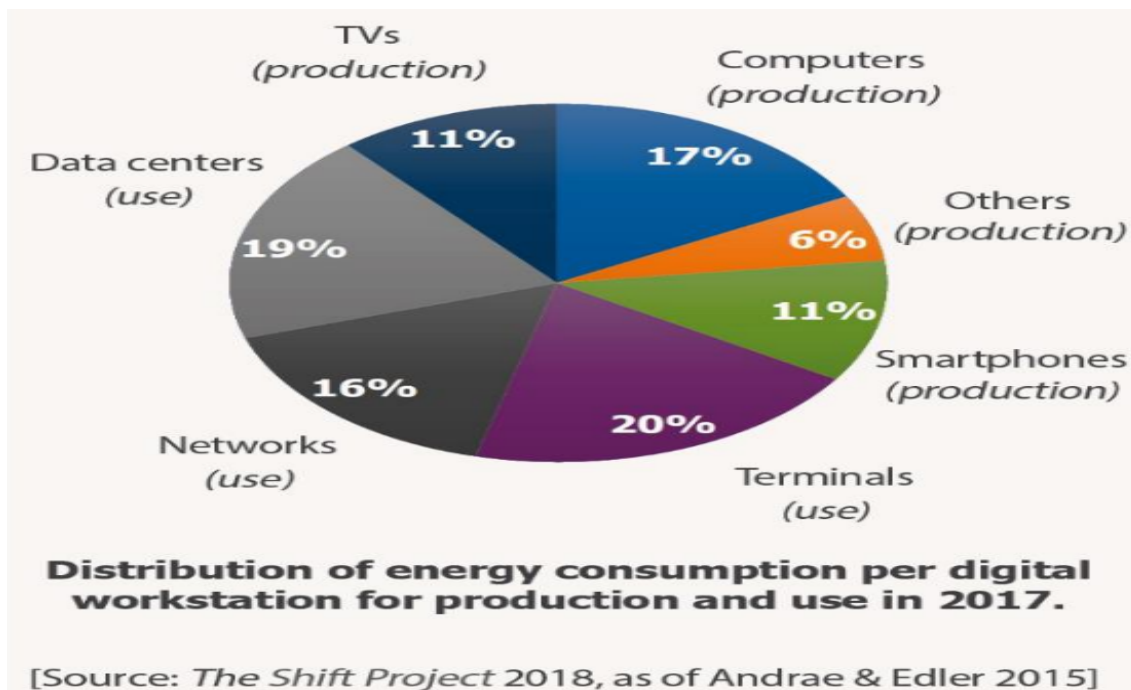


Figure 5 - répartition de la consommation énergétique du numérique

donne à ces octets une importance. Une rapide estimation sur mon propre site (sachant que je suis plutôt économe sur la structure des pages HTML).

html (octets)	markdown (octets)	%
208359	105307	50.54

Le texte source pèse moitié moins que les pages (le code des expérimentations que j'ai réalisé pour préparer cet article est disponible sur le dépôt de l'article⁴⁴ et continuera à évoluer après les JRES). Ajoutons à cela les CSS, le javascript, les images : une page web pèse en moyenne 2.3Mo (presque autant que les 2,4Mo du jeu Doom).⁴⁵

Les interfaces graphiques qui permettaient de jouir de ces services correspondaient aux standards ergonomiques de l'époque, mais il incombait à l'utilisateur d'acquérir les connaissances suffisantes pour :

- identifier ces services ;
- choisir et paramétrer un client ;
- identifier les messages d'erreur ;

44. ("Dépôt Github de L'article," n.d.)

45. ("The State of Web," n.d.)

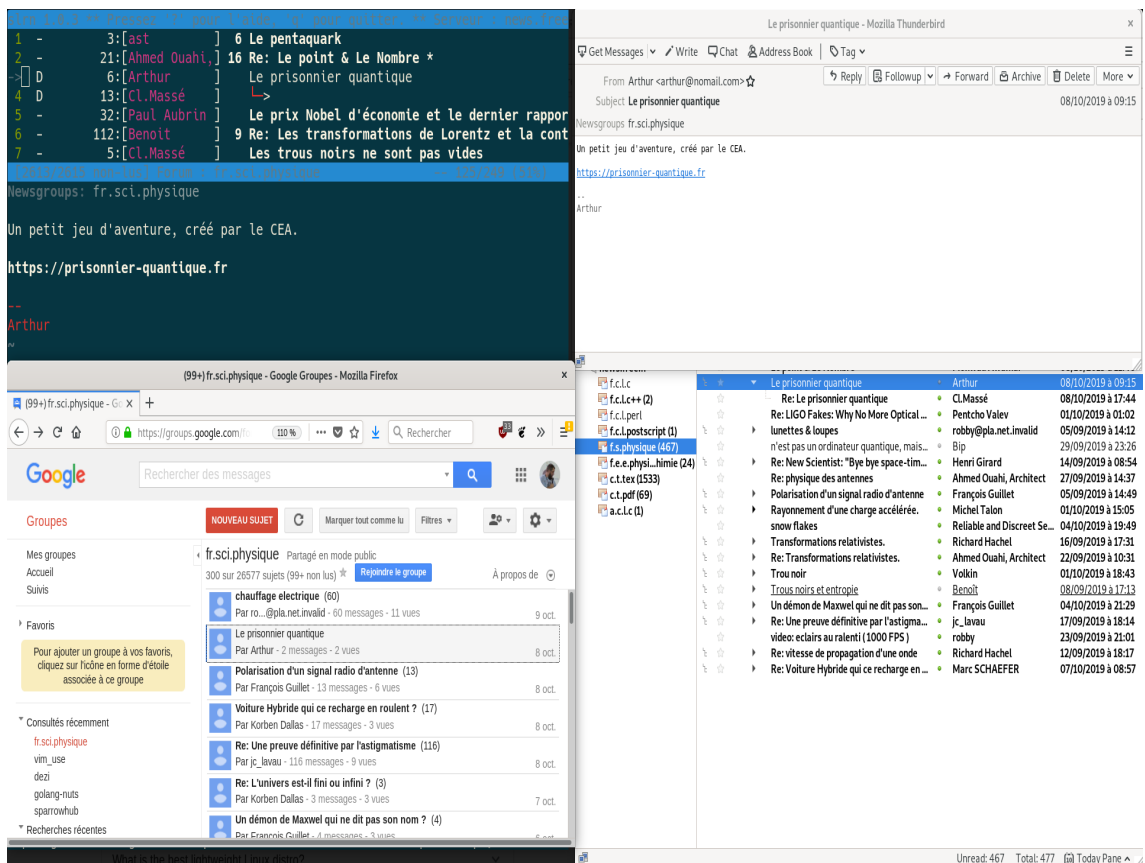


Figure 6 - 3 façons différentes de visualiser le forum fr.sci.physique : slrn, “google groupes” et Thunderbird qui ressemble à s’y méprendre à son ancêtre (Netscape Communicator)

Cette configuration ne correspondait pas aux attentes du public qui ne comprenait pas les bénéfices fonctionnels qu'ils pouvaient tirer de la liberté de choix d'un client final et qui refusait un temps d'apprentissage. De plus, elle ne disposait d'aucun modèle économique rentable (pour les opérateurs, elle engendrait au contraire le maintien d'infrastructures et un support rendu difficile par la grande diversité des outils disponibles). De plus, l'explosion commerciale du réseau a créé une vraie pénurie d'informaticiens qualifiés et les entreprises ont embaucher massivement des personnels formés sur le tas dans le monde de l'informatique personnelle ou lors de formations éclairés.⁴⁶ Le niveau moyen de ces personnes était faible et le manque de recul était la norme. Elles malgré tout propulsées «experts» par des services commerciaux. À partir de cette époque au moins⁴⁷ tout discours de mise en perspective des impacts réels des choix des directions informatiques (ou des services commerciaux) se soldait par une exclusion des discussions (la seule perception de l'utilisateur étant le rendu qu'il obtenait depuis son terminal).

Dans un contexte où la concurrence était féroce, l'absence de modèle commercial a induit une absence de financement pour la promotion, la formation des utilisateurs et l'évolution d'un réseau participatif et neutre. Aussi l'évolution de réseaux distribués et le P2P⁴⁸ (architectures pourtant intéressante dans une perspective de bande passante) sont devenus confidentiels et parfois calomniés.

En outre, la décentralisation et le P2P posent le problème de la monétisation des contenus sous *copyright*. Même si des propositions ont été formulées aux politiques pour repenser la rémunération des auteurs, les industries culturelles ont toujours refusé de perdre la main sur leurs plateformes.

Certes, il y avait une demande de l'utilisateur pour simplifier l'accès au réseau mais ce sont bien des impératifs purement commerciaux qui ont conditionné notre réponse et la culture qui en a découlé. La situation évolue et l'affaire PRISM,⁴⁹ même si elle n'est pas liée à l'écologie, a fait prendre conscience à une frange de la population du besoin de se réapproprier Internet. En France, la popularité relative de l'expérimentation de Framasoft "Dégooglisons internet,"⁵⁰ l'apparition des chatons⁵¹ et le succès international du fairphone⁵² sont des signes de la volonté des utilisateurs de pouvoir prendre conscience des enjeux et de s'emparer de solutions responsables lorsqu'elles existent.

4 La racines de ma réflexion

Avant de vous livrer l'état d'avancement de ma réflexion, j'aimerais expliquer ici comment elle s'est construite et aimerais insister sur le fait que je ne prétends certainement pas être un expert. Je n'ai participé à aucun groupe de réflexion sur le sujet et je pense que de nombreux aspects du problème et des solutions m'échappent. Les objectifs que je me fixe en proposant cet article sont :

- tenter de sensibiliser et de donner les premiers éléments d'information
- initier ou rejoindre des réflexions sur les solutions à mettre en place

Je n'ai commencé à évoquer le sujet avec des informaticiens que lorsque que lors de mes premières prises de notes pour présent article. Toutefois mes idées sont issues d'une culture qui précède ma prise de conscience environnementale et je crois pouvoir participer à la réflexion en apportant une perspective différente de celle que l'on peut construire lorsqu'on commence à chercher des solutions suite au constat du problème.

Aussi je présente ici le parcours qui a vu naître cette perspective afin d'éclairer mon point de vue avant

46. ("Eternal September," n.d.)

47. les orientations technologiques prises par le management était déjà critiqué dans les années 80 par des ingénieurs devenus illustres depuis, tel que Rob Pike

48. ("P2P," n.d.)

49. ("PRISM," n.d.)

50. ("Dégooglisons Internet," n.d.)

51. ("Chatons," n.d.)

52. ("FairPhone," n.d.)

- c’est dans un club informatique que j’ai commencé à apprendre à programmer au milieu des années 80 (sur un goupil G3), tout était lent et l’optimisation coulait de soi ;
- Dans les années 90, utiliser un lecteur mp3 mettait un ordinateur à genoux. On ne pouvait se balader dans une piste musicale qu’au prix de plusieurs secondes d’attente et il fallait une journée (je lançais un batch avant de partir au lycée) pour compresser un CD ;
- Nous nous connectons à internet via des lignes téléphoniques facturées à la minute. Nous attendions 22h30 (heure où le prix de la communication baissait) et nous écrivions des scripts pour télécharger tout ce dont nous avons besoin dans un laps de temps le plus court possible. Nous téléchargeons la liste des fichiers des serveurs ftp (ls-R.txt) pour les consulter offline. Télécharger une disquette pouvait prendre une minute et lorsqu’on visualisait une image sur les premiers sites web, nous attendions que le rectangle gris préalablement dessiné par le navigateur se remplisse ;
- Pour éviter les frais, nous mettions des miroirs en place et des sites complets s’échangeaient via des disques durs dans des racks ;
- Les e-zines et de nombreuses documentations (comme le RFCs) étaient écrits en texte plain et les illustrations étaient en ascii art.⁵³ Le nombre de personnes connectées simultanément à un service était configuré en fonction des capacités de la machine qui hébergeait le serveur ou de la bande passante disponible. Avoir des temps d’attente ou un message “Too many users, try later” lors de l’accès à ces services était normal.
- Comme beaucoup de geeks de ma génération, je me souviens avec émotion de la première demo⁵⁴ que j’ai vue.⁵⁵ Nous voulions tous apprendre le C et l’assembleur et nous rendions compte de l’impact de la qualité d’un code sur sa performance.
- au collège, j’avais du mal à croire qu’on puisse afficher un film sur un ordinateur avec une qualité comparable à celle de la télévision dans un futur prochain.
- En découvrant linux, nous découvrons la culture unix et les principes de conceptions simples^{56 57}. Faire simple, efficace et léger n’était plus seulement une nécessité mais une fierté.
- Lorsque je suis devenu “professionnel”, profitant en cela de la “bulle internet” pour me faufiler parmi les rangs des techniciens formés et compétents, l’ambiance a totalement changé : seule la productivité comptait et la consommation de l’infrastructure était bien moins coûteuse que mon salaire (“met 2, 3, 4 serveurs si il faut mais ne perd pas de temps”, “ça marche déjà bien assez vite et j’ai des clients dans le tube”, “je ne peux pas vendre au client le fait que ton truc soit léger mais c’est moche et ça il le verra tout de suite”, “on ne connaît même pas son MUA :⁵⁸ redirige le vers le webmail”, ...). Les utilisateurs n’ayant souvent aucun point de comparaison se contentaient des performances de logiciels écrits en VisualBasic ou en Java et du peu de fonctionnalités qu’offraient les outils que nous leur proposons.
- des j’ai pratiqué deux formes d’informatique
 - l’informatique professionnelle (devenu la norme), qui développe des pratiques économiquement rentables et se fonde sur le discours des acteurs du marché.
 - l’informatique des amateurs qui, loin d’être nostalgique, a continué à expérimenter et maintenir des services et des bases de code qui perpétuent une culture que nous croyons plus saine⁵⁹ et intellectuellement bien plus stimulante. ^[Mon environnement préféré est dwm,⁶⁰ mon MUA de

53. (“Ascii Art,” n.d.)

54. (“Demoscene,” n.d.)

55. (“Enigma by Phenomena,” n.d.)

56. (“Worse Is Better,” n.d.)

57. (“KISS Principle,” n.d.)

58. (“MUA,” n.d.)

59. nous pensons la complexité des systèmes actuels ne permet plus d’avoir une vision d’ensemble ce qui pose des problèmes de maintenabilité, de sécurité et d’évolution. le minimalisme n’est pas un principe esthétique mais un pragmatisme qui s’appuie sur d’autres critères que la rentabilité économique

60. (“Dwm,” n.d.)

référence est mutt,⁶¹ j'utilise toujours IRC⁶² et mon outils de communication préféré reste le mail. je abonné aux les listes de openbsd,⁶³ 9front,⁶⁴ cat-v⁶⁵ et suckless.⁶⁶

Ma prise de conscience de l'impact du numérique sur le climat est très récente (courant 2017). J'ai commencé à me documenter sur les solutions proposées et me suis vite rendu compte que mes pratiques étaient déjà plus minimalistes que celles proposées par de nombreuses recommandations. Je conçois que les outils développés par la communauté suckless, par exemple, ne constitue pas une offre logicielle grand public mais je crois aussi qu'une grande partie de l'économie que permettent ces outils ne réside pas dans leur ergonomie mais dans les stratégies qu'ils privilégient pour réaliser les tâches entreprises. Ces mêmes stratégies pourraient être réutilisés dans des outils plus ergonomiques (cf. la partie "solutions" du présent document). J'ai parfois tenté d'aborder le sujet dans les milieux technophiles, suscitant peu d'intérêt. Je me suis ensuite tourné vers les écologistes qui se sont montrés sensibles au sujet mais qui manquent cruellement d'accompagnement. Nous avons évoqué l'idée d'ateliers autour

- ce qu'il faut savoir du fonctionnement d'Internet pour évaluer la toxicité d'un geste.
- l'éco-conception de sites (toujours à l'état de projet par manque de temps).

Pour le moment ces projets sont au point mort par manque de temps.

5 les solutions

5.1 objectifs

5.1.1 Créer les conditions d'une sobriété numérique

Nous devons concevoir et promouvoir des outils et infrastructures permettant à nos utilisateurs de vivre une sobriété numérique dans les meilleures conditions possibles : moins nous générerons de frustration, plus nous faciliterons l'adoption des nouveaux usages.

5.1.2 Préparer une résilience numérique

Même si la mobilisation semble devenir une tendance lourde et que nombre d'acteurs continuent à formuler des messages optimistes, je crois que la précaution nous indique de commencer à imaginer ce que pourrait être le numérique après un effondrement de notre civilisation. Nous devons envisager les questions suivantes.

- identifier les services dont la survie est nécessaire ou grandement souhaitables ;
- identifier les moyens dont nous disposerons pour le maintient opérationnel de ces services ;
- envisager la préparation de ces moyens

5.1.3 Intégrer le handicap numérique

Le déploiement d'internet continue : les régions les plus défavorisées de France et du monde doivent pouvoir être équipés de réseaux mais nous devons penser au coût environnemental de ces déploiement. Des réseau bas débit doivent pouvoir assurer les services critiques.

61. ("Mutt," n.d.)

62. ("IRC," n.d.)

63. ("Openbsd," n.d.)

64. ("9front," n.d.)

65. ("Cat-V," n.d.)

66. ("Suckless," n.d.)

5.2 Pas de politique

Je suis conscient que les propositions que je formule ont des conséquences socio-économiques et même si j'ai un avis sur les décisions qu'il faudrait envisager, je me garderais de toute suggestion ou remarque sur le sujet : je laisse aux politiques, économistes et intellectuels le soin de gérer des problèmes qui sont de leur ressort.

5.3 La stratégie

S'il est à espérer que les équipements qui seront mis sur le marché dans les prochaines années viseront tous l'efficacité énergétique, vouloir renouveler le parc machine pour faire baisser le coût environnemental est un mauvais calcul qui ne prendrait pas en compte la pollution due à la production des nouveaux équipements. La stratégie recommandée est donc d'augmenter la longévité du parc existant tout en tentant d'en réduire la nocivité.

Hors pannes physiques et comportements consuméristes compulsifs, la longévité d'un équipement est conditionnée par sa capacité à exécuter des programmes dans des temps raisonnables. C'est un des usages grand public qui est fait des distributions linux.⁶⁷ Les versions les plus spartiates tournent aisément sur la première génération de raspberry pi.⁶⁸ A ce sujet fais deux constats :

- si l'esthétique des outils graphiques proposés est souvent en décalage avec la dernière mode, l'ergonomie est souvent assez comparable aux outils de référence pour les besoins de base ;
- il n'est nul besoin d'attendre que votre ordinateur soit rendu obsolète par l'offre logicielle actuelle pour faire le choix d'un compromis entre esthétique et énergie : l'économie sera réelle aussi sur du matériel récent (et la réactivité de la station de travail est très appréciable).

A mes yeux, il faut donc repenser la philosophie générale de production des logiciels pour créer une offre qui :

- minimisera les ressources nécessaires à leur exécution des programmes sur les terminaux et les serveurs
- réduira le nombre et le poids et la distance (calculée en nombre d'équipements) des interactions avec le réseau (et proposer des "modes déconnectés")
- proposeront une ergonomie qui accompagneront les bonnes pratiques

Il faut aussi mettre fin à des pratiques numériques lorsque celles-ci trouvent des alternatives intéressantes écologiquement.

La liste est longue des pistes que nous avons à notre disposition et qui peuvent produire des effets qui nous donnerons un peu plus de temps : j'en partage ici quelques points. Mon choix s'est porté sur des idées qui me semblent être des compromis raisonnables entre l'impact écologique, le besoin ergonomique d'un côté l'existant, le temps et les moyens dont nous disposons de l'autre.

Je ne traite pas ici des moyens à mettre en oeuvre pour rendre nos DSI capables de devenir actrices de ces changements : c'est une considération politique.

Je fais aussi part des idées qui ne sont pas directement liées aux activités des DSI : le numérique n'est pas un ensemble de silos mais un monde dont l'écosystème se construit sur différents degrés d'interactions. Nous serons impactés (si pas partie prenante) par toute évolution majeure de cet écosystème.

Lorsque je signale qu'un script et/ou une source est disponible, je fais référence au dépôt github du présent article.⁶⁹

67. ("Distributions Linux," n.d.)

68. damn small linux ("Damn Small Linux," n.d.) est capable de s'exécuter sur un 486DX avec 16Mo de RAM

69. ("Dépôt Github de L'article," n.d.)

5.3.1 Les contenus multimédia

La numérisation et la diffusion de contenus multimédia dans les proportions actuelles pausent problème. En ne parlant que des vidéos et des musique :

- la décompression et donc la lecture de ces contenus nécessite une consommation statique et/ou des dispositifs physiques sur le terminal (GPU pour l'encodage et le décodage);
- le transfert de ces contenus nécessite une bande passante conséquente (pour rappel : 80% de la bande passante globale pour les seules vidéos);

Tous les contenus qui résultent d'une capture physique (enregistrements audio et vidéos) et sauf à ressortir nos lecteurs de compact disc et préférer la lecture de contenus de la qualité la plus faible possible, je n'ai pas vraiment de propositions à faire.

Il n'en est pas moins que des pistes sont à creuser si nous reconsidérons notre rapport à la propriété et à l'interopérabilité.

Distribuer les sources Des contenus qui sont produits depuis des sources numériques dont le poids et le rendu sont moindres par rapport aux médias réellement échangés (animations,⁷⁰ synchronisation multi-média,⁷¹ formats vectoriels⁷² ou⁷³).

Nous avons préféré les images et les vidéos pour deux raisons principales : * l'interopérabilité * la non diffusion de matériaux originaux pour en éviter la modification et la réutilisation

Travailler à des alternatives à des pratiques qui satisfont les besoins économiques ne permet aucun modèle économique, pourtant d'un point de vue écologique, ces formats sont intéressants.

Leur distribution de ces sources jusqu'au terminal pour en assurer le rendu par ce dernier est une solution intéressante énergétiquement (pour la bande passante et pour le rendu). Certains contenus (comme la musique électronique) sont particulièrement adaptés.⁷⁴ Les contenus animés et/ou interactifs (utilisés en formation) pourraient être distribués dans des archives contenant des fichiers vectoriels. Malgré sa consommation de ressources élevée, la plateforme web constitue notre meilleure base pour ce genre d'usages.

Cela implique un changement culturel : donner l'accès aux sources, c'est en permettre l'édition et la réutilisation des éléments (samples, graphiques, ...).

Pour le reste de la production audiovisuelle : mon rêve serait d'en débarrasser notre bande passante et nos magasins au profit d'une distribution par les médiathèques, les cinémas de quartiers, et la libre circulation de copies privées. Tout dispositif de protection numérique (qui soit dit en passant consomme de l'énergie) devrait être supprimée.

Si de la bande passante doit être mobilisée :

- le streaming est à éviter des que le terminal dispose d'un espace de stockage suffisant : il serait bon de pouvoir copier pour participer au partage et économiser le coût du transfert en cas de rediffusion ;
- le P2P réduirait le trafic dans nombre de situations⁷⁵ ;
- sans avoir vérifié, il me semble que le broadcasting (via le réseau TNT) est aussi un outils peu énergivore pour distribuer du contenu numérique.

70. ("Cascading Style Sheet," n.d.)

71. ("Synchronized Multimedia Integration Language (SMILE)," n.d.)

72. ("PGF/TikZ," n.d.)

73. ("Scalable Vector Graphics," n.d.)

74. j'ai obtenu un fichier au format ogg vorbis de 3,5Mo en convertissant le premier module ProTracker que j'ai trouvé sur internet ; lequel pesait 72Ko. Makefile disponible sur le dépôt dans sources/enigma

75. imaginez le gain pour un cours qui serait diffusé dans une université différente de celle dans laquelle le professeur le dispense

Reste que les producteurs vidéastes (amateurs ou professionnels) avait trouvé un moyen de diffusion et de promotion dans les plateformes de streaming. Cette possibilité a permis l'émergence d'acteurs de qualité à des coûts moindre : la question de nouveaux modèles pour la diffusion de ce savoir se pose concrètement si la video est un format qui peut survivre.

choisir entre l'impact communicationnel et l'impact environnemental On peut aisément admettre que qu'une vidéo puisse avoir un impact supérieur au texte en terme de communication, qu'un fond de page où on peut voir un open space pleins de collègues heureux se font des high-fives soit plus engageant qu'une simple page blanche mais cette approche a tendance à faire grossir les contenus.

Exemple : ce tweet ⁷⁶ qui présente la France comme un des leaders en matière d'éco-conception pèse 3,4Mo (3504221 octets exactement).

- le texte est constitué d'une centaine de mots au mieux (environ 400 octets)
- la video elle-même présente un groupe dont on imagine qu'il est en formation (aucun contenu informatif).

En suivant le lien proposé, nous arrivons sur une page web dont le contenu textuel (liens inclus) est de 732 octets. ⁷⁷ La photo retouchée d'une carte électronique (732Ko) dont on peut admettre qu'il n'amène pas de contenu pèse pour sa part 746161 octets (soit 1019 fois plus).

Ces chiffres et ces proportions ne constitueraient une anecdote que si nous n'étions pas des milliards d'humains à consommer des centaines de pages par jour.

5.3.2 mettre fin à la publicité en ligne

Serait probablement la seule mesure de sobriété populaire : la popularité des ⁷⁸ en atteste. En plus de l'économie d'énergie liée à la disparition de ces contenus, cette fin aurait pour conséquence de réduire l'intérêt d'activités polluantes induites par ce modèle (comme les fermes de clicks et le tracking opéré par les régies publicité ciblée).

5.3.3 Réduire la bande passante

Outre une gestion plus responsable des contenus multimédias, il nous reste beaucoup d'options pour réduire la bande passante :

réduire le trafic des protocoles applicatifs Dans la plupart des cas, l'économie qu'on peut espérer ici est minime comparativement aux charges utiles mais dans le cas de la messagerie instantanée par exemple, la taille des charges utiles est souvent faible. La proportion du trafic liée au protocole devient alors conséquente. ⁷⁹

Comparativement à XMPP⁸⁰ et autres outils/protocoles de messagerie instantanée fondée sur des API REST. ⁸¹ le protocole IRC⁸² est très économe. Certes, il est perfectible : sera probablement perfectionné ⁸³ mais a déjà perdu un grand nombre d'utilisateurs. Peut-être est-il temps de réévaluer les mérites comparés de ce genre d'outils.

76. ("France Stratégie Sur L'éco-Conception," n.d.)

77. obtenu avec un `lynx -dump`

78. ("La Popularité Des Blockers," n.d.)

79. voir sur le dépôt les exemples d'échange

80. ("XMPP," n.d.)

81. ("Matrix," n.d. par exemple)

82. ("Rfc IRC," n.d.)

83. ("IRCV3 Working Group," n.d.)

D'autres voies sont envisageables (comme l'usage de sérialisations binaires pour remplacer le xml de xmpp ou le json de matrix : j'y reviens plus loin).

la taille des charges utiles Comme déjà évoqué plus haut, dans de nombreux cas le texte constitue une alternative évidente et suffisante à des formats plus riches comme html ou pdf.

Si nous prenons le cas de la messagerie (les emails sont souvent montrés du doigt comme une source importante de pollution), la vidéo de France Stratégie dont je parlais plus haut propose que la taille (j'imagine qu'ils parlent d'une taille moyenne) d'un message est de 70Ko. Soit. A bien y regarder :

- le contenu du message est souvent formaté en HTML
- cet HTML contient parfois des pièces jointes par exemple pour les signatures
- la présence de ces pièces jointes sera
 - multiplié par le nombre de destinataires
 - multiplié par le nombre d'envois
- une pièce jointe est bien plus lourde que le message lui-même dans l'immense majorité des cas.
- MIME⁸⁴ impose un encodage pour les données non ASCII, cet encodage alourdit la pièce (qui pèse 4/3 de son poids en moyenne).

Si je fais des statistiques sur la taille de mes boîtes aux lettres (cf. le dépôt), je constate différents poids moyens :

- 70Ko pour France Stratégie
- 58Ko pour mes boîtes professionnelles
- 16Ko pour mes boîtes personnelles
- 5Ko pour ma boîte "Sent."⁸⁵

Lorsque l'enrichissement en méta données ou l'insertion de contenu est nécessaire, les formats tels que HTML et PDF restent pertinents pour le moment (cf. section suivante).⁸⁶ L'idée n'est donc pas de proscrire un format existant mais de préférer les formats triviaux lorsque c'est possible.

Un format pour chaque usage et la sérialisation binaire pour les échanges.

Les couches bases du modèle DOD⁸⁷ sont le royaume des encodages binaires : il était clair qu'à ce niveau du transport, la taille et l'efficacité de la sérialisation sont cruciales. Hors le même soin n'a pas été apporté aux protocoles applicatifs et aux charges utiles : utiliser du texte plutôt que des sérialisations utilisant des encodages⁸⁸ simplifiait le développement et la maintenance des logiciels client et serveurs.⁸⁹

Si les usages des encodages binaires existent depuis longtemps dans les couches applicatives^{90 91}, une très forte majorité des protocoles sérialisent bien les messages en textes pleins transmis par paquets TCP. Ce ne sera plus le cas de la 3ème version d'HTTP⁹² qui va s'appuyer QUIC^{93 94}. Le soin apporté à l'évolution de ce protocole est un exemple encourageant.

84. ("MIME," n.d.)

85. Je dispose d'un serveur HTTP sur lequel dépose tous les fichiers que je souhaite communiquer et n'envoie des messages qu'en texte plain (UTF-8). L'économie sera d'autant plus grande si les pièces ne sont pas consultées

86. comparez par exemple un fichier CSV et son équivalent opendocument

87. ("Modèle DOD," n.d.)

88. ("TSV," n.d.)

89. ("The Importance of Being Textual," n.d.)

90. ("ASN.1," n.d.)

91. ("BER," n.d.)

92. ("HTTP3," n.d.)

93. ("QUIC," n.d.)

94. ("Le Draft Quic," n.d.)

L'autre changement qui s'opère dans le web est l'usage grandissant du bytecode *webassembly*^{95 96} pour remplacer le javascript. La encore, ça n'est pas qu'une question de poids : l'exécution d'un bytecode est bien plus efficace que l'interprétation d'un langage.

Pourquoi s'arrêter en si bon chemin ? Il serait tout à fait imaginable d'appliquer ce genre d'optimisation aux charges utiles. Dans le cadre de HTML :

- avoir un système de macros (incorporer XSLT ?) pour factoriser le source de manière native (comme c'est possible avec des langages comme postscript).
- d'utiliser une sérialisation du DOM,⁹⁷ du CSS⁹⁸ et des images vectorielles⁹⁹ dans des format de sérialisation binaires dont la popularité est croissante hors du web,^{100, 101}

Pour les projets utilisant des transpileurs vers HTML ou XML,¹⁰² la transition pourrait se faire simplement en ajoutant un *backend* de sérialisation binaire. La transition pourrait alors se faire sans surcroît de travail pour les programmeurs.

Les charges utiles sérialisées en JSON¹⁰³ peuvent être remplacées des à présent par des sérialisations *cbor* : le mime type du body devient 'application/cbor'¹⁰⁴

De manière générale, la "binarisation" peut être appliquée à tous les protocoles et toutes les charges utiles. Cette généralisation permettrait des économies d'énergie non seulement pour le transport mais aussi pour la sérialisation et la désérialisation. L'édition des données peut se faire via des interfaces graphiques mais aussi, comme cela se pratique déjà avec d'autres formats, par la conversion dans un format éditable pour l'humain.

Il existe des formats adaptés pour chaque usage (édition, interrogation, échange, . . .) et si nous n'en utilisons qu'un seul, c'est bien par facilité.

5.3.4 Relocaliser les données et les traitements

Le logiciel en ligne devient un standard en France¹⁰⁵ et c'est une bien sombre nouvelle : nombre de ces outils proposent des fonctionnalités qu'un programme local pourrait exécuter. La génération de la carte de ma dernière balade ou le graphique de l'évolution de mes performances sur mon parcours préféré ne nécessite en rien que mes données soient transférées sur un serveur qui collecte les données de l'ensemble des usagers. Pouvoir utiliser une application rudimentaire ne nécessitant de bande passante que pour télécharger les données topologiques d'un endroit que je fréquente pour la première fois serait pertinent non seulement sur un plan énergétique mais aussi pour la conservation de ma vie privée.

Lorsque l'usage local n'est pas possible ou lorsque l'usage du réseau consiste en l'acquisition d'une donnée absente localement, il serait bon de généraliser l'usage des CDN,¹⁰⁶ miroirs,¹⁰⁷ des réseaux P2P¹⁰⁸ (l'usage d'outils comme *peertube*¹⁰⁹ est par exemple bien adapté au monde académique où plusieurs terminaux

95. ("Bytecode," n.d.)

96. ("Webassembly," n.d.)

97. ("DOM," n.d.)

98. ("Cascading Style Sheet," n.d.)

99. ("Scalable Vector Graphics," n.d.)

100. ("Messagepack," n.d.)

101. ("Concise Binary Object Representation," n.d.)

102. ("Pug," n.d.)

103. ("JSON," n.d.)

104. ("Rfc7049 - Concise Binary Object Representation (CBOR)," n.d., sec. 7.3)

105. ("Le Logiciel En Ligne Devient Un Standard En France," n.d.)

106. ("CDN," n.d.)

107. ("Miroirs," n.d.)

108. ("P2P," n.d.)

109. ("Peertube," n.d.)

visualisent simultanément la même source) et autres dispositifs permettant d'utiliser des caches proches des utilisateurs lorsqu'il n'est pas possible de disposer d'une copie locale.

Personnellement, je synchronise¹¹⁰ et indexe localement les documentations dont j'ai le plus besoin. Cela m'évite de nombreuses requêtes sur google. Lorsqu'elles sont disponibles, je fais de même avec les archives des listes de diffusion techniques les plus importantes et les FAQ.

Ce genre de pratique est efficace mais rien ne permet à un non-technicien de le faire facilement. Pourtant mon bureau intègre par défaut un moteur d'indexation et de suggestion : il ne manque donc qu'une interface graphique pour permettre à un utilisateur final d'adopter ce genre de méthodes avec des thèses ou autres papiers de recherche. A moins que le contenu de la recherche, lui aussi, aie été privatisé ?

5.3.5 l'assistance utilisateur et les paramètres par défaut

Les outils les moins énergivores (par exemple ceux de la communauté suckless¹¹¹ sont aussi les moins inclusifs : ils nécessitent à la fois une culture (Unix) et une discipline (la lecture des documentation) que les utilisateurs n'ont pas. Toutefois, comme je l'ai évoqué plus haut : l'économie d'énergie de ces outils n'est pas tant dans leur exécution que dans la stratégie sous-jacente par défaut.

Nous disposons donc déjà des outils techniques et il faut que les interfaces graphiques produites pour les utilisateurs permettent de les piloter. Le paramétrage et l'ergonomie peuvent être repensées pour privilégier les pratiques évitant tout usage provoquant une dynamique inutile.¹¹²

Les logiciels peuvent aussi assister dans les bonnes pratiques et en expliquer la démarche. Pour les MUA,¹¹³ nous pourrions imaginer que des messages suivants puissent apparaître au moment opportun :

- «vous êtes sur le point d'envoyer une pièce jointe. Votre correspondant dispose-t'il une connexion permanente ? Voici des alternatives ..»
- «vous écrivez à une liste de diffusion, l'HTML est à éviter. Les règles de mise en forme du texte sont :
...»
- «votre réponse contient l'intégralité du message d'origine, souhaitez-vous des conseils pour mise en forme d'une réponse ?»
- «voulez-vous déposer ce document sur votre espace personnel et proposer le lien dans votre message ?¹¹⁴ ;
- «Ce message est présent dans votre boîte depuis 6 mois, il est aussi disponible sur l'archive de la liste. A moins que vous n'en fassiez une lecture fréquente, la suppression est recommandée».

des boutons pourraient être ajoutés qui correspondent aux headers ou aux paramètres des listes.

- obtenir l'aide du robot de liste ;
- vous désabonner de cette liste ;
- recevoir cette liste en digest ;
- accéder à l'archive de la liste ;
- ne répondre qu'à la liste ;
- configurer la liste.

110. sous debian, les documentations sont même disponibles sous la forme de paquets

111. ("Suckless," n.d.)

112. ("Fonctionnement d'un Ordinateur: La Consommation," n.d.)

113. je prend l'exemple du MUA parce que c'est un bon cas d'école puisque c'est un outil décrié pour des usages et non pour des problèmes intrinsèques

114. encore faudrait-t'il que les opérateurs fournissent sans qu'une demande ne soit nécessaire un espace de stockage dont une partie pourrait être servi par des serveurs HTTP statiques

5.3.6 exécuter plus vite

Nous sommes tous conscients que les langages dynamiques et autres technologies qui privilégie le temps de développement au temps d'exécution ont une véritable incidence sur les performances de nos programmes (webassembly est une réponse aux performances de javascript qui sont médiocres comparativement à ceux de langages compilés. Crystal¹¹⁵ répond aux problèmes de performances de ruby et d'autres exemples peuvent être trouvés).

Si les langages dynamiques restent des technologies très intéressantes pour produire des logiciels qui seront peu sollicités, il me semble que nous devrions les éviter pour les outils qui font l'objet d'un usage et notamment pour programmer des serveurs applicatifs.

Notamment : nous devrions nous tourner vers les langages compilés nativement pour les serveurs applicatifs. Les gains possibles sont réels.¹¹⁶

L'offre des langages compilés a beaucoup évolué ces dernières années et rend l'adoption de cette stratégie bien plus intéressante qu'elle ne le fut dans les années 90, décennie qui a vu l'explosion des langages dynamiques. Si cet effort était couteux il y a encore quelques années, nous disposons maintenant de langages modernes et d'écosystèmes riches qui offrent de nouvelles perspectives (haskell/stack, rust/cargo, crystal/shards, ...).

Encore faut-il que nous soit donné le temps de former les équipes et entreprendre la migration de nos systèmes d'information vers ce genre de technologies.

6 Je ne veux pas de votre aide ...

Nous n'héritons pas de la terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants, disait Antoine de Saint-Exupéry. Peu importe nos chances de réussite : nous avons la responsabilité collective à agir. La tâche qui nous incombe est impressionnante et déroutante mais j'espère avoir mis en lumière l'idée qu'une synergie est possible et nécessaire. Utilisateurs, techniciens, politiques et décideurs : nous avons tous notre rôle à jouer en produisant ce dont les autres ont besoin pour agir.

	manques	pouvoir
Utilisateurs	conscience, alternatives	adoption, participation consciente
Techniciens	temps, moyens, pédagogie	compréhension, solutions
Décideurs	lobbies, fraudes	décision, législation

Il nous faut agir ensemble et pour notre intérêt à tous.

«The coalition emerges out of your recognition that it's fucked up for you, in the same way that we've already recognized that it's fucked up for us. I don't need your help. I just need you to recognize that this shit is killing you ...» – Fred Moten

Le monde universitaire a façonné l'informatique l'internet pré-commercial grâce à par ses idées que par son code. Il a déjà démontré sa capacité à produire des solutions efficaces grâce à une communauté de chercheurs et techniciens qui s'organisent spontanément autour de la résolution des problèmes. Nous n'avons pas les mains liées par la sauvegarde d'un modèle commercial et ne sommes pas contraints aux exigences

115. ("Crystal," n.d.)

116. ("Which Programming Languages Use the Least Electricity?" n.d.)

de rentabilité immédiate qu'impose la concurrence^{117 118}. Nous sommes les obligés des contribuables et force est de constater qu'ils attendent de nous de la pédagogie et des solutions. Il nous incombe, à nous plus qu'à tout autre communauté, de mobiliser à nouveau notre savoir-faire pour façonner l'internet post-commercial.

Au travail.

117. La montée en puissance de nouveaux modèles économiques fondés sur le financement participatif de développement de logiciels, bien que souhaitable, ne fonctionne bien que pour les outils directement utilisables pour les utilisateurs. C'est donc une force complémentaire

118. une offre logicielle commerciale me semblerait inopportune : a) l'accès aux logiciels éco-conçus devrait être universel et donc indépendant du revenu de l'utilisateur. b) la compétition et le secret industriel me paraissent déplacés vu les enjeux.

Bibliographie

“9front.” n.d. <http://9front.org/>.

“Agence de L’Environnement et de La Maîtrise de L’Énergie.” n.d. <https://www.ademe.fr/>.

“AlphaGo, Locked Strategies, and Eco-Cognitive Openness.” n.d. <https://www.mdpi.com/2409-9287/4/1/8/htm>.

“Anthropocène.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Anthropoc%C3%A8ne>.

“Article Wikipedia Sur La Production électrique.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Production_d%27%C3%A9lectricit%C3%A9.

“Ascii Art.” n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/ASCII_art.

“ASN.1.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/ASN.1>.

“BER.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Basic_Encoding_Rules.

“Bytecode.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Bytecode>.

“Carbone4.” n.d. <http://www.carbone4.com/>.

“Cascading Style Sheet.” n.d. [https://en.wikipedia.org/wiki/Style_sheet_\(web_development\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Style_sheet_(web_development)).

“Cat-V.” n.d. <http://cat-v.org/>.

“CDN.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_diffusion_de_contenu.

“Chatons.” n.d. <http://chatons.org/>.

“Collapsologie.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Collapsologie%20collapsologie>.

“Commission d’enquête Sur Le Coût Réel de L’électricité Afin d’en Déterminer L’imputation Aux Différents Agents économiques.” n.d. http://www.senat.fr/commission/enquete/cout_electricite/.

“Concise Binary Object Representation.” n.d. <https://cbor.io/>.

“Crystal.” n.d. <http://crystal-lang.org/>.

“Damn Small Linux.” n.d. <http://www.damnsmalllinux.org/>.

“Dégooglisons Internet.” n.d. <https://degooglisons-internet.org/fr/>.

“Demoscene.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Sc%C3%A8ne_d%C3%A9mo.

“Dépôt Github de L’article.” n.d. <https://github.com/eiro/article-jres2019>.

“Distributions Linux.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Distribution_Linux.

“DOM.” n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/Document_Object_Model.

“Doomsday Prep for the Super-Rich.” n.d. <https://www.newyorker.com/magazine/2017/01/30/doomsday-prep-for-the-super-rich>

“D’un Effondrement à L’autre.” n.d. <https://www.franceculture.fr/emissions/la-transition/dun-effondrement-lautre>.

“Dwm.” n.d. <https://dwm.suckless.org/>.

“Énergie Grise.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_grise.

“Enigma by Phenomena.” n.d. <http://www.pouet.net/prod.php?which=394>.

“Eternal September.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Septembre_%C3%A9ternel.

“ETIS.” n.d. <https://www-etis.ensea.fr/>.

“FairPhone.” n.d. <https://www.fairphone.com/fr/>.

“Flyboard.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Flyboard>.

“Flygskam.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Honte_de_prendre_1%27avion.

“Fonctionnement d’un Ordinateur: La Consommation.” n.d. https://fr.wikibooks.org/wiki/Fonctionnement_d%27un_ordinateur/La_consommation_d%27%C3%A9nergie_d%27un_ordinateur.

“France Stratégie Sur L'éco-Conception.” n.d. https://twitter.com/Strategie_Gouv/status/1172899052687515655.

“HAL.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/HAL_9000.

“HTTP3.” n.d. <https://en.wikipedia.org/wiki/HTTP/3>.

“Increasing Risk over Time of Weather-Related Hazards to the European Population : A Data-Driven Prognostic Study.” n.d. [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(17\)30082-7/fulltext?elsca1=tlpr](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(17)30082-7/fulltext?elsca1=tlpr).

“Internet : La Pollution Cachée.” n.d. <https://www.editionsmontparnasse.fr/p1735/Internet-La-pollution-cachee-DVD>.

“IRC.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_Relay_Chat.

“IRCV3 Working Group.” n.d. <https://ircv3.net/>.

“Is Global Collapse Imminent?” n.d. https://sustainable.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/2763500/MSSI-ResearchPaper-4_Turner_2014.pdf.

“I Tested All Intelligent IDEs.” n.d. <https://livablesoftware.com/smart-intelligent-ide-programming/>.

“Jean-Marc Jancovici.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Marc_Jancovici.

“Jonathan Franzen.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Jonathan_Franzen.

“JSON.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/JavaScript_Object_Notation.

“KISS Principle.” n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/KISS_principle.

“La Popularité Des Blockers.” n.d. <https://www.blogdumoderateur.com/etude-adblocking-2018/>.

“La Video de L'audition.” n.d. <https://www.youtube.com/watch?v=MULmZYhvXik>.

“Le Draft Quic.” n.d. <https://quicwg.org/base-drafts/draft-ietf-quic-transport.html>.

“Le GDS (Groupe de Service) Ecoinfo.” n.d. <https://ecoinfo.cnrs.fr/>.

“Le Logiciel En Ligne Devient Un Standard En France.” n.d. <https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/le-logiciel-en-ligne-devient-un-standard-en-france-1138371>.

“Le Pic Pétrolier.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Pic_p%C3%A9trolier.

“L'épuisement Des Métaux et Minéraux : Faut-Il S'inquiéter?” n.d. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/epuisement-metaux-mineraux-201706-fiche-technique.pdf>.

“Le Réveilleur.” n.d. <https://www.lereveilleur.com>.

“Loi de Moore.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Moore.

“Matrix.” n.d. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Matrix_\(protocole\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Matrix_(protocole)).

“Messagepack.” n.d. <https://msgpack.org/>.

“MIME.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Multipurpose_Internet_Mail_Extensions.

“Miroirs.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Site_miroir.

“Modèle DOD.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Suite_des_protocoles_Internet.

“MUA.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Client_de_messagerie.

“Mutt.” n.d. <http://mutt.org/>.

“On Global Electricity Usage of Communication Technology : Trends to 2030.” n.d. <https://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117>.

“Openbsd.” n.d. <https://www.openbsd.org/>.

“P2P.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Pair_%C3%A0_pair.

“Paradoxe de Jevons.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe_de_Jevons.

“Peertube.” n.d. <https://joinpeertube.org/fr/>.

“PGF/TikZ.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/PGF/TikZ>.

Pitron, Guillaume. n.d. “La Guerre Des Métaux Rares : La Face Cachée de La Transition énergétique et Numérique.”

“PRISM.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/PRISM_programme_de_surveillance.

“Pug.” n.d. <http://pugjs.org/>.

“QUIC.” n.d. <https://en.wikipedia.org/wiki/QUIC>.

“Rapport Meadows: The Limits of Growth.” n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/The_Limits_to_Growth.

“Rapport Shift Project Lean It.” n.d. https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf.

“Rfc7049 - Concise Binary Object Representation (CBOR).” n.d. <https://tools.ietf.org/rfc/rfc7049.txt>.

“Rfc IRC.” n.d. <https://tools.ietf.org/rfc/rfc1459.txt>.

“Scalable Vector Graphics.” n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/Scalable_Vector_Graphics.

“Shift Project.” n.d. <https://theshiftproject.org/>.

“Sixième Extinction de Masse.” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction_de_1%27Holoc%C3%A8ne.

“Smartphone Pour Tous, Quel Prix Pour La Planète ?” n.d. <https://www.franceculture.fr/emissions/cultures-monde/culturesmonde-du-jeudi-28-fevrier-2019>.

“Suckless.” n.d. <http://suckless.org>.

“Survivalistes.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Survivalisme%20survivalisme>.

“Synchronized Multimedia Integration Language (SMILE).” n.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Synchronized_Multimedia_Integration_Language.

“Tel-01668439.” n.d. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01668439>.

“The Importance of Being Textual.” n.d. <http://www.catb.org/~esr/writings/taoup/html/ch05s01.html>.

“The State of Web.” n.d. <https://www.httparchive.org/reports/state-of-the-web?start=latest>.

“The Trajectory of the Anthropocene : The Great Acceleration.” n.d. https://openresearch-repository.anu.edu.au/bitstream/1885/66463/8/01_Steffen_GREAT%20ACCELERATION_2015.pdf.

“TSV.” n.d. <https://en.wikipedia.org/wiki/Type-length-value>.

“Unsustainable Use of Online Video.” n.d. <https://theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/>.

“Watson Health: Get the Facts.” n.d. <https://www.ibm.com/watson-health/about/get-the-facts>.

“Webassembly.” n.d. <https://developer.mozilla.org/fr/docs/WebAssembly/Concepts%5D>.

“What If We Stop Pretending.” n.d. <https://www.newyorker.com/culture/cultural-comment/what-if-we-stopped-pretending>.

“Which Programming Languages Use the Least Electricity?” n.d. <https://thenewstack.io/which-programming-languages-use-the>

“World3 Model.” n.d. <https://fr.wikipedia.org/wiki/World3>.

“Worse Is Better.” n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/Worse_is_better.

“XMPP.” n.d. <https://xmpp.org/rfcs/rfc3921.html>.