

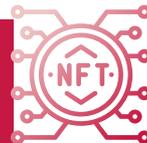


PLAIDOYER POUR CONSTRUIRE UNE SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE GRÂCE AUX LOGICIELS LIBRES

Et autres externalités positives du logiciel libre

Interopérabilité • Prix •
 • **Principes**
 Digital Libertés
 Auteurs Licenses
Logiciel Gratuit
 • Développer • IA Voie • Durabilité
 • **Libre** • Responsable Cloud Ouvert
 Alternative • Domains • Culture Open •
 Changer • Disponible • Sécurité Partage
 • Commun • 3ème • Communauté
 • Source • Cyber
 Confiance Ouvert
 Environnement
 Reversement **Code**

OBJET DE LA NOTE



Et si les crises conjoncturelles que nous vivons ne se limitaient pas aux sphères écologiques, agricoles ou énergétiques? Pouvons-nous un jour envisager d'assister à une véritable tokenisation¹ de nos vies quotidiennes ? Ce scénario d'une dystopie, de plus en plus réelle, est-il possible ou plausible, nécessitant de bâtir une troisième voie du numérique éthique, sobre, sécuritaire et responsable.

Voici une vision de notre avenir numérique et sur la manière dont la technologie pourrait façonner l'Europe. Nous sommes en 2030 et la dernière décennie a été marquée par des avancées technologiques remarquables ayant conduit à de nombreuses améliorations ; vie des individus bousculée, société et économie remaniées. A cette période, nous n'irons plus "en ligne" car les technologies et les services numériques feront partie intégrante de nos habitudes quotidiennes, de notre travail, de notre mode de vie, 24 heures sur 24. Ce scénario, initié par Tokenise Europe 2025,² cherche à promouvoir la tokenisation en Europe.



Figure 1 : Schéma illustratif du scénario de l'initiative Tokenise Europe 2025, Crédits : Roland Berger

¹ Dans le contexte de la sécurisation de données informatiques, la tokenisation est le procédé permettant de remplacer une donnée critique par un élément équivalent qui n'aura aucune valeur intrinsèque ou signification exploitable une fois sortie du système. Le token est l'unité de compte numérique liée à une plateforme basée sur la blockchain. Il permet notamment le paiement de services proposés par la plateforme décentralisée à laquelle il est lié.

² Should Europe Develop Into a Token Economy ? (2023). Dans Roland Berger. Consulté le 29 juin 2023, à l'adresse <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Should-Europe-develop-into-a-token-economy.html>



Par cette prise de position l'Europe souhaiterait réguler ces nouvelles technologies et accueillir les nouvelles grosses entreprises du secteur pour ne pas manquer le virage numérique. Cependant, cette promotion d'un monde où les individus seraient entièrement contrôlés par les datas et les algorithmes intelligents nécessite d'être approfondie. Par définition transparente et décentralisée, la blockchain pensée par l'Union Européenne est à l'opposée des perspectives initiales, en proposant une centralisation des aspects de la vie humaine, sans en analyser ses conséquences. Ce scénario dystopique pourrait devenir réalité s'agissant de l'Internet. Initialement créé pour permettre et faciliter les communications entre les systèmes connectés aux niveaux local, étatique, national et international, les nouveaux enjeux contemporains menacent sa pérennité.

Le citoyen français ressent désormais, à la fois dans son parcours quotidien d'utilisateur public et professionnel, les impacts des décisions géopolitiques entre les grandes puissances. Les crises engendrées par le conflit russo-ukrainien induisent des tensions sur le socle capacitaire ressources, théâtre central d'affrontements ou de pressions grandissantes entre les grandes polarités USA/Europe ou Europe/Russie. Et si le robinet digital nous était coupé de façon volontaire dans une logique d'intimidation d'un État pour asseoir sa domination, soit de façon involontaire par faillite des géants digitaux ? Les États pourraient-ils user de l'Internet pour faire la pluie et le beau temps dans le monde ?

En particulier, la crise énergétique va se faire ressentir jusque dans les écoles, obligeant les élèves à travailler par 45 degrés. Et si un jour le débit de nos infrastructures internet était également limité ou saturé, qu'il nous soit impossible d'avoir accès aux hôpitaux, aux transports en commun ? En France nous avons un French tech dynamique ainsi qu'une Deep tech enviable avec plus de 26 licornes et des levées de fonds record en 2022 à hauteur d'environ 13,5 milliards d'euros.³ Toutefois n'est-ce pas un mirage car la plupart de notre «microbiote» digital est colonisé par des acteurs étrangers ?

Les acteurs publics doivent garantir leur autonomie stratégique, se prémunir contre les menaces Cybers et acquérir des solutions leur permettant de maîtriser, exploiter et préserver l'intégrité de leurs données. En outre, toute solution offrant agilité et souplesse d'exécution budgétaire dans un contexte marqué par des marges de manœuvre réduites pour le décideur, notamment pour financer les projets de traitement de la Data et d'IA, nous paraît utile d'être explorée. Aussi l'opportunité de construire une Infratech numérique souveraine sur les principes d'une troisième voie numérique comme alternative aux géants américains est nécessaire, tant d'un point de vue protection des données et vitalité économique que pour des raisons de transparence démocratique et d'éthique utilisateur.

Le plaidoyer ambitionne la présentation des externalités positives des logiciels libres, mettant en avant leurs impacts bénéfiques dans différents domaines. Il cherche à apporter une réponse opérationnelle aux défis contemporains. En soulignant leur accessibilité, leur flexibilité et leur capacité à favoriser l'innovation collaborative, il aspire à savoir comment les logiciels libres contribuent à l'avancement technologique, à la promotion de l'équité numérique et à la création d'un écosystème favorisant l'interopérabilité et la transparence. Le plaidoyer insiste également sur les avantages économiques, sociaux et éthiques des logiciels libres, mettant en lumière leur potentiel pour stimuler l'innovation, promouvoir le partage des connaissances et renforcer la confiance dans les technologies numériques. Finalement, quels leviers actionner pour faire des logiciels libres un accélérateur de la souveraineté nationale et un vecteur d'externalités positives face aux enjeux sociétaux ?

Nous appréhenderons ainsi en amont les enjeux de souveraineté numérique pour la France et l'Europe, avant de présenter un chemin transitionnel vers une véritable infratech souveraine. Nous focaliserons ensuite notre étude sur les logiciels libres, son marché en pleine croissance et la boîte à outil déterminante pour une infratech souveraine. Enfin, nous nous pencherons sur le levier d'autonomie stratégique et la réponse aux enjeux sociétaux que constituent les logiciels libres, malgré quelques facteurs limitants et des pistes d'accélération possible pour son développement.

³ Coover. (2023, 12 mai). *Quelles sont les 26 startups licornes françaises ? (Mise à jour 2023)*. Consulté le 2 juin 2023, à l'adresse <https://www.coover.fr/presse/licornes-francaises>



SOMMAIRE

Objet de la note	2
I. La souveraineté numérique, une acception sémantique plurielle	7
1. Cadrage sémantique.....	7
(a) Cadrage national.....	7
(b) Cadrage européen.....	8
(c) La protection de la donnée en question.....	9
(d) Définitions et approches de la notion de souveraineté numérique.....	12
1. Définitions.....	12
2. Approches.....	14
2. Une dystopie numérique.....	15
(a) Des géants au pieds d’argiles.....	15
(b) Les géants plus forts que les États ?.....	16
(c) Nos boucliers européens sont-ils adaptés ?.....	18
(d) Du ticket rationnement digital à l’effondrement numérique.....	20
3. La souveraineté numérique pour les politiques régaliennes de la Défense, la France & les Etats-Unis.....	21
(a) La souveraineté numérique au MINARM sur le chemin critique de la supériorité opérationnelle.....	21
(b) Le choix patriotique, des inflexions dans la stratégie de la Maison Blanche.....	24
(c) Face à ces constats, des industriels, fleuron de notre souveraineté nationale ont déjà baissé les bras.....	26
II. Le chemin transitionnel vers une infratech souveraine	29
1. Plan de résilience.....	29
2. Plan de réversibilité.....	30
3. Vers une autonomie stratégique.....	32
4. Envisager une nouvelle gouvernance à l’échelle nationale et européenne.....	34
III. Les Logiciels Libres, un marché en pleine croissance et la boîte à outils déterminante pour une infratech souveraine	36
1. État des lieux, performances et fragilités du secteur des logiciels libres.....	36
(a) Principes.....	36
(b) Fonctionnement.....	38
(c) Les externalités et défis liés à son adoption.....	41
2. Un taux de pénétration avec des expériences éprouvées du logiciel libre.....	43
(a) Le cyber, nouvel enjeu majeur lié à la protection des données.....	43
(b) Une organisation de la ville repensée.....	44
(c) Facteur économique, non négligeable.....	46



3. Le patrimoine numérique de nos grands champions sur un socle volontairement logiciel libre.....	48
(a) DGFIP.....	48
(b) BPCE.....	49
(c) Mairie d'Échirolles.....	50
IV. Un levier d' autonomie stratégique et une réponse aux enjeux sociétaux.....	54
1. Réduction de la dépendance aux producteurs étrangers.....	54
(a) Contrôle des chaînes d'approvisionnement.....	54
(b) Maîtrise des coûts.....	56
(c) Adaptabilité aux besoins.....	57
2. Innovation et compétitivité.....	58
(a) Flexibilité et évolutivité.....	58
(b) Collaboration et partage de connaissances.....	59
(c) Stimulation de l'innovation dans les entreprises.....	60
3. Inclusion numérique, capital et enjeux en matière de ressources humaines.....	61
(a) Formation et compétences.....	61
(b) Le facteur d'attractivité du logiciel libre dans le recrutement.....	63
(c) Production de connaissances et garantie de qualité.....	64
4. Protection de la vie privée et sécurité.....	65
(a) Contrôle des données personnelles.....	65
(b) Sécurité des systèmes d'information.....	67
(c) Transparence et confiance.....	68
5. Durabilité et responsabilité environnementale.....	69
(a) Réduction de la consommation énergétique.....	69
(b) Réutilisation, réparation et lutte contre l'obsolescence programmée.....	72
(c) Contribution à des solutions durables.....	73
V. Facteurs limitants et pistes d'accélération possibles.....	76
1. Les risques et fragilités du marché actuel Open Source.....	76
(a) Le défi de la User eXperience.....	76
(b) Les coûts cachés/ indirects associés.....	77
(c) Les RH : l'enjeu des compétences au coeur du problème.....	79
(d) Absence de normalisation et standardisation.....	80
2. Parangonnage géopolitique mondial.....	81
(a) Etats Unis, une préoccupation majoritairement sécuritaire.....	81
(b) La Chine, recours massif au libre mais émancipation dans son utilisation.....	82
(c) Russie, isolationniste, et mise au ban avec la guerre en Ukraine.....	84
(d) L'Europe est entrée dans la course aux technologies numériques mais progresse lentement.....	87
3. Menaces.....	89
(a) Un soutien inégal de l'administration publique et du secteur privé.....	89
(b) Une réappropriation unilatérale des géants de la Tech.....	90



(c) Le manque d'intégration d'un écosystème morcelé.....	93
(d) Limitation technique, inertie du marché et menaces pour l'innovation.....	93
4. Pistes d'accélération et plan d'actions pour favoriser l'essor d'une véritable filière logiciel libre.....	95
(a) Renforcer la législation sur le droit d'auteur.....	95
(b) Création d'une taxe pour l'innovation numérique et les logiciels libres.....	97
(c) Une IA responsable, souveraine et de confiance basée sur un modèle Open Source.....	98
(d) Education et logiciels libres.....	101
Conclusion -.....	103
Annexes -.....	105



LA SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE, UNE ACCEPTION SÉMANTIQUE PLURIELLE

1. Cadrage sémantique
2. Une dystopie numérique
3. La souveraineté numérique pour les politiques régaliennes de la Défense ; la France et les Etats-Unis





I. La souveraineté numérique, une acception sémantique plurielle

1. Cadrage sémantique

(a) Cadrage national

Emmanuel Macron déclarait à l'occasion de son discours sur la souveraineté économique et industrielle de l'Europe, depuis les Pays Bas, le 11 avril 2023 *“Si l'on accepte de perdre sa souveraineté, ce qui revient à dépendre d'autres, il devient impossible de prendre des décisions pour soi-même ainsi que de préserver et développer sa propre identité. De fait, défendre sa souveraineté n'implique pas de s'éloigner de ses alliés, mais uniquement de choisir ses partenaires et de façonner sa destinée plutôt que de n'être que le simple témoin de l'évolution dramatique du monde. Ainsi, nous devons nous efforcer de contribuer à fixer les règles au lieu de les subir. Nous pouvons y parvenir si nous coopérons et conservons notre esprit d'ouverture et de partenariat”*⁴. Les prises de parole du président français, depuis 2017 et son discours de La Sorbonne⁵, se focalisent sur la coopération européenne et l'aboutissement d'une “souveraineté” et d'une “autonomie stratégique” à l'échelle européenne.

Notion aux interprétations variables et aux contours flous, la souveraineté numérique n'est pourtant pas un concept récent. Dès 2006, certains spécialistes ont alerté sur la nécessité de rebattre la souveraineté des États dont l'exercice devenait indivisible des outils de la puissance technologique⁶. L'expression a depuis été reprise au sein d'instances spécialisées ; Conseil national du numérique, Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP), Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) et par les gouvernements successifs.

En 2009, Michèle Alliot-Marie, alors ministre de l'intérieur, affirmait l'importance de « garantir la souveraineté numérique » et d'« étendre à l'espace numérique le champ de l'état de droit »⁷. Charles Thibout, chercheur à l'Institut des Relations internationales et stratégiques (IRIS) et Senior Researcher à la Joint Européen Disruptive Initiative (JEDI) et André Loesekrug-Pietri, président de JEDI définissait dans un dossier en 2011 la souveraineté numérique comme *“la capacité d'une communauté politique de disposer d'une autorité suffisante sur les trois couches de l'espace numérique ou « cyberspace » (1-couche matérielle comme les câbles sous-marins et les infrastructures 2-une couche logique comme les protocoles, services et applications 3- une couche sémantique avec le flux des échanges d'informations)⁸ et les données qu'il génère, de sorte qu'aucun autre acteur, étatique ou non, ne puisse entraver ses décisions d'ordre politique, économique et social lorsqu'elles s'appliquent sur le territoire qu'elle administre.”*

⁴ Déclaration de M. Emmanuel Macron, président de la République, sur les principaux facteurs de la souveraineté européenne, à La Haye le 11 avril 2023. (2023, 10 avril). Vie Publique. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://www.vie-publique.fr/discours/289074-emmanuel-macron-11042023-union-europeenne>

⁵ Initiative pour l'Europe - Discours d'Emmanuel Macron pour une Europe souveraine, unie, démocratique. (2017, 26 septembre). elysee.fr. <https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/2017/09/26/initiative-pour-l-europe-discours-d-emmanuel-macron-pour-une-europe-souveraine-unie-democratique>

⁶ Benhamou, B., & Sorbier, L. (2006). Souveraineté et réseaux numériques. *Politique étrangère*, Automne(3), 519. <https://doi.org/10.3917/pe.063.0519>

⁷ Untersinger, M. (2019, 20 novembre). L'incertaine mais nécessaire « souveraineté numérique ». *Le Monde.fr*. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/11/20/l-incertaine-mais-necessaire-souverainete-numerique_6019810_3232.html

⁸ Diplomatie N°111- sept -oct 2021, page 52 – Dossier « La souveraineté numérique un enjeu majeur pour l'Europe »



En 2014, après l'affaire Snowden, les premières Assises de la souveraineté numérique ont été suivies par l'établissement d'un Institut de la souveraineté numérique, association chargée de sensibiliser public et élus locaux, notamment via la publication des Cahiers de la souveraineté numérique.

Les réflexions se poursuivent également en parallèle au sein de l'université⁹ et au Sénat¹⁰ avec la production de rapports d'information et d'enquête.

La question de la souveraineté numérique a également été portée au sein des instances européennes. La France est un acteur proactif sur le paysage européen en matière de souveraineté numérique. Depuis sa présidence du Conseil de l'Europe, de janvier à juin 2022, elle a mené malgré la crise ukrainienne la quasi-totalité de ses objectifs. Parmi eux, on retiendra essentiellement l'accord final entre les Etats et le Parlement sur les règles Digital Service Act (DSA)¹¹, Digital Market Act (DMA)¹² et Data Governance Act (DGA)¹³ limitant ainsi le monopole des grandes entreprises, parmi lesquelles les GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft) sur les marchés numériques, dont on reparlera plus loin.

Cependant, son investissement dans les travaux européens ne doit pas éclipser la dynamique nationale à l'œuvre. Le 10 mai 2023, le gouvernement a présenté sa nouvelle loi sur la sécurisation et la régulation de l'espace numérique qui vise à mieux protéger les citoyens, les entreprises et les collectivités sur le web. Cette loi vise également à adapter les trois règlements européens ; DMA, DSA et DGA pour créer un marché unique du numérique en Europe.

(b) Cadrage européen

Ursula Von der Leyen, présidente de la Commission européenne annonçait lors de son discours de l'État de l'Union en 2021 "Le numérique est l'enjeu décisif. *Et les États membres partagent ce point de vue. Les dépenses au titre du volet numérique de NextGeneration EU dépasseront même l'objectif de 20 %.*

Cela témoigne de l'importance d'investir dans notre souveraineté technologique européenne. Nous devons redoubler d'efforts pour façonner notre transformation numérique selon nos propres règles et valeurs."¹⁴.

Depuis, les différentes personnalités politiques des grandes instances européennes n'ont cessé de se manifester autour de cette volonté d'achever une "souveraineté numérique européenne".

Charles Michel, président du Conseil Européen, s'exprimait ainsi en 2021 lors de son intervention au Masters Digital 2021 "Vous êtes particulièrement bien placés pour prendre la mesure du rôle central que

⁹ Annie Blandin-Obernesser, Droits et souveraineté numérique en Europe, Bruxelles, Bruylant, 2016 ; Pauline Türk et Christian Vallar (dir.), La souveraineté numérique, le concept, les enjeux, Mare & Martin, janvier 2018

¹⁰ "Nouvelle stratégie pour l'Union européenne dans la gouvernance mondiale de l'internet", rapport d'information du Sénat, no 696, 2014 ; "Le devoir de souveraineté numérique", Gérard Longuet, rapport de la commission d'enquête du Sénat, no 7, 2019

¹¹ *Législation sur les services numériques : garantir un environnement en ligne sûr et responsable.* (s. d.). Commission européenne. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-services-act-ensuring-safe-and-accountable-online-environment_fr

¹² *Législation sur les marchés numériques : garantir des marchés numériques équitables et ouverts.* (s. d.). Commission européenne. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-markets-act-ensuring-fair-and-open-digital-markets_fr

¹³ *Loi européenne sur la gouvernance des données.* (s. d.). Bâtir l'avenir numérique de l'Europe. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/data-governance-act>

¹⁴ State of the Union. (s. d.). Dans Discours sur l'état de l'Union 2021 de la présidente von der Leyen. State of the Union 2021, Strasbourg, France. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_21_4701



joue la souveraineté numérique dans notre objectif plus large d'autonomie stratégique."¹⁵. Il plaçait ainsi la souveraineté numérique au cœur de l'autonomie stratégique de l'UE et en faisait un axe de travail principal.

En matière législative, l'UE fait figure de proue avec son règlement sur la protection des données (RGPD)¹⁶ adopté le 27 avril 2016 par la Commission Européenne. On peut également mentionner les trois nouveaux textes venus se greffer à cette nouvelle vague législative numérique ; le **DSA**, le **DMA** et le **DGA**.

L'Europe cherche à garantir des technologies numériques sûres et sécurisées, un environnement en ligne compétitif pour les PME, des pratiques sûres en matière de cybersécurité, un accès équitable aux possibilités numériques pour tous, ainsi que le développement d'innovations durables économes en énergie et en ressources. Un programme décennal¹⁷, « Décennie numérique de l'UE à l'horizon 2030 », entérine cette volonté de l'UE à travers un cadre et des objectifs précis.

Thierry Breton, commissaire européen, chargé du marché intérieur, de la politique industrielle, du numérique, de la défense et de l'espace, est intervenu à propos de la création de ce plan décennal *« Il est important que l'Europe souscrive à la décennie numérique afin de garantir la réussite de notre transformation numérique. Pour y parvenir, nous devons donner la priorité au développement d'ingénieurs hautement qualifiés, à une connectivité accrue sur tout le continent et à l'amélioration des infrastructures pour nos PME. En mettant l'accent sur les technologies clés telles que la 5G, l'informatique en nuage, les réseaux de fibres optiques, l'informatique quantique et la microélectronique, nous collaborerons avec les États membres pour atteindre notre finalité de résilience et d'autonomie d'ici à 2030. »*¹⁸.

Son intervention a été appuyée par celle de Margrethe Vestager, vice-présidente exécutive *« pour une Europe adaptée à l'ère du numérique », « Le rôle que joue la technologie dans nos sociétés et dans nos vies va continuer de gagner en importance. Grâce au mécanisme de suivi, nous disposons désormais de finalités concrètes quant à la manière de mettre la technologie numérique au service des citoyens et des entreprises. »*¹⁹.

L'Union européenne s'est ainsi saisie de l'enjeu crucial de la consécration d'une souveraineté à son échelle, et la nécessité de s'émanciper des acteurs étrangers omnipotents. Elle entend bâtir une souveraineté industrielle vers des technologies propres et indépendantes.

(c) La protection de la donnée en question

Le numérique est une sphère dans laquelle la primauté est particulièrement contestée. Un avantage peut fournir un atout compétitif stratégique majeur à l'échelle globale. Les technologies numériques peuvent représenter des vulnérabilités critiques lorsqu'elles ne sont pas maîtrisées ou qu'elles ne bénéficient pas d'un certain niveau d'indépendance nationale. Des tentatives de domination ennemies ou d'intimidation de

¹⁵ La souveraineté numérique est au cœur de l'autonomie stratégique européenne. (2021, 3 février). Dans *discours du président Charles Michel lors de l'événement en ligne « Masters of Digital 2021 »*. Masters of Digital 2021. <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2021/02/03/speech-by-president-charles-michel-at-the-digital-europe-masters-of-digital-online-event/>

¹⁶ [L_2016119FR.01000101.xml](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679). (s. d.). Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679>

¹⁷ *Décennie numérique de l'Europe : objectifs numériques pour 2030*. (s. d.). Commission européenne. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_fr#prochaines-%C3%A9tapes

¹⁸ Commission Européenne. (2023, 9 janvier). *Lancement du premier cycle de coopération et de suivi pour la réalisation des cibles de la décennie numérique de l'UE à l'horizon 2030* [Communiqué de presse].

¹⁹ *Ibid*



puissances concurrentes peuvent survenir, même de camps initialement considérés alliés, comme les États-Unis.

Or, la France ne semble pas prendre la mesure de la menace. Elle ne se montre pas active dans l'armement face à la crainte d'une potentielle ingérence étrangère, d'une dépendance majeure, alors que nous sommes conscients que le numérique a pris le contrôle de nombreuses strates de nos vies et que le marché ne cesse de croître. Pour l'ensemble du secteur, Numeum réévalue légèrement sa prévision de hausse de croissance initiale à 7,5% pour l'année 2022 avec une taille du marché évaluée à 60,9 milliards d'euros. Les prévisions notent même une hausse de 5,9 % de croissance pour l'année 2023 dans le secteur²⁰. Les principaux leviers de croissance sont le cloud, la transformation digitale, l'IoT, la sécurité et le Big Data. Dynamiques, ils permettent de booster l'innovation et de rester compétitifs dans les domaines de souveraineté.

En outre, leur maîtrise est susceptible d'améliorer la compétitivité économique des entreprises, et donc l'autonomie du pays. Lancée en 2017, Thales a créé une première « Digital Factory » à Paris en investissant 150 millions d'euros pour cette première initiative²¹, avant d'en ouvrir deux autres l'année suivante à Singapour et au Canada. Au cours des cinq dernières années, Thales a investi plus de 7 milliards d'euros dans quatre technologies numériques clés : connectivité, mégadonnées, IA et cybersécurité²². Cependant, ces investissements restent maigres face à l'industrie américaine. Le géant de la défense américaine Lockheed Martin a investi plus d'un milliard de dollars²³ dans son usine et sa transformation numérique au cours des six dernières années. Les investissements ne sont donc pas comparables entre les deux industries. Thales reste frileux et ne semble pas se donner les moyens de gagner le combat. De même pour le marché de capitaux, il ne semble pas en mesure d'absorber le besoin de financement des porteurs de projets et encore moins d'investir sur du long terme afin de permettre un passage à l'échelle des technologies de laboratoires, pourtant actif intellectuel précis et envié à l'international.

La notion de « souveraineté numérique » est un concept lui-même à géométrie variable et « poupée russe ». Il intègre depuis peu trois sous-ensembles que sont l'IA, le Quantique, le Cyber et le Cloud²⁴ (informatique en nuage). La définition est plurielle, et le cadre juridique reste encore à se structurer. Il est étroitement lié à la notion de puissance économique, de stratégie économique industrielle et de sécurité.

Le Cyber était à l'origine un sous sujet du numérique. Il est devenu depuis une dizaine d'années un enjeu central, plus englobant, intégrant d'une part des problématiques de gouvernance et d'organisation et d'autre part de multidisciplinarité. De très nombreuses entreprises expérimentent et lancent leur transformation numérique via l'adoption de nouveaux processus et outils. Et ce, d'autant plus depuis la hausse de l'impact des cyberattaques. Selon une étude économique menée par le cabinet Asterès, le coût des cyberattaques

²⁰ Bilan 2022 et perspectives 2023 du secteur numérique : +7,5 % de croissance attendue en 2022, et des perspectives prometteuses pour un secteur à la recherche de talents | Numeum. (s.d.). Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://numeum.fr/actu-informatique/bilan-2022-et-perspectives-2023-du-secteur-numerique-75-de-croissance-attendue-en>

²¹ Investir. (2017, 14 juin). BREF - Thales ouvre une « digital factory », partenariat en cybersécurité avec Station F. *Investir*. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://investir.lesechos.fr/actu-des-valeurs/la-vie-des-actions/bref-thales-ouvre-une-digital-factory-partenariat-en-cybersecurite-avec-station-f-1727027>

²² Bourse, Z. (s.d.). Thales : investit dans une jeune pousse canadienne, AI Redefined (AIR) | Zonebourse. <https://www.zonebourse.com/>. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://www.zonebourse.com/cours/action/THALES-4715/actualite/Thales-investit-dans-une-jeune-pousse-canadienne-AI-Redefined-AIR-41890712/>

²³ Digital technology : A centerpiece of Future Vertical Lift. (s.d.). Lockheed Martin. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/2022/digital-technology-a-centerpiece-of-future-vertical-lift.html>

²⁴ Informatique en nuage



réussies sur les systèmes d'information des organisations françaises s'élèverait à 2 milliards d'euros en 2022 entre les coûts effectifs, les demandes de rançons et la perte de productivité engendrée²⁵.

La suprématie des États-Unis dans le cyberspace est massive sur l'ensemble de ses couches (informationnelle, logicielle et matérielle) notamment grâce à l'avantage technique offert par la création et la diffusion élargie d'internet²⁶, même si les Chinois ont réussi à pénétrer le monde de la 5G et sont sur le champ de bataille pour la 6G. Cependant ce n'est pas le seul motif de supériorité. Les États-Unis doivent leur position dominante notamment en raison des capitalisations boursières sans précédent. Ils voient passer 9,7 % des communications entre l'Europe et l'Asie²⁷.

La notion de souveraineté numérique est généralement associée à la protection des données. Le Cloud Act et la panoplie de l'arsenal juridique (Fisa, Patriot Act, etc) représentent un risque de perte de souveraineté en matière de transfert de données personnelles vers les entreprises américaines, les GAFAM (Google, Amazon, Apple, Facebook, Microsoft). Les géants chinois, BATX (Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi), quant à eux, nous tiennent par les nouvelles routes de la soie et par les métaux rares intégrés dans les satellites, téléphones et semi-conducteurs, en produisant notamment 88 % des terres rares qu'elles soient exploitées sur leur territoire ou en Afrique²⁸.

Les GAFAM pesaient plus de 4 200 milliards de dollars de capital à eux cinq en 2019²⁹. Début 2022, ils valaient plus de 9 000 milliards de dollars, et près de 20 % de l'indice S&P 500³⁰. Les BATX représentent à eux quatre plus de 950 milliards de dollars de capitalisation boursière en 2020³¹.

Pour l'ensemble des acteurs mondiaux institutionnels ou entreprises, le numérique représente une part importante des dépenses. Selon les chiffres de la Commission européenne³², en 2020, l'UE investissait cinq fois moins en R&D privée dans la Tech que les États-Unis (200 milliards d'euros contre 40), alors que la Chine atteignait les 64 milliards d'euros, dépassant largement l'Europe. Selon les données de la société d'études de marché IDC³³, les dépenses en transformation digitale aux États-Unis ont continué à augmenter depuis 2018, en 2020, elles ont atteint environ 1,3 billion de dollars, contre 1,1 billion de dollars en 2018. On constate également une augmentation sur le territoire européen avec 305 milliards de dollars en 2020, contre 265 milliards de dollars en 2018. On peut donc s'attendre à ce que les coûts de la transformation numérique depuis cette période aient augmenté de façon croissante voire exponentielle.

²⁵ Guillaume Moukala Same, & Charles-Antoine Schwerer. (2023). Les cyberattaques réussies en France : un coût de 2 Mds € en 2022. Dans *Astères*. Consulté le 21 août 2023, à l'adresse <https://asteres.fr/etude/les-cyberattaques-reussies-en-france-un-cout-de-2-mdse-en-2022/>

²⁶ Harrel, Y. (2021). Comparatif des cyberpuissances : Etats-Unis, Chine, Russie. *Conflits : Revue de Géopolitique*. <https://www.revueconflits.com/comparatif-cyberpuissances/>

²⁷ Camille Morel, « Les Câbles sous-marins : un bien commun mondial ? », études, n°3, mars 2017, p.23

²⁸ Pitron, G. (2021). *L'enfer numérique : Voyage au bout d'un Like*. Éditions Les Liens qui libèrent.

²⁹ Dulieu, L. (2019, 16 septembre). L'expansion des BATX, les GAFAM chinois. *France Culture*. <https://www.radiofrance.fr/franceculture/l-expansion-des-batx-les-gafam-chinois-8188222>

³⁰ Piquard, A. (2022, 21 février). Infographie : Des GAFAM plus puissants que jamais. *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/02/19/infographie-des-gafa-plus-puissants-que-jamais_6114395_3234.html

³¹ *Ibid*

³² *EUR-Lex* - 52020DC0628 - EN - *EUR-Lex*. (s.d.). Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A628%3AFIN>

³³ Worldwide Semiannual Digital Transformation Spending Guide. (2020). Dans *IDC*. Consulté le 16 mai 2023, à l'adresse https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P32575



(d) Définitions et approches de la notion de souveraineté numérique

1. Définitions

Nombreuses sont les personnalités politiques, acteurs institutionnels et privés ayant promu leur propre appréciation de la définition de la souveraineté numérique.

Le SGDSN³⁴ a entrepris, lors de la création de la *Revue stratégique de cyberdéfense*, une définition du concept de souveraineté numérique. Il a alors été entendu comme *“le fait de conserver une capacité autonome d’appréciation, d’action et de décision dans le domaine cybernétique, tout en protégeant d’autres composantes de la souveraineté nationale face aux nouvelles menaces engendrées par la numérisation.”*³⁵. La souveraineté doit notamment reposer sur *“la maîtrise de certaines technologies telles que le chiffrement, et sur la consolidation d’une base industrielle nationale ou européenne.”*

De façon plus généraliste, certains allient la souveraineté numérique avec la souveraineté régalienn, étatique. Henri D'agrain définit la souveraineté de l'Etat comme *“l’ensemble des compétences qu’il dispose pour exercer son autorité sur une population située sur un territoire de manière légitime en droit.”*³⁶. Etant historiquement un attribut de l'Etat, la souveraineté doit donc s'exercer à l'identique dans l'espace numérique et dans l'espace physique. La première responsabilité de l'Etat souverain est de faire régner la sécurité des biens, des personnes et l'ordre public, dans l'espace numérique au même titre que dans l'espace physique.

Jean Penciolelli, met lui en avant la confusion entre numérique et régalien. Pour lui, la question principale est de savoir *“quels sont les objets à l’intérieur des fonctions régaliennes garantissant la liberté d’expression, le droit à choisir (entendue ici comme la maîtrise de son destin) ou encore l’intérêt général”*³⁷. L'identité des personnes, la monnaie et la sécurité des personnes sont pour lui des instruments régaliens donnant des clés de lecture pour l'achèvement d'une souveraineté étatique, et notamment en matière de souveraineté numérique.

En outre, certains mettent au centre de leur réflexion l'appropriation de certains attributs de la souveraineté par les entreprises grâce à leur position sur le marché³⁸, tandis que d'autres s'inquiètent du destin des citoyens à travers l'usage de ces nouvelles technologies. Pierre Bellanger étaye cette problématique correspondant à *“ la maîtrise de notre présent et de notre destin tels qu’ils se manifestent et s’orientent par l’usage des technologie et des réseaux informatiques, engageant de fait “l’extension de la République dans cette immatérialité informationnelle qu’est le cyberspace” et “l’expression sans entrave, sur les réseaux numériques, de la volonté collective des citoyens”*³⁹.

Enfin, d'autres personnalités ont détaillé des définitions axées plus particulièrement sur la défense et la sécurité, complétant ainsi ces approches plus généralistes de la notion.

Tout d'abord, Mick Levy, dont l'idée repose sur deux angles; la souveraineté technologique et la souveraineté des données⁴⁰. S'agissant de la première elle *“induit une dépendance vis à vis des autres*

³⁴ Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale

³⁵ Rapport d'activités 2017 - SGDSN. (2018). Dans *SGDSN*. Consulté le 13 avril 2023, à l'adresse <https://www.sgdsn.gouv.fr/files/files/Publications/rapport-sgdsn-2017.pdf>

³⁶ AromatesRD. (2021, 19 mai). *5èmes Assises de la Souveraineté Numérique* [Vidéo]. YouTube. Consulté le 22 mai 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=nqdMLqtYtd4>

³⁷ AromatesRD. (2021, 19 mai). *5èmes Assises de la Souveraineté Numérique* [Vidéo]. YouTube. Consulté le 22 mai 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=nqdMLqtYtd4>

³⁸ Blandin-Obernesser, A. (2016b). Droits et souveraineté numérique en Europe. Dans *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. French National Centre for Scientific Research. <https://univ-rennes.hal.science/hal-01271734>

³⁹ Bellanger, P. (2012). De la souveraineté numérique. *Le Débat*, 170(3), 149. <https://doi.org/10.3917/deba.170.0149>

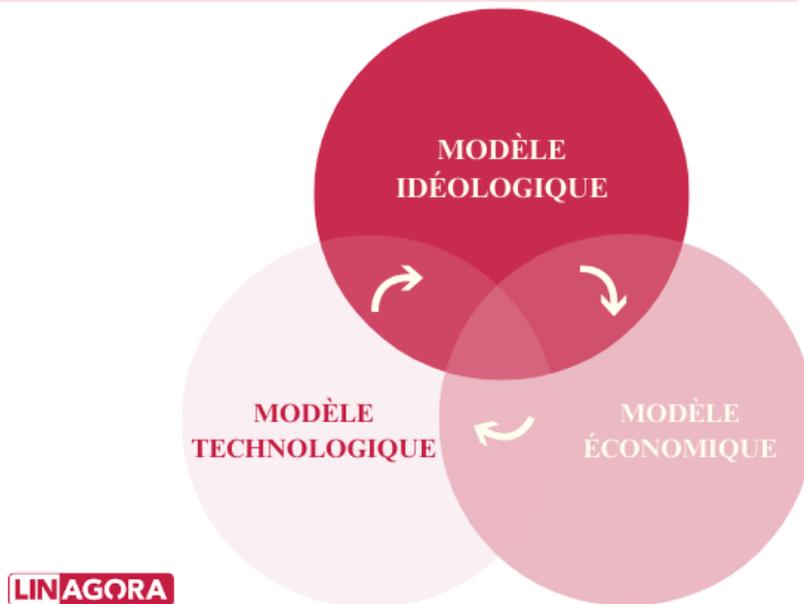
⁴⁰ Trench Tech. (2022, 2 novembre). *Asma Mhalla - Etats & Big Tech : les liaisons dangereuses* [Vidéo]. YouTube. Consulté le 22 mai 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=ew0VONHxw2Q>



acteurs”. La seconde, quant à elle, serait “cette capacité qu’on les GAFAs, qu’on certaines entreprises de la Tech - on pourra aussi parler de la Chine - à récupérer nos données et, par certains liens en plus avec les Etats, à amener même certains risques en termes d’espionnages entre Etats et autres.”.

Enfin, Asma Mhalla, donne une clé de lecture précise de la souveraineté étant à la fois “le caractère d’un Etat qui n’est soumis à aucun autre Etat” ainsi que “la capacité d’un Etat à décider de ce qui se passe au sein de ses frontières de façon totalement indépendante et autonome, indépendamment des forces extérieures.”⁴¹. Il faut faire le lien entre la volonté d’une autonomie stratégique, appuyée par Emmanuel Macron, et la souveraineté technologique. La souveraineté serait défensive normative/ normative défensive. C’est à dire qu’elle doit être à la fois normative en termes de réaction, notamment via l’adoption de normes (DSA, DMA, RGPD) mais également proactive, via une stratégie industrielle et technologique précise. Cette définition rejoint le modèle de triptyque⁴² également avancé par Asma Mhalla. Selon cette dernière, le modèle idéologique (entendu au sens politique et stratégique) préempterait, contrôlerait et déterminerait le modèle économique, qui lui-même fixerait le modèle technologique, et ce, ainsi de suite avec un renouvellement sans fin de ces cercles.

Interprétation graphique du triptyque de la souveraineté numérique défini par Asma Mhalla



LINAGORA

Source : Infographie explicative de la souveraineté numérique vue sous le prisme d’Asma Mhalla, interprétée LINAGORA.

Propriété de LINAGORA, toute reproduction interdite.

Figure 2 : Infographie interprétative du triptyque de la souveraineté numérique défini par Asma Mhalla, Crédits : LINAGORA

Concept aux différentes interprétations, il peut être entendu à travers l’extension de la souveraineté étatique dans l’espace numérique ou à travers l’imagination de nouvelles formes de souveraineté. Disposant de significations multiples, à la fois juridiques, économiques, techniques ou encore “fonctionnelles”, elles s’opèrent en outre à différents niveaux, national (conservation des données sur un “cloud souverain”), européen (protection des données personnelles) ou encore international (gouvernance du réseau).

⁴¹ Ibid

⁴² « Le numérique est fondamentalement politique » (Asma Mhalla, spécialiste Techno Politics) | Monde Numérique - Le meilleur de la tech. (2022, 21 novembre). Monde Numérique - Le meilleur de la tech. Consulté le 22 mai 2023, à l’adresse <https://mondenumerique.info/episode/le-numerique-est-fondamentalement-politique-asma-mhalla-specialiste-techno-politics>



2. Approches

La notion de souveraineté englobe plusieurs approches dues à la multiplicité d'acteurs interagissant sur le sujet. Parmi elles, on peut notamment citer trois types d'approches; juridique, politico-économique et libérale.

La première met en lumière la souveraineté des États⁴³. On peut la rapprocher des fonctions régaliennes inhérentes à l'Etat. Alors que les instruments de leur souveraineté deviennent indivisibles de la technologie numérique, les États s'arrogent de l'extension de leur pouvoir de légiférer sur les réseaux, le respect de leur autorité, et l'égalité dans les instances de gouvernance face à l'hégémonie américaine, et la montée en puissance de la Chine.

Deux conceptions s'opposent alors selon les États. D'un côté, des pays comme la Russie, la Chine ou l'Iran, retiennent une conception autoritaire voire offensive. Ces derniers mettent en avant leur droit de recouvrer le contrôle des espaces numériques mais également d'y appliquer les lois et la promotion de leurs intérêts. Cette conception est contraire à celle adoptée par les pays européens comme la France ou l'Allemagne par exemple, où l'approche est plutôt libérale et défensive. Cette dernière consiste davantage dans le droit pour l'État de protection de ses citoyens ainsi que de leurs libertés face aux entités malveillantes ou mues par des intérêts uniquement commerciaux.

La deuxième approche serait celle des opérateurs économiques, basée sur une approche de nature politique et économique, où les géants du numériques domineraient le marché en imposant leurs règles. On le sait, les GAFAM bénéficient d'une certaine suprématie sur les marchés, ce qui leur permet notamment d'exercer un fort pouvoir de commandement et de réglementation dans le cyberspace. Ces entités ont les pleins pouvoirs sur la définition des conditions générales d'utilisation des services en ligne devenus incontournables, le développement des algorithmes, la destruction de contenus en ligne, la clôture d'un profil utilisateur ou encore la marchandisation des données personnelles dont elles supervisent le stockage sur leurs infrastructures. Ce ne sont pas les seuls pouvoirs qu'elles s'octroient puisque certaines se lancent dans la création de leur propre monnaie virtuelle (Bitcoin, projet Libra) ou encore se parent de leurs propres services de règlements des différends. Certains projets de sociétés fondés sur le progrès technologique auraient vocation à revendre des services équivalents voire supérieurs à ceux des États, ainsi remplacés. Pour cette raison, les entreprises qui souhaitent concurrencer ces opérateurs technologiques à super influence ne sont pas sensibles à la même définition de la souveraineté.

Le directeur d'OVH Cloud, Michel Paulin, lors de son allocution lors de l'évènement OpenSource Pro, organisé par LINAGORA le 28 avril 2023, déclarait ainsi ; *“Pour les industriels, il s'agit davantage d'un sujet de maîtrise des risques et de dépendance et non de souveraineté qui est l'apanage d'un Etat”*. La nature différente des enjeux pousse les entités privées à ne pas avoir la même approche en ce qui concerne l'édification d'une future stratégie dans l'achèvement d'une souveraineté numérique.

De même, Laurent Treluyer évoque ces enjeux à travers quatre piliers indispensables dont l'Etat doit se saisir; la régulation, la sécurité, le financement et la formation. Les problèmes de monopoles et de réversibilité sont des questionnements omniprésents, tout comme le financement des failles de sécurité par les entreprises et le rôle minoritaire de l'Etat dans ces financements. Pour que l'approche économique soit plus équilibrée il faut rétablir un marché concurrentiel, où les entreprises qui veulent agir ne sont pas limitées par les acteurs hégémoniques.

Enfin, l'approche libérale est axée sur la souveraineté des utilisateurs, et se montre plus individualiste. Prenant sa source dans les fondements de la souveraineté populaire, défendant l'idée que les citoyens sont la

⁴³ Türk, P. (2013). La souveraineté des États à l'épreuve d'internet. *Revue du droit public*, 6



source de tout pouvoir, elle se rapporte au droit des personnes à s'autodéterminer. Les utilisateurs ont le droit de faire des choix, de communiquer leurs préférences, de s'émanciper de certaines applications et d'intervenir sur les forums dédiés à la normalisation technique ou uniquement en tant que consommateur. Le pouvoir, tel que défini ici, peut alors être exercé collectivement, dans le cadre de communautés d'utilisateurs (logiciels libres par exemple), ou à titre individuel. En outre, il peut s'exprimer à travers des droits et garanties, comme le droit à la protection des données, la portabilité des données, ou encore le droit à l'oubli et au déréférencement.

La notion de souveraineté numérique n'est donc pas à limiter dans son interprétation, car dans son acception la plus large, elle renvoie à l'autodétermination et au pouvoir de commandement. Il est donc indispensable de prendre en compte l'ensemble de ces perspectives afin d'appréhender au mieux cette notion complexe et multidimensionnelle.

2. Une dystopie numérique

(a) Des géants au pieds d'argiles

Les géants ont réussi à coloniser l'ensemble de notre parcours numérique, que cela soit en tant que citoyens (les villes ont investi dans des panneaux de signalisation « pour tout acte commercial » alors que les conducteurs misent sur Waze), en tant qu'utilisateur privé (dépendance aux réseaux sociaux et aux smartphones américains/asiatiques, alors qu'une option de smartphone éthique et réparable existe avec Fairphone) et surtout en tant que salarié (notre productivité quotidienne dépend de la facilité d'usage de notre digital workplace et des applications métiers sur lesquelles ont investi les GAFAM notamment). La totalité de nos métiers est « digitalo-dépendante », aucun train, aucun hôpital, aucun Rafale ne sont opérants sans numérique.

Comme en 2001 avec la bulle internet, puis en 2008, avec la faillite de Lehman Brothers qui avait entraîné une crise financière mondiale, n'assistons-nous pas à l'effritement des géants du numériques ?⁴⁴

Le conflit ukrainien, la crise énergétique, le prix des matières premières, ont pour la première fois fait tanguer les nouveaux « too big to fall », ceux sur qui la quasi-totalité de l'ensemble de nos opérations digitales reposent, autant dans la sphère privée que professionnelle. En octobre 2022, le Financial Times estimait la baisse de la valorisation boursière de tous les GAFAM à près de 800 milliards de dollars⁴⁵. Le 18 novembre 2022, Microsoft voyait ses pertes de valeur en bourse, par rapport à son plus haut cours historique, dégringoler de 805 milliards de dollars, Amazon de 1001 milliards de dollars, ce qui correspond à 45 % de l'ensemble du Cac 40. Pour la première fois, le monde de la Tech peine à lever des fonds, et les start-up à embaucher. Aux Etats Unis, ce sont au total près de 160 000 talent de la Tech qui ont été remerciés en 2022⁴⁶ ; 11 000 employés licenciés chez Meta, 12 000 chez Google, 18 000 chez Amazon, entre autres. Ces licenciements avaient été anticipés au vu de la récession mondiale de 2023, notamment du fait de l'inflation, de la hausse des taux d'intérêts et de la crise de l'énergie. Les géants du numérique n'ont eu d'autre alternative que de se séparer d'un grand nombre de leurs collaborateurs.

⁴⁴ Annexe 1, Extrait du journal *Marianne*, du 24 au 30 novembre 2022.

⁴⁵ Waters, R., & Murphy, H. (2022, 27 octobre). Brutal week for Big Tech with nearly \$ 800bn wiped off valuations. *Financial Times*. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse <https://www.ft.com/content/3abf8c31-95bb-47ea-a461-351a5fbfaa4d>

⁴⁶ Layoffs.fyi. (2023, 11 mai). *Layoffs.fyi - Tech Layoff Tracker and Startup Layoff Lists*. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse <https://layoffs.fyi/>



En outre, la faillite récente des rois des cryptos monnaies comme FTX, seconde plateforme mondiale d'échange, a entraîné avec elle 1 million de créanciers⁴⁷. Enfin, le récent rachat, chaotique, de Twitter par Elon Musk pour 44 milliards de dollars⁴⁸ après des mois de tergiversations nous pousse à accroître notre degré de vigilance quant aux capacités des États à faire reposer leurs démocraties et l'avenir de leurs fleurons industriels sur des mirages numériques.

(b) Les géants plus forts que les États ?

Le numérique peut être perçu comme une arme par destination des États dans le but d'en soustraire un autre, ou de l'intimider. Durant l'été 2020, Donald Trump avait affirmé vouloir interdire l'application TikTok, chinoise d'édition, sur le territoire américain car il y voyait un danger pour ses citoyens. Ce dernier souhaitait le rachat de l'application par une entreprise américaine, afin de s'assurer qu'aucune fuite de données ou de risques d'espionnages éventuels aux États-Unis ne surviennent⁴⁹. Cette volonté illustre directement le poids du pouvoir numérique au sein de la sphère politique, et la guerre économique indirecte entre la Chine et les États-Unis qui s'opère via ces supers puissances numériques. Les États-Unis comptent plus de 50 millions d'utilisateurs inscrits sur la plateforme TikTok, c'est donc un outil de soft power sans précédent pour la Chine qui peut, via cette application, toucher pratiquement 1 citoyen américain sur 6 à travers le contenu publié. Cela en fait donc un instrument de propagande inquiétant pour les politiques américains surtout lorsque l'on connaît le lien étroit entre le Parti Communiste Chinois et Bytedance (maison mère de TikTok) et la censure s'opérant sur la plateforme. Une Américaine de religion musulmane, à la suite de la publication en novembre 2019 d'une vidéo dénonçant le traitement de l'ethnie Ouïghour au Xinjiang, s'était vue suspendre son compte et sa vidéo par l'organisme⁵⁰.

Ces plateformes sont des véritables terrains de guerre froide virtuels, et la question se pose sur le contrôle de ces entités par les gouvernements, et notamment aux États-Unis. La proximité entre l'État et les GAFAM n'est pas négligeable. Charles Thibout intervenait sur cette relation⁵¹ ainsi « *Les technologies numériques s'imposent comme la substructure essentielle de l'économie contemporaine, par quoi leur position dominante en fait des agents dominants du champ économique et partant, des agents du champ du pouvoir.* ». Le pouvoir économique des GAFAM et le pouvoir politique de l'État ne peuvent être dissociés et pris comme indépendants. Ils interagissent dans l'écosystème de manière systématique, et Charles Thibout appuie une nouvelle fois ce lien comme tel « *La frontière est mince entre fourniture de biens et services et conception des politiques publiques.* ». Actuellement ces deux sphères sont indissociables et les enjeux de demain se jouent entre leurs mains, à travers les diverses prises de positions et politiques établies. Cette influence se retrouve également sur la répartition des employés des GAFAM. Si l'on s'appuie sur le diagramme

⁴⁷ Leparmentier, A. (2022, 13 novembre). FTX, la faillite qui ébranle les cryptomonnaies. *Le Monde.fr*. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/11/12/ftx-la-faillite-qui-ébranle-les-cryptomonnaies_6149585_3234.html

⁴⁸ Afp, L. M. A. (2023, 20 avril). Elon Musk a racheté Twitter et licencié une partie de ses dirigeants. *Le Monde.fr*. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/pixels/article/2022/10/28/elon-musk-rachete-twitter-et-licencie-une-partie-de-ses-dirigeants_6147637_4408996.html

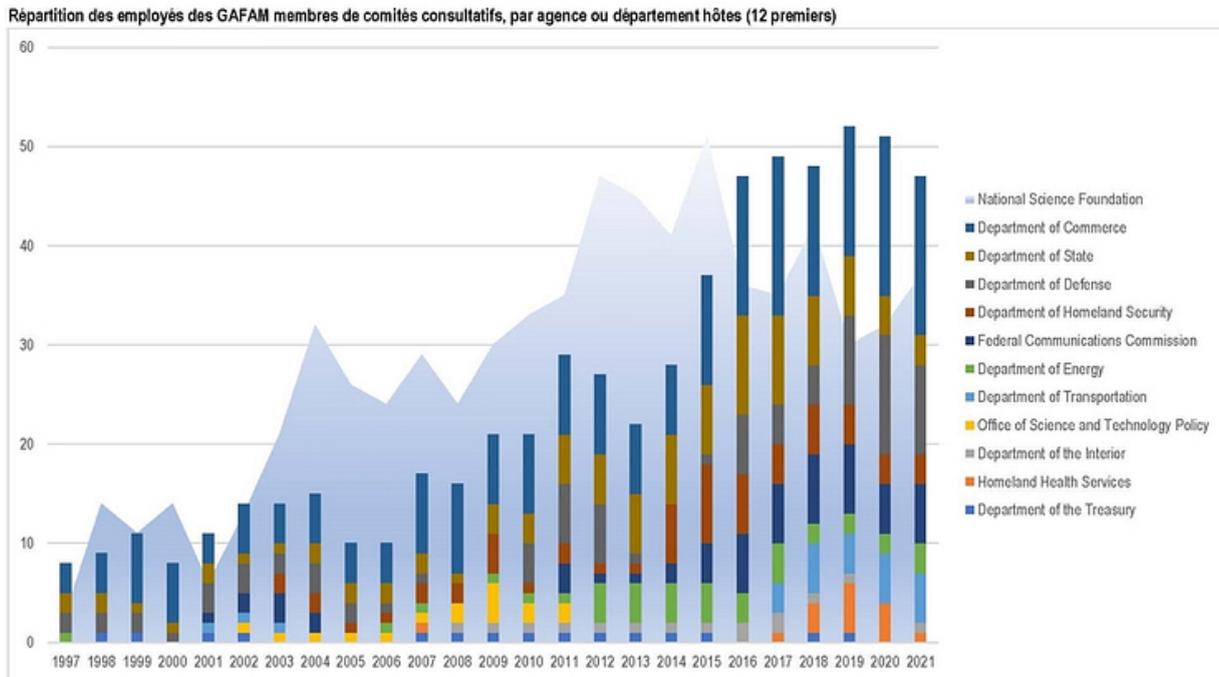
⁴⁹ *TikTok : un cas exemplaire de guerre numérique entre les États-Unis et la Chine*. (2020, 2 novembre). Ecole de Guerre Economique. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse <https://ege.fr/infoguerre/2020/11/tiktok-cas-exemplaire-de-guerre-numerique-entre-etats-unis-chine>

⁵⁰ Arena, S. (2019, 28 novembre). TikTok admet avoir suspendu la vidéo sur les Ouïghours, mais « par erreur ». *Le HuffPost*. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse https://www.huffingtonpost.fr/international/article/tiktok-admet-avoir-suspendu-la-vidéo-sur-les-ouïghours-mais-par-erreur_155782.html

⁵¹ *Les GAFAM et l'État : quelles évolutions du champ du pouvoir ? : Interview de Charles Thibout*. (2022, 13 mai). IRIS. Consulté le 17 mai 2023, à l'adresse <https://www.iris-france.org/167483-les-gafam-et-letat-queelles-evolutions-du-champ-du-pouvoir/>



ci-dessous, on constate que nombre d’entre eux sont de plus en plus issus de services ou d’administration de l’État américain.



Source : données FACA - ©Charles Thibout
Lecture : pendant l'année fiscale 2021, 16 représentants des GAFAM étaient membres d'un comité consultatif du département du Commerce.

Figure 3 : Diagramme en barres de l’évolution de la répartition des employés des GAFAM membres de comités consultatifs, par agence ou département hôtes (12 premiers), Crédits : Charles Thibout, IFRI

Les intérêts de ces deux espaces s’entrechoquent. D’une part, les GAFAM tirent parti du poids géopolitique et du réseau diplomatique américain afin de renforcer leur positionnement à l’étranger et ainsi conquérir de nouveaux marchés. Les partenariats avec le gouvernement leur permettent de guider les orientations politiques et la réglementation plutôt que d’être un acteur intervenant par l’extérieur.

D’autre part, les États sont freinés dans la mise en place de leurs actions. Matériellement, ils pourraient tout à fait démanteler ou assujettir ces entreprises à des régulations plus contraignantes, mais dans les faits c’est autrement plus complexe. L’État est tributaire de ces mêmes entreprises qui le fournissent pour tous les services politiques et économiques, constituant ainsi une dépendance majeure aux outils développés par ces firmes.

L’interrogation subsiste actuellement sur la potentielle capacité des États à fonctionner sans ces supers puissances privées qui dominent la sphère numérique, et de nombreux domaines connexes. On en vient même à se demander si les géants du Web, pesant financièrement plus que les États, sont réellement assujettis par des lois régulant leur action.

Est-ce que dans le futur la capacité d’un État à fonctionner sans ces entités peut -elle être remise en cause ? Les solutions apportées comme la nationalisation de ces plateformes ou la mise sous tutelle publique des activités semble utopique car les conséquences financières impacteraient trop durement l’écosystème mondial. Jean- François Soupizet dans un article « Les géants du Net face aux Etats »⁵² a établi trois trajectoires d’évolution ; les géants du Net l’emportent et les États disparaissent ; les géants du Net se diluent avec le retour d’un multilatéralisme et de la primauté des États ; le monde se fracture en deux blocs principaux, une régulation démocratique en Occident, un régime autoritaire en Chine et chez ses alliés.

⁵² Soupizet, J. (2021). Les géants du Net face aux Etats. *Futuribles*, N° 444, 5-23. <https://doi.org/10.3917/futur.444.0005>



Dans le premier scénario retenu, les États Unis et la Chine renforcent leur position dominante. Ils arrivent à trouver un accord politique et refondent entièrement la place des acteurs privés dominants. Ils s'appuient sur des modèles de gouvernance comme l'ICANN⁵³. Progressivement les "Smart City" deviennent le modèle dominant d'administration et les États ont un rôle davantage consultatif que décisionnel. On peut l'entendre comme le crépuscule du monde d'aujourd'hui.

S'agissant de la deuxième trajectoire, le changement découlerait d'une revendication citoyenne motivée par l'aspect environnemental et l'inquiétude liée à la suprématie des algorithmes. L'État reprendrait son rôle de régulateur. Aux États-Unis, le gouvernement contrôlerait strictement le périmètre de marché des entreprises hégémoniques, en Chine, la lutte contre le monopole serait le mot d'ordre et enfin l'Europe servirait de modèle pour instaurer une régulation des plateformes. C'est le retour du multilatéralisme avec un contrôle des données et de l'IA, des alternatives au Big Tech américaines favorisées par une nouvelle politique concurrentielle et un accroissement du rôle des ONG.

Enfin, pour le dernier scénario, c'est certainement le plus catastrophique. La scission totale entre le bloc de l'Orient et de l'Occident s'opérerait. D'un côté, le modèle libéral des États-Unis, rejoint par l'Europe, reposerait sur des valeurs sociales, démocratiques et universelles, s'opposant drastiquement au modèle autoritaire chinois rejoint par les russes, reposant sur des valeurs collectives et alternatives. L'augmentation de l'insécurité virtuelle et réelle ferait revivre une sorte de Guerre Froide entre les deux blocs. Finalement, la question de l'issue de la place de l'État face au GAFAM trouve sa réponse dans le type de gouvernance qui sera établie et donnera le ton du futur de cette relation.

(c) Nos boucliers européens sont-ils adaptés ?

L'Europe a mis en place trois mesures⁵⁴ pour mettre fin à la situation de « Far West », décrite par le Commissaire européen pour le marché intérieur, Thierry Breton. Elles ont déjà été mentionnées plus haut ;

- Le DSA : Cette réglementation prévoit de lutter contre les contenus et produits illégaux en ligne (haine, désinformation, contrefaçons...). L'objectif est de faire d'internet un espace plus sûr pour les utilisateurs. Avec ce texte, *"ce qui est illégal dans le monde physique le sera aussi en ligne"*.
- Le DMA : On entend ici prévenir les abus de position dominante des géants du numérique et offrir un plus grand choix aux consommateurs européens, notamment grâce à la création d'une concurrence loyale.
- Le Data Governance Act : Cette réglementation vise à créer un espace responsable d'échange des données, favorisant l'innovation et améliorant la confiance dans les intermédiaires de données.

Cependant ces législations sont-elles suffisantes face à l'hégémonie étasunienne ? La réponse semble tourner à la négative. Elles sont particulièrement critiquées notamment dû à leur caractère trop restrictif, entravant l'innovation et la croissance économique. D'autres revendications dénoncent une mauvaise application des réglementations et des justifications inadéquates en cas de violations des réglementations.

Asma Mhalla a mis en avant le virage doctrinal opéré dans les institutions européennes, suite à l'arrivée de Thierry Breton. Elle a constitué l'émergence d'une prise de conscience de l'enjeu de la crise technologique actuelle et future auquel l'Europe va devoir faire face. A travers son approche de "souveraineté normative défensive", elle revient sur les carences du secteur européen du numérique ; *"Quand on n'a pas de géant européen, on fait de la norme, ce qui est essentiel pour territorialiser celle des autres et notamment des Big"*

⁵³ ICANN - société pour l'attribution des noms de domaine et des numéros sur internet. (s. d.). <https://www.icann.org/fr>

⁵⁴ La liste de ces réglementations n'est pas exhaustive. Un tableau récapitulatif de l'ensemble des législations adoptées par l'Europe est à retrouver en annexe 2 de ce document.



*Tech Américains*⁵⁵. Les normes européennes adoptées ne sont pas négligeables et semblent fondamentales, néanmoins elles ne suffisent pas à contrer les géants du web. “*Une politique industrielle et technologique solide doit être pensée, réfléchi et adoptée pour appuyer ces nouvelles règles juridiques européennes*”, selon Mhalla. L’Europe se trouve en difficulté car elle n’a pas trouvé cette politique, c’est d’ailleurs pour cela que la tentative de développer une “souveraineté normative” primordiale pour sa survie dans l’écosystème numérique afin de ne pas en être totalement évincée.

Autre problème auquel l’Europe est confrontée dans l’adoption de ces nouvelles réglementations, contribuant à l’affaiblissement de ses boucliers de protection, sont le rôle joué par les lobbys. Une nouvelle étude⁵⁶ menée par Corporate Europe Observatory et LobbyControl montre que les grandes entreprises technologiques ont dépensé des sommes records pour faire pression sur les institutions européennes. L’industrie numérique dépense plus de 97 millions d’euros en lobbying en Europe. Dix entreprises seulement sont responsables de près d’un tiers (32 millions d’euros) des dépenses totales consacrées au lobbying technologique : Vodafone, Qualcomm, Intel, IBM, Amazon, Huawei, Apple, Microsoft, Facebook et Google. Ces dix entreprises sont également organisées collectivement en associations professionnelles et commerciales, elles-mêmes devenues d’importants acteurs du lobbying. Les associations professionnelles qui font pression au nom des Big Tech disposent d’un budget de lobbying dépassant de loin celui des 75 % d’entreprises plus petites. Margarida Silva, chercheuse au Corporate Europe Observatory, a déclaré; “*D’un point de vue démocratique, ces immenses budgets de lobbying sont profondément inquiétants et malsains. Les efforts visant à réglementer l’économie numérique pourraient permettre d’améliorer l’internet, au service des citoyens, des petites entreprises et des communautés. Il est essentiel que des voix indépendantes et des citoyens s’impliquent dans ces discussions politiques, afin de s’assurer que les lobbyistes des entreprises ne puissent pas façonner l’avenir de la technologie*”⁵⁷. Pour mieux comprendre l’importance et les conséquences de ces investissements massifs, voici une illustration graphique de ces impacts.

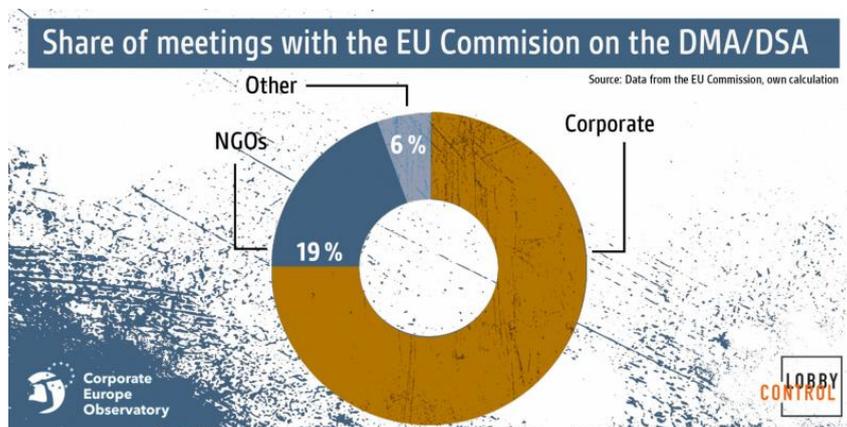


Figure 4. Big Tech takes EU lobby spending to an all time high. (2021, août 31), Crédits : Corporate Europe Observatory.

Cependant, ce n’est pas l’unique obstacle empêchant l’Union Européenne de construire des remparts suffisants pour la consécration de sa souveraineté numérique. Le récent accord entre Ursula Von der Leyen et Joe Biden, à propos du transfert de données entre l’UE et les Etats-Unis en est une autre illustration. Le Safe Harbour (2000- 2015) et le Privacy Shield (2016-2020) ont été invalidés par la Cour de Justice de l’Union

⁵⁵ « Le numérique est fondamentalement politique » (Asma Mhalla, spécialiste Techno Politics) | Monde Numérique - Le meilleur de la tech. (2022, 21 novembre). Monde Numérique - Le meilleur de la tech. Consulté le 22 mai 2023, à l’adresse <https://mondenumerique.info/episode/le-numerique-est-fondamentalement-politique-asma-mhalla-specialiste-techno-politics>

⁵⁶ Big Tech takes EU lobby spending to an all time high. (2021, août 31). Corporate Europe Observatory. Consulté le 23 mai 2023, à l’adresse <https://corporateeurope.org/en/2021/08/big-tech-takes-eu-lobby-spending-all-time-high>

⁵⁷ Ibid



Européenne, interdisant de fait les transferts de données de l'Europe vers les Etats Unis, car les textes ne protégeraient pas suffisamment les citoyens européens. Deux principes de hiérarchisation des droits s'opposent ici. La Cour (CJUE) considère le droit à la protection des données personnelles et de la vie privée supérieur aux libertés économiques, tandis que la Commission européenne apprécie plutôt une précellence de ces libertés économiques. Ces divergences sont une difficulté supplémentaire pour l'Europe, elle doit se montrer unie face au gouvernement américain car sinon elle ne sera pas en mesure de contrer leur ingérence, notamment en matière de collectes de données. L'accord qui fournira *“une base durable pour les flux de données transatlantiques, qui sont essentiels pour protéger les citoyens et permettre le commerce transatlantique”*⁵⁸, comme le souligne le communiqué, est à mettre en perspective avec les enjeux géopolitiques actuels. Le président du JEDI⁵⁹ et l'un de ses chercheurs, Charles Thibout, mettent en avant ces similitudes dans un article⁶⁰. L'Europe subit une crise énergétique sans précédent, et les inquiétudes liées aux pénuries de gaz se sont accrues au cours des derniers mois, laissant ainsi la porte ouverte aux Etats Unis pour s'ériger en sauveur. Le nouveau Privacy Shield, conclu entre l'Amérique du Nord et l'Europe est doublé d'une déclaration commune sur la *“sécurité énergétique européenne”* pour *“assurer l'approvisionnement en énergie de l'Union.”*⁶¹, laissant ainsi planer le doute sur un potentiel accord *“données contre gaz”*.

Finalement, que ce soit via l'influence économique ou le contexte géopolitique, les boucliers adoptés et mis en place par l'UE pour faire face à l'hégémonie américaine ne sont pas suffisants. La dépendance à l'égard de cette puissance ne lui permet pas de jouer avec ses propres règles, malgré de multiples tentatives.

(d) Du ticket rationnement digital à l'effondrement numérique

Un black-out numérique en France peut-il survenir en France ? En 2022, nous avons assisté à des rationnements liés à l'utilisation de matières premières. La sécheresse a entraîné des limitations d'eau en été, conséquence du réchauffement climatique. En hiver, c'est la crise énergétique qui a pris le relais avec des économies d'énergie par le double effet de la crise énergétique et de la situation géopolitique mondiale déstabilisée par un an de conflit russo-ukrainien. Serait-il possible, dans ce cadre, que nous assistions à un bras de fer entre les polarités étasuniennes et européennes sur les conditions d'usage des tuyaux et des données numériques ?

Pour commencer, le problème du contrôle sur le contenant et le contenu pourrait également être un vecteur de l'effondrement numérique. Le journaliste écrivain Guillaume Pitron, met en évidence, l'emprise de Google notamment sur les infrastructures de transport de la donnée avec le second câble internet international qu'il possède jusque dans nos eaux territoriales: le Dunant⁶². Il souligne le maillage effectué sous les mers dans le chapitre *“Vingt mille tentacules sous les mers”* où il pointe notamment du doigt le phénomène d'intégration verticale : *“les GAFAM possèdent dorénavant leurs propres tubes et viennent sérieusement bousculer les opérateurs télécoms, ainsi en est-il de Facebook qui a constitué une équipe expressément consacrée à ses fondations sous-marines”*. Les Echos soulignait en 2019⁶³, qu'à horizon 2022

⁵⁸ Press corner. (2022, 25 mars). European Commission - European Commission. Consulté le 24 mai 2023, à l'adresse https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2087

⁵⁹ Joint European Disruptive Initiative | Home. (s. d.). JEDI Foundation. <https://www.jedi.foundation/>

⁶⁰ Loeseckrug-Pietri, A., & Thibout, C. (2022, 4 octobre). *Transferts de données Europe-Etats-Unis : données personnelles contre gaz?* - Revue Politique et Parlementaire. Revue Politique et Parlementaire. Consulté le 24 mai 2023, à l'adresse <https://www.revuepolitique.fr/transferts-de-donnees-europe-etats-unis-donnees-personnelles-contre-gaz/>

⁶¹ Press corner. (s. d.). European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/statement_22_2041

⁶² Pitron, G. (2021). *L'enfer numérique : Voyage au bout d'un Like*. Éditions Les Liens qui libèrent.

⁶³ Gradt, J. (2019, 8 avril). Internet : la lutte pour la suprématie se joue sous les océans. Les Echos. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/internet-la-lutte-pour-la-suprematie-se-joue-sous-les-occeans-1007151>



l'estimation de la part du marché sur l'Atlantique des GAFAM serait de plus de 90%, alors qu'elle était de 5% en 2016. Ces liaisons seraient actuellement de l'ordre de 50% selon Vincent Courbalay⁶⁴. Ce dernier alerte également sur les multiples dépenses faites par Facebook et Google. Le premier a annoncé vouloir injecter environ 3 milliards de dollars dans les câbles sous-marins, alors même que Google, ces trois dernières années, aurait dépensé 47 milliards de dollars pour son infrastructure dont ses liaisons sous-marines.

En France ou en Europe, aucun vertical n'existe. Nous avons des opérateurs qui possèdent les fibres de câbles, comme Orange et les fabricants comme Alcatel Submarine Networks (ou ASN)⁶⁵. Ce n'est pourtant pas suffisant. Vincent Courbalay souligne cette réalité actuelle, alarmante ; *“70% à 80% du trafic internet vont vers les Etats-Unis car les données mondiales sont localisées dans les centres de données américains”*. Même si Orange possède deux paires de fibres de câbles, est ce qu'un jour les 300 téraoctets par seconde qui transitent sur 6 600 KM entre Virginia Reach et le datacenter de Google, installé en Belgique, ne seront alloués qu'aux Etats “bon clients” des Etats Unis, les mauvais clients se verront attribuer un plus faible débit?

Dans ses 25 propositions, Vincent Courbalay met en avant le rapatriement des industries stratégiques, et cela dans une perspective d'indépendance des acteurs surpuissants du marché du numérique. Ce dernier ne pronostique pas un effondrement numérique, mais plutôt une dystopie numérique où les TIC contrôleraient l'ensemble de la population via des objets ultra connectés. Ils choisiraient nos repas, nos envies, ce que nous voulons voir sur le NET et bien sûr sous la coupe des personnalités au pouvoir. A l'image de la surveillance en Chine, les bonnes conduites à tenir et les interdictions seraient édictées par nos objets du quotidien et aucune déviance ne serait tolérée. L'uniformisation de la société serait le mot d'ordre. Le scénario de l'effondrement digital est abordé dans le livre de Guillaume Pitron, ce dernier évoque le “noir complet” en cas de panne de datacenter. Plusieurs exemples sont mis en avant dont les intempéries survenues en 2012 ayant frappé un centre de données du groupe Amazon Web Services, coupant l'accès à Instagram et Pinterest pendant six heures⁶⁶.

3. La souveraineté numérique pour les politiques régaliennes de la Défense, la France & les Etats-Unis

(a) La souveraineté numérique au MINARM sur le chemin critique de la supériorité opérationnelle

La souveraineté numérique est au cœur du secteur de la défense et du ministère des Armées (MINARM). Les opérations militaires sont de plus en plus dépendantes des technologies numériques. Le contrôle de ces dernières est donc la clé pour garantir une supériorité opérationnelle.

La dépendance à l'égard de certains fournisseurs étrangers ne permet pas à la défense française de mener à bien cet objectif. A l'image du ministère des Armées, qui a conclu depuis 2009⁶⁷ un contrat avec Microsoft, renouvelé en 2013, 2017 et 2021. Rebaptisé “contrat open bar” par les médias, cette décision de renouvellement avait été également lourdement critiquée, notamment par des experts militaires. Et ce

⁶⁴ Courboulay, V. (2023b). *L'Archipel des Gafam : Manifeste pour un numérique responsable*. Actes Sud.

⁶⁵ Depuis 2016 ASN est une entreprise française du groupe finlandais Nokia via sa filiale française Nokia France (ex-Alcatel-Lucent).

⁶⁶ Pitron, G. (2021). *L'enfer numérique : Voyage au bout d'un Like*. Éditions Les Liens qui libèrent.

⁶⁷ *Contrats cadres entre le ministère de la Défense et Microsoft*. (2017, 16 octobre). Sénat. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.senat.fr/leg/ppr17-027.html>



d'autant plus que dans le même temps, la Gendarmerie avait décidé de migrer entièrement depuis 2000 vers le libre.

Une question écrite de la sénatrice Prunaud Christine⁶⁸ avait été posée à ce propos au ministère des Armées le 10 octobre 2019 avec l'argument suivant ; *“Établi pour la première fois en 2009 et renouvelé depuis deux fois, ce contrat n'a donné lieu à aucun appel d'offres ni à aucune procédure publique, malgré les recommandations des experts militaires.”*. Le ministère y avait répondu comme suit *“ S'agissant de l'absence d'appel d'offres, l'avis émis par la commission des marchés publics de l'État (CMPE) ne remet en cause ni l'objet, ni la procédure suivie pour passer l'accord cadre. L'attestation d'exclusivité fournie par Microsoft a montré que cette société est la seule capable à fournir les prestations demandées, dans le cadre d'une offre globale et intégrée.”*. Le contrat d'un des ministères régaliens de l'Etat avec une entreprise américaine du numérique remet en cause la supériorité opérationnelle au sein du MINARM. L'ensemble des informations critiques transitant via ce ministère peuvent interférer avec des outils américains, posant ainsi la problématique de l'indépendance des services numériques français. Finalement supprimé par l'April dans les faits en février 2021 mais remis en place via l'UGAP en octobre 2021, les Armées achètent toujours à Microsoft, mais ne le font cette-fois plus en direct⁶⁹.

Ce n'est pas la première fois que ce contrat est pointé du doigt lors d'un rapport. En 2018, lors de la Commission de la Défense : *“Enjeux de la numérisation des Armées”*⁷⁰, le député Thomas Gassilloud, en tant que rapporteur, avait été questionné à ce sujet par le député Jean-Charles Laronneur⁷¹ ; *“Concernant la question de la souveraineté numérique, force est de constater que nous faisons appel à un grand nombre de prestataires extérieurs : Microsoft pour les armées [...] Aussi, est-il légitime de se demander : avons-nous une véritable politique permettant de faire émerger des champions nationaux ou européens dans ces domaines ?”*. La réponse avait été claire et concise *“Cette dépendance [aux prestataires extérieurs étrangers du numérique] est aujourd'hui majeure”*. Il ne s'arrête pas là puisqu'il va pointer du doigt un autre enjeu majeur ; *“Nous devons être conscients que l'on retrouve chez nos rivaux comme chez nos alliés un écosystème qui produit une sorte de consanguinité entre l'armée et l'industrie numérique. Il s'agit d'un complexe 'militaro-industriel’ ”*. La complexité de l'émancipation des géants du web au sein du MINARM est également une question industrielle.

En parallèle de la question industrielle, se pose également la question de la coopération entre les alliés, notamment dans l'Alliance Atlantique Nord. L'ancien ministre de la Défense, Jean Yves Le Drian, interrogé par plusieurs députés⁷² lors du renouvellement du contrat cadre avec Microsoft en 2014 avait évoqué le besoin de l'interopérabilité de l'Armée française avec l'OTAN, justifiant ainsi la collaboration avec Microsoft. Dans le même temps, lorsque la France renouvelle pour la deuxième fois le contrat avec

⁶⁸ *Partenariat entre l'armée française et Microsoft*. (2019, 10 octobre). Sénat. Consulté le 1 juin 2023, à l'adresse <https://www.senat.fr/questions/base/2019/qSEQ191012547.html>

⁶⁹ *Le contrat open bar Microsoft de l'Armée rentre dans les rangs de l'Ugap*. (s. d.). LeMondeInformatique. Consulté le 1 juin 2023, à l'adresse <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-le-contrat-open-bar-microsoft-de-l-armee-rentre-dans-les-rangs-de-l-ugap-89030.html>

⁷⁰ Assemblée nationale. (2018, 30 mai). *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement, par la commission de la défense nationale et des forces armées, en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les enjeux de la numérisation des armées (M. Olivier Becht et M. Thomas Gassilloud)*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/115b0996_rapport-information

⁷¹ Assemblée Nationale. (2019, 2 avril). *Question n°16068 - Assemblée nationale*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://questions.assemblee-nationale.fr/q15/15-16068QE.htm>

⁷² Assemblée Nationale. (s. d.). *Question n°53335 - Assemblée nationale*. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse <https://questions.assemblee-nationale.fr/q14/14-53335QE.htm> et Assemblée Nationale. (2014, 22 avril). *Question n°26135 - Assemblée nationale*. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse <https://questions.assemblee-nationale.fr/q14/14-26135QE.htm>



Microsoft en 2017, le ministère de la Défense italien entame, lui, sa migration vers les logiciels libres⁷³. Cette contre-argumentation n'a donc pas convaincu les associations du libre, mettant également en avant l'interopérabilité des logiciels libres. De plus, les italiens n'ayant pas été évincés après cette décision des orientations stratégiques prises par l'OTAN, il est légitime de se demander si cet argument reste d'actualité pour justifier un tel partenariat.

L'OTAN a des liens étroits avec les géants du numérique. Dernièrement, le patron de Microsoft a été reçu par l'organisation⁷⁴ pour prolonger la coopération entre privé et public en matière d'innovation et de technologies émergentes et de rupture. Les entreprises participent aux conférences de l'OTAN, et le secrétaire général adjoint de l'organisation souligne leur participation à la guerre en Ukraine, "*Le travail effectué par des entreprises comme Microsoft et Google en Ukraine est vraiment unique*" a déclaré David van Weel⁷⁵. Selon ce dernier, "*Nous devons réfléchir à la manière de mettre en place une coopération plus structurelle avec ces entreprises vitales pour la cybersécurité*". La maîtrise des logiciels Microsoft est un critère de recrutement pour rejoindre l'Alliance Atlantique Nord⁷⁶, faisant ainsi l'objet d'un test d'évaluation écrit.

Microsoft n'est cependant pas le cas le plus inquiétant. Lors de l'examen du rapport de la mission d'information sur les enjeux de la numérisation des Armées⁷⁷, le partenariat entre Palantir et la DGSI pour l'utilisation d'un logiciel de gestion d'informations interpelle. Utilisé au niveau de la collecte et du traitement de données relatives au renseignement, la mise à disposition de ce type de données sensibles à une société, dont on sait qu'elle est détenue par un fonds d'investissement proche de la CIA est dès lors problématique. Conclu en 2015, et renouvelé en 2019⁷⁸, malgré les polémiques, le président du cluster Data Intelligence du Gicat⁷⁹ avait réagi en soulignant que "*Les services ne peuvent pas se priver du jour au lendemain d'une solution de détection des terroristes. Il faut le reconnaître, aucune solution alternative n'a abouti depuis 2016*". En effet, le directeur des solutions pour le renseignement chez Systrans, défendant et proposant une solution française alternative⁸⁰, rejoignait ce dernier "*Nous disposons de capacité au Cluster⁸¹, mais nous n'avons pas encore d'intégrateur français capable d'assembler sur une même plate-forme l'ensemble des solutions françaises*"⁸². L'interrogation subsiste sur l'opérationnalité d'entreprises comme Atos ou Thales pour fournir un logiciel mature à la DGSI et ainsi s'émanciper de la surveillance américaine lors du

⁷³ *Gazzetta Ufficiale*. (2022, 21 septembre). Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse https://www.gazzettaufficiale.it/atto/contratti/caricaDettaglioAtto/originario?atto_dataPubblicazioneGazzetta=2022-09-21&atto_codiceRedazionale=TX22BHA20472

⁷⁴ Nato. (2022, 14 septembre). *L'OTAN intensifie sa coopération avec le secteur privé dans le domaine des technologies émergentes*. NATO. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse https://www.nato.int/cps/fr/natohq/news_207258.htm?selectedLocale=fr

⁷⁵ *NATO official : Alliance needs to consider 'a more structural cooperation' with Microsoft, Google*. (2023, 17 février). Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse <https://therecord.media/google-microsoft-nato-structural-cooperation>

⁷⁶ Nato. (2022, juin 8). *Emploi au secrétariat international de l'OTAN - Comment se préparer*. NATO. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse <https://www.nato.int/cps/fr/natolive/87157.htm>

⁷⁷ Assemblée nationale. (2018, 30 mai). *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement, par la commission de la défense nationale et des forces armées, en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les enjeux de la numérisation des armées (M. Olivier Becht et M. Thomas Gassilloud)*. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/115b0996_rapport-information#

⁷⁸ Portail-Ie. (2019). *Faute d'alternative, la DGSI renouvelle son contrat avec Palantir*. *Portail de l'IE*. <https://www.portail-ie.fr/univers/defense-industrie-de-larmement-et-renseignement/2019/faute-dalternative-la-dgsi-renouvelle-son-contrat-avec-palantir/>

⁷⁹ Groupement des industries françaises de Défense et de Sécurité Terre et Aéroterrestres rassemblant 26 industriels français, grands groupes et start-up, afin de répondre aux enjeux du traitement massif de données (Big Data) du monde du renseignement consultable ici <https://www.gicat.com/membres/>.

⁸⁰ Voir annexe 3

⁸¹ Drif, A. (2019, 27 novembre). *Big data : faute de solution française, les services secrets signent à nouveau avec Palantir*. *Les Echos*. <https://www.lesechos.fr/industrie-services/air-defense/big-data-faute-de-solution-francaise-les-services-secrets-signe-a-nouveau-avec-palantir-1151255>

⁸² Boulestin, R. (2021, 2 mars). *Big Data : la DGSI s'émancipe de Palantir pour une solution 100 % française*. *Silicon*. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse <https://www.silicon.fr/renseignement-la-dgsi-semancipe-de-palantir-222231.html>



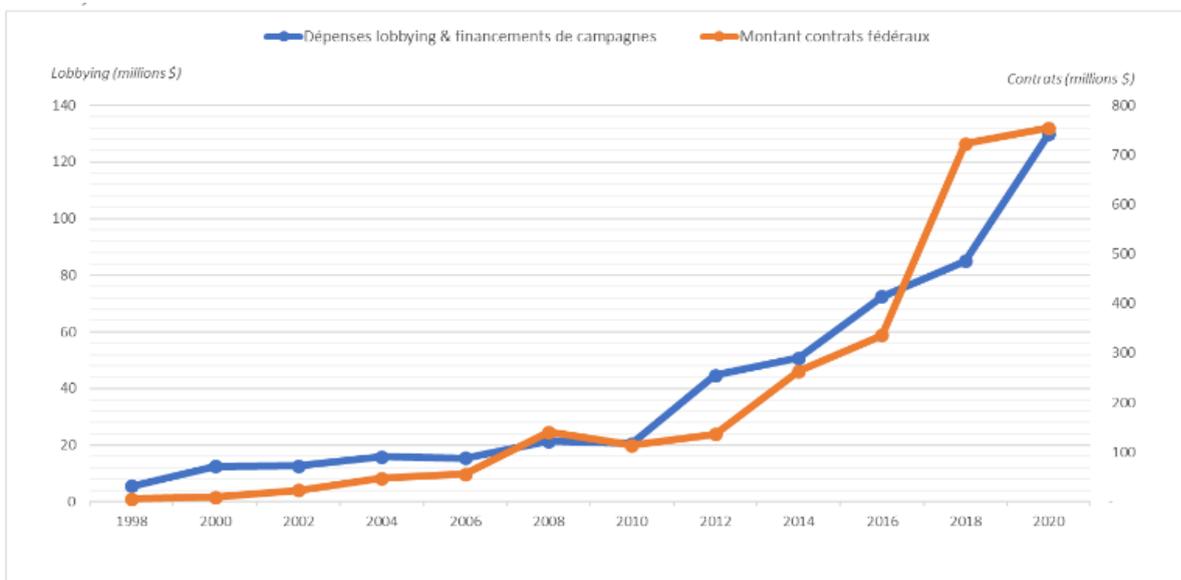
renouvellement du contrat en 2023. Comme l’a souligné le directeur général de l’ANSSI, Guillaume Poupard, “*Renoncer au traitement des données nous condamne à être des vassaux. Le temps presse.*”⁸³, c’est donc une course contre la montre à la supériorité opérationnelle qui est dorénavant lancée.

(b) Le choix patriotique, des inflexions dans la stratégie de la Maison Blanche

La proximité entre l’industrie du numérique et la Maison Blanche n’est pas nouvelle. Depuis l’avènement du monde numérique, il existe un lien intrinsèque entre l’Etat et la Silicon Valley. L’importance économique, technologique et innovante de cette région lui donne un rôle crucial à jouer dans la croissance économique, la création d’emplois et l’avancement technologique des Etats Unis.

Ces entreprises deviennent des prestataires de l’Etat, et plus particulièrement dans les domaines de la défense et du renseignement, créant ainsi une sorte de “complexe militaro-Internet”. Microsoft collabore avec l’US Army, dont c’est encore le principal client gouvernemental (77,8%), de même pour Apple dont 70% des contrats avec le gouvernement entre 1984 et 1995 sont passés avec la Navy et l’Air Force. Pour résumer, depuis 1984 c’est 78% des contrats gouvernementaux des GAFAM qui ont été passés avec le seul département de la Défense⁸⁴.

La conclusion de contrats s’est depuis accélérée. Plus intéressant encore, la corrélation des dépenses faites par les GAFAM concernant le financement des campagnes électorales. Ces derniers ont dépensé de manière croissante dans le lobbying. De manière quasi systématique, après un pic de financement électoral, les contrats augmentent significativement.



Source : données Open Secrets, Federal Procurement Data System - ©Charles Thibout

Figure 5 : Evolution comparée des montants des contrats fédéraux et des dépenses en lobbying et en financements de campagnes électorales fédérales de l’ensemble des GAFAM (1998-2020) en millions dollars, Crédits : Charles Thibout IFRI

⁸³ *Ibid*

⁸⁴ Charles Thibout. Les GAFAM et l’État : réflexion sur la place des grandes entreprises technologiques dans le champ du pouvoir. La revue internationale et stratégique, 2022, 125 (1), pp.75-88. 10.3917/ris.125.0075. hal-03840413 Consulté le 6 juin, à l’adresse <https://hal.science/hal-03840413/document>



Ces dépenses de lobbying ne sont pas étonnantes lorsque l'on sait que les dirigeants de la Silicon Valley ont souvent été impliqués dans des débats politiques, des campagnes de financement et des groupes de pression pour promouvoir leurs intérêts et façonner les politiques technologiques. Le scandale lors de l'élection présidentielle américaine en 2016 autour des accusations de campagnes de désinformation ayant eu lieu sur Facebook⁸⁵ avait commencé à alimenter l'inquiétude autour des géants du numérique.

Les présidents américains n'ont eu de cesse d'entretenir les relations avec les patrons de ces grandes firmes de la Tech, non sans difficultés parfois. Barack Obama, à l'initiative de ces échanges, entretenait des relations étroites avec la région, tant que sous l'administration Trump elles ont été d'avantages fluctuantes notamment à cause des critiques et restrictions commerciales imposées par ce dernier. Enfin, plus récemment, l'administration Biden a pris le poids de la mesure de ces industries, en cherchant à établir un équilibre entre l'innovation technologique et la responsabilité des entreprises dans les domaines tels que la désinformation en ligne et les préoccupations relatives à la vie privée. La nomination de Lina Khan⁸⁶, à la Federal Trade Commission (FTC), en est une parfaite illustration. Réputée pour son hostilité aux monopoles des grandes plateformes technologiques, son article *Amazon's Antitrust Paradox*⁸⁷, dénonce notamment l'archaïsme de la législation antitrust américaine.

L'accord conclu avec le Pentagone pour son cloud permet d'illustrer ce changement de paradigme. Le contrat JEDI⁸⁸ avait initialement accordé en 2019 à Microsoft un contrat pour le stockage de données en ligne, "cloud". Le choix unique de Microsoft avait été privilégié, alors même qu'Amazon et Google avaient été candidats. Après des explications nuancées et un flou persistant autour de la décision, la justice a mis un coup d'arrêt au contrat. Conséquence de ce changement, le Joint Warfighting Cloud Capability (JWCC) est le successeur multi-cloud du JEDI, conclu cette fois-ci trois autres grandes entreprises du milieu, en plus de Microsoft; Oracle, Amazon et Google.

L'Etat américain a lui aussi bien conscience que les situations de monopole, y compris au sein de ses propres infrastructures, critiques, est un problème. On peut voir cela comme le début du changement pour l'Etat américain, souhaitant rétablir la concurrence sur le marché, et endiguer l'hégémonie des géants du numérique. "*La Silicon Valley est un endroit très différent de ce qu'elle était il y a trois ans*"⁸⁹, a déclaré Barry Lynn, directeur exécutif de l'Open Markets Institute, où Lina Khan a travaillé en tant que chercheuse, puis en tant que directrice de la politique juridique. Cela s'explique principalement par le fait que "*nous avons ces organismes chargés de faire respecter la loi qui nous disent maintenant : "Nous nous adressons à vous. L'activité que vous avez exercée au cours des 20 dernières années n'est plus possible. Nous ne considérons plus cela comme légal"*"⁹⁰.

⁸⁵ Read, M. (2016, 9 novembre). Donald Trump Won Because of Facebook. *Intelligencer*. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse <https://nymag.com/intelligencer/2016/11/donald-trump-won-because-of-facebook.html>

⁸⁶ Piquard, A. (2021, 17 juin). Lina Khan, une farouche critique des Gafa, nommée à la tête de l'antitrust américain. *Le Monde.fr*. Consulté le 6 juin 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/06/16/lina-khan-une-farouche-critique-des-gafa-nommee-a-la-tete-de-l-antitrust-americain_6084421_3234.html

⁸⁷ Khan, L. M. (s. d.). *Amazon's Antitrust Paradox*. <https://www.yalelawjournal.org/note/amazons-antitrust-paradox>

⁸⁸ Joint Enterprise Defense Infrastructure (JEDI)

⁸⁹ Kerr, D. (2023, 9 mars). Lina Khan is taking swings at Big Tech as FTC chair, and changing how it does business. *NPR*. Consulté le 7 juin 2023, à l'adresse <https://www.npr.org/2023/03/07/1161312602/lina-khan-ftc-tech>

⁹⁰ *Ibid*



Lors de la publication en mars 2023 de la nouvelle feuille de route⁹¹ précisant la stratégie cyber du gouvernement américain, plusieurs points clés ont été mis en exergue dont la responsabilité accrue des entreprises éditrices de logiciels en termes de sécurité, la mise en place d'une nouvelle régulation et une refonte du partenariat entre privé et public. On peut y voir ici un début de remise en question des relations historiques avec l'industrie numérique car le gouvernement souhaite rééquilibrer la responsabilité de la défense du cyberspace, dans un de ses deux axes principaux. Le deuxième étant la réorientation des incitations afin de favoriser les investissements à long terme.

Il devient alors légitime de se questionner sur une problématique essentielle, si demain le président des Etats Unis prenait unilatéralement la décision de se hisser hors de l'influence des GAFAM, quelles pourraient être la réaction de ses alliés européens, et surtout, les conséquences pour ses derniers qui sont, pieds et poings liés avec ces entreprises.

(c) Face à ces constats, des industriels, fleuron de notre souveraineté nationale ont déjà baissé les bras

La souveraineté numérique passe également par la souveraineté industrielle et l'autonomie stratégique du pays. Dans son plan France 2030⁹², l'Etat prévoit d'investir plus de 646,9 millions d'euros dans la transition des technologies numériques via 1059 entreprises nationales. L'indépendance doit être garantie dans les domaines tels que les matériaux, les composants ou encore l'énergie, tout en ayant une maîtrise des technologies numériques. Le plan s'inscrit plus largement dans une refonte de l'équilibre de la politique industrielle française, cependant certaines industries ont déjà renoncé partiellement à leur autonomie.

Airbus, un des leaders mondiaux de l'aéronautique et un des fleurons français de l'industrie. Annoncé en mars 2018 par le CEO⁹³, Tom Enders, la migration de suite bureautique de 130 000 employés, passant de Microsoft Office à la G Suite de Google. Cette annonce avait été polémique car la suite bureautique développée par Google pose question en termes de protection des données. Des ressources de stockage en Europe permettent à la plateforme de stocker les données sur le continent européen mais rien n'empêche Google d'héberger certains de ces blocs de clients européens aux Etats Unis ou ailleurs dans le monde. Ce constat est alarmant, car grand concurrent de l'américain Boeing sur les gros contrats et le domaine militaire, une fuite de données sensibles sur certains d'entre eux pourraient avoir des conséquences catastrophiques et irréversibles pour l'avionneur européen. Et pourtant lors de la conférence sur le Google Cloud Summit de Paris, le Program Manager for Security d'Airbus, Alan Zaccardelle, n'a émis aucune inquiétude quant au choix opéré ; *“La localisation de la donnée était un point important pour nous et, de par l'architecture et le mode de fonctionnement de Google, la donnée est découpée en de multiples morceaux, chiffrée et éclatée sur l'ensemble des datacenters avant d'être reconstruite. C'était un sujet problématique lorsque l'on souhaite savoir où se trouve physiquement la donnée. Nous avons pu aborder ce point avec Google et nous sommes sereins. Beaucoup de travail a été mené sur ce volet localisation des données et nous savons que Google va fournir une géolocalisation de la donnée. Ce n'est pas encore officiel, mais on sait que cela va arriver.”*⁹⁴. Ce flou autour de la géolocalisation ne semble pas inquiéter les principaux intéressés, jugeant qu'aucune

⁹¹ National Cybersecurity Strategy. (2023). Dans *The White House*. Consulté le 10 mars 2023, à l'adresse <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/03/02/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-national-cybersecurity-strategy/>

⁹² France 2030. (s. d.). <https://www.gouvernement.fr/france-2030>

⁹³ Kunert, P. (2018, 14 mars). Airbus ditchés Microsoft, flies off to Google. *The Register*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse https://www.theregister.com/2018/03/14/airbus_ditches_microsoft_for_google/

⁹⁴ Déploiement G Suite : Airbus répond aux critiques quant à la sécurité de ses données. (2018, 13 juin). Solutions Numériques. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.solutions-numeriques.com/deploiement-g-suite-airbus-repond-aux-critiques-quant-a-la-securite-de-ses-donnees/>



alternative européenne n'était crédible face aux deux géants américains de la bureautique, et laissent l'entière responsabilité de leur cloud sous la main Nord Atlantique. Ce n'est d'ailleurs pas le seul domaine qu'Airbus a laissé échapper. En 2019, il s'est associé à Microsoft afin de moderniser ses chaînes de montage avec l'Hololens 2⁹⁵, via l'utilisation massive de leurs casques afin de *“tester virtuellement leurs conceptions afin de déterminer si elles sont prêtes pour la phase de fabrication.”* Enfin, encore plus récemment, dans le cadre du projet de Microsoft, cloud Azure, Airbus va *“apporter les meilleures images satellites hautes révolution et données d'altitude au monde dans Azure.”*⁹⁶. L'alliance toujours plus étroite du géant aéronautique français avec les Big Tech questionne sur l'enjeu d'indépendance stratégique pour les années à venir. Il n'est pas le seul acteur de la défense française à s'être rapproché du clan numérique américain. Thales et Google ont annoncé en juin 2021 un partenariat stratégique⁹⁷ pour développer conjointement un “Cloud de Confiance” en France. Cependant, derrière cette annonce prometteuse, la réalité est toute autre. Sous l'influence des lobbies du numérique, le terme “cloud de confiance” a été préféré au “cloud souverain”. Dans un cloud souverain, les données privées ou publiques doivent être mises à l'abri de toute ingérence étrangère grâce à l'utilisation d'une technologie française ou européenne, en revanche pour le cloud de confiance, les données sont théoriquement protégées par un contrat de confiance passé avec des entreprises privées libres de s'associer avec qui elles le souhaitent. C'est un nouveau risque de dépendance industrielle auquel plusieurs acteurs du numérique français ont vivement réagi ; *“Nous avons signé un contrat dans lequel les plus grandes entreprises françaises deviennent les revendeurs de la technologie américaine. Au lieu de développer une souveraineté, un écosystème permettant de mettre en avant une technologie européenne, on est littéralement couché devant les injonctions américaines.”*⁹⁸ a avancé le vice-président d'Hexatrust, Luc Orso. Un des acteurs du cloud français, Yann Lechelle, directeur général de Scaleway a ajouté *“Promouvoir ostensiblement le recours à des solutions logicielles sous licence paraît un choix difficilement compréhensible en terme de politique logicielle.”*⁹⁹. Tout en soulignant le manque de conformité de Google aux nouvelles labellisations françaises SecNum Cloud demandées par l'ANSSI ; *“Loin de résoudre le problème de souveraineté, cette solution expose l'environnement numérique français à de nouveaux types de dépendances. Le label “cloud de confiance” exclut du champ des offres un certain nombre d'acteurs français qui se différencient pourtant par leur crédo souverain au prix d'investissements conséquents.”*¹⁰⁰. En effet, le géant Google France ne dispose pas de la certification en question puisque la société exploitant les serveurs n'a pas encore été créée. De nombreuses failles subsistent donc dans la nouvelle stratégie d'autonomie industrielle française.

Les industriels français ne sont pas les seuls fautifs. Le collectif “PlayFrance.Digital” et le blog “Effysin-SDS” oeuvrant tous deux pour la souveraineté numérique en France et en Europe, ont décidé

⁹⁵ Maçon, L. (2019, 17 juin). Airbus s'associe à Microsoft pour moderniser ses chaînes de montage avec l'Hololens 2. *Numerama*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.numerama.com/tech/526680-airbus-sassocie-a-microsoft-pour-moderniser-ses-chaines-de-montage-avec-lhololens-2.html>

⁹⁶ *Microsoft développe Azure Space avec Airbus*. (2021, 13 décembre). *LeMondeInformatique*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-microsoft-developpe-azure-space-avec-airbus-85090.html>

⁹⁷ *Thales et Google Cloud annoncent un partenariat stratégique pour développer conjointement un « Cloud de Confiance » en France*. (2021, 6 octobre). Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://thales-group.prezly.com/thales-et-google-cloud-annoncent-un-partenariat-strategique-pour-developper-conjointement-un-cloud-de-confiance-en-france#>

⁹⁸ Loubière, P. (2021, 11 octobre). Accord Thalès-Google : Bercy abandonne le cloud souverain pour le plus grand bonheur des GAFAM. *Challenges*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse https://www.challenges.fr/high-tech/accord-thales-google-bercy-abandonne-le-cloud-souverain-pour-le-plus-grand-bonheur-des-gafam_784302

⁹⁹ *Ibid*

¹⁰⁰ *Ibid*



d'adresser une lettre ouverte¹⁰¹ à CCI France pour en savoir davantage sur l'attribution des fonds publics dans le cadre de la transformation numérique. Ces derniers reprochent en effet à CCI France que *“cette utilisation de fonds publics se fassent qu'exclusivement au bénéfice des géants du numérique américain (GAFAM) et désormais chinois (BATHX)”*. Les CCI dispensent une formation aux “Ateliers Numériques Google” qui étonnent par sa gratuité et son ampleur nationale, Benoît Tabaka, directeur des relations institutionnelles et politiques publiques de Google France, semble promouvoir Google par le réseau des CCI. Le Journal Du Net, à la suite de la publication de cette lettre et de l'accord conclu, a décidé d'enquêter sur les moteurs de recherche Google¹⁰² via les mots clés présents sur les pages du site CCI.FR. Le constat est sans appel ; Google est représenté à 41% avec plus de 100 000 pages faisant la promotion de Google et de ses solutions (3 250 “Ateliers numériques Google”, 6 950 “Google My Business” et 68 900 “Youtube”. Facebook n'est pas en reste puisqu'avec Google, ils totalisent tous deux 76% des pages recherchées au sein des sites CCI.FR. Microsoft, lui, est peu présent avec seulement 3%, mais le plus alarmant reste le terme “antivirus” n'apparaissant que 220 fois alors qu'il est essentiel de sensibiliser les PME aux “bonnes pratiques du numériques”, de les aider et les accompagner à se protéger correctement. Les CCI, établissements publics, ont une mission d'intérêt général de contribution au développement économique, à l'attraction des territoires, au soutien des entreprises et associations. De plus, elles restent le deuxième formateur de l'Etat à travers les réseaux d'écoles qu'elles gèrent et financent, interrogeant de fait l'autonomie stratégique en matière d'apprentissage et de formation supérieure. Enfin, la collecte et le traitement de données sur les entreprises n'a pas non plus été explicité, aggravant les inquiétudes liées à cet accord.

¹⁰¹ Mawet, E. (2022). Lettre ouverte aux CCI [13 novembre 2022]. *Effisyn*. <https://effisyn-sds.com/2022/11/13/lettre-ouverte-aux-cci-13-novembre-2022/>

¹⁰² Caron, F. (2022). CCI France sous l'emprise des GAFAM ; ? [www.journaldunet.com. https://www.journaldunet.com/web-tech/cloud/1517453-cci-france-sous-l-emprise-des-gafam/](https://www.journaldunet.com/web-tech/cloud/1517453-cci-france-sous-l-emprise-des-gafam/)



LE CHEMIN TRANSITIONNEL VERS UNE INFRA TECH SOUVERAINE

1. Plan de résilience
2. Plan de réversibilité
3. Vers une autonomie stratégique
4. Envisager une nouvelle gouvernance à l'échelle nationale et européenne





II. Le chemin transitionnel vers une infratech souveraine

Pour l'ensemble de ce chapitre, nous avons prié le parti de prendre appui sur l'exemple du MINARM pour illustrer notre démarche. De plus, il ne s'agit en aucune façon d'un plan en cours de mise en œuvre.

1. Plan de résilience

Les services informatiques doivent appuyer les opérations militaires en mettant la technologie au service des métiers et non l'inverse. Les positionnements informatiques doivent permettre une adaptabilité des métiers militaires et de nouvelles fonctionnalités pour supporter les défis contemporains, dont la maîtrise de l'IA et le cloud pourraient être des solutions. Il faudra, pour cela, avoir recours à des technologies souveraines et de confiance.

Le Cloud souverain est un « modèle de déploiement dans lequel l'hébergement et l'ensemble des traitements effectués sur des données par un service de Cloud sont physiquement réalisés dans des limites du territoire national par une entité de droit français et en application des lois et normes françaises. ». Ainsi, cet instrument préserve les données dans un environnement de confiance tout en libérant leur véritable valeur. Le cloud souverain a la particularité d'offrir les avantages du Cloud, en s'assurant que la loi protège les données.

Le fournisseur OVH, garantissant la souveraineté de ses données hébergées en France, est reconnu pour être un des acteurs majeurs en Europe du cloud de confiance. La Banque Européenne d'Investissement, dans le cadre de son autonomie stratégique a d'ailleurs accordé un financement dédié à l'entreprise pour ses investissements basés en Europe. Une facilité de crédit de 200 millions d'euros¹⁰³, entérinant la volonté de la BEI de soutenir activement les acteurs du numériques européens notamment dans le cadre de l'achèvement d'une autonomie stratégique.

Le projet Gaia-X¹⁰⁴ porté par l'Allemagne et la France s'inscrit également dans cette perspective, seulement la polémique à l'égard du parrainage du fournisseur de cloud Alibaba et du géant des télécoms Huawei, tous deux chinois¹⁰⁵. Il est alors légitime de se demander si les initiations ou solutions proposées pour aboutir à un cloud souverain peuvent aboutir sans les géants du numériques ou si la solution est suffisante pour s'émanciper et tendre vers l'indépendance.

Afin de prémunir un blackout (technique, stratégique, économique) interdisant à tout ou partie du SI du ministère des Armées de fonctionner, nous proposons une démarche en 3 étapes principales visant à construire une Infrastructure As Code (IaC). Ce « combo digital » apporterait une simplicité identique en ce qui concerne le service de mise à disposition des applications intégrant les directives Zéro Trust sur toutes les couches d'infrastructure permanente.

¹⁰³ Eib. (2022). France : la BEI soutient le développement du leader européen du cloud OVHcloud avec un prêt de 200 millions d'euros destiné à ses investissements en Europe. *European Investment Bank*. <https://www.eib.org/fr/press/all/2022-504-france-la-bei-soutient-le-developpement-du-leader-europeen-du-cloud-ovhcloud-avec-un-pret-de-200-millions-d-euros-destine-a-ses-investissements-en-europe>

¹⁰⁴ *Gaia-X presentation project*. (s. d.). gaia-x. Consulté le 14 juin 2023, à l'adresse <https://www.data-infrastructure.eu/GAIAX/Navigation/EN/Home/home.html>

¹⁰⁵ Piquard, A. (2021, 22 novembre). Cloud européen : le projet Gaia-X avance mais reste critiqué. *Le Monde.fr*. Consulté le 14 juin 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/11/22/cloud-europeen-le-projet-gaia-x-avance-mais-reste-critique_6103190_3234.html



Exemple de plan de mutation de l'outil opératif technique par une boîte à outils visant à assurer la résilience numérique (IaC)

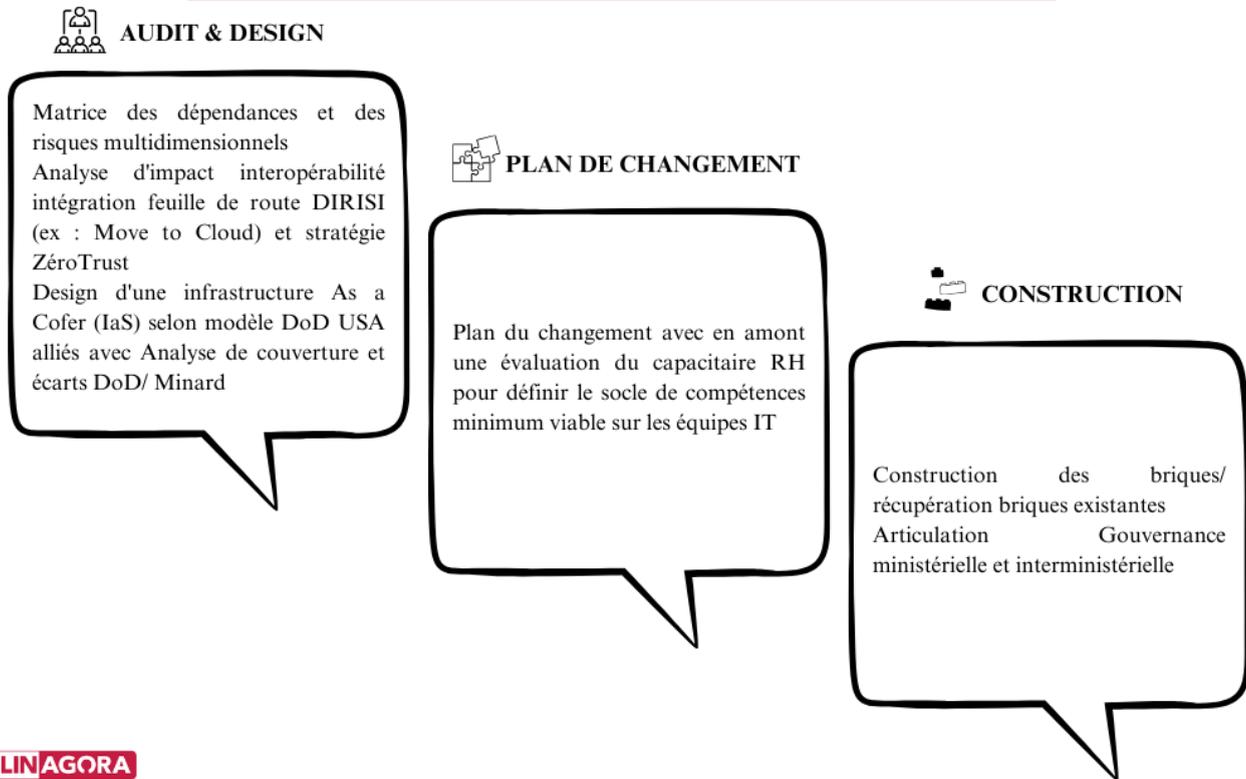


Figure 6 : Infographie d'un exemple de plan de mutation de l'outil opératif technique par une boîte à outils visant à assurer la résilience numérique d'une IaC, Crédits : LINAGORA

L'Infrastructure as Code (IaC) constitue une solution pérenne permettant la résilience de notre outil numérique de Défense en garantissant à J0 la capacité d'enseignement sur les théâtres d'opérations, l'interopérabilité avec les alliés, la sécurité et la réversibilité. C'est une brique essentielle au plan de réversibilité qui doit nous conduire à l'autonomie stratégique. Il nécessite un travail en task force via le recours aux experts du monde de la recherche (ex : INRIA, CNRS, CEA). Il peut s'articuler avec des choix en cours sur un cloud DIRISI, qu'il soit hybride ou pas.

2. Plan de réversibilité

Il est envisageable d'implémenter une IaC Défense en tirant parti des 3 années éprouvées au DoD en termes de processus et de boîte à outils.

Afin de construire cette IaC, certaines actions en amont sont nécessaires :

- Analyse des risques et des vulnérabilités
- Exercice de type VOLFA élargi au numérique et à la sphère de la vie publique (collectivité/ transport, etc) avec les acteurs du territoire pour jouer des scénarios de rationnement.



Il est indispensable d'adopter une démarche d'analyse des risques et des vulnérabilités. Une différenciation est à faire dans le choix de la méthode car on préférera la méthode EBIOS pour une analyse de risque tandis que la méthode des nœuds papillons sera davantage adaptée en cas d'incidents déjà constatés comme les attaques cyber ou les coupures énergétiques.

Nous avons fait le choix de la seconde car s'inspirant directement des arbres des défaillances, d'accidents et d'événements, son utilisation est d'autant plus adaptée aux environnements critiques pour lesquels un niveau élevé de démonstration de la maîtrise des risques est indispensable. Adaptée aux environnements physiques.

En ce qui concerne l'exercice de type VOLFA élargi au numérique et à la sphère de vie publique (collectivité/ transport, etc) avec les acteurs du territoire. L'objectif serait de jouer un scénario où les géants américains, sur lesquels reposent un grand nombre de nos systèmes, décident de couper les accès au réseau de façon volontaire. Cela pourrait être perçu dans une logique d'intimidation d'un Etat pour asseoir sa domination ou dans le cas involontaire d'une faillite. Ainsi, il pourrait être pertinent de transposer les méthodes exploitées dans un exercice de type VOLFA avec l'armée de l'air à un scénario à jouer avec le MINARM. Les scénarios de la RED team de l'AID, le cas échéant.

Sur la base du parangonnage, voici quelques scénarios qui pourraient intégrer les briques suivantes :

- Faillite des GAFAM avec déconnexion totale du monde
- Retour d'un président des Etats-Unis dans une mouvance trumpienne vient basculer de la plupart des pays européens sous « protectorat numérique étasunien » ; Danemark, Luxembourg, Irlande, entre autres.
- Rachat de tous les câbles de fibre optique par les GAFAM

Le marché des géants du numérique nous pousse de plus en plus vers le SaaS (ou tout service externalisé), ce qui constitue un risque. Les incidents de production, y compris chez les GAFAM, existent. Nous constatons que la verticalisation des acteurs GAFAM sur la totalité de la chaîne de valeur numérique pourrait constituer une menace sur notre souveraineté, par exemple en ce qui concerne le transport de la donnée. Par ailleurs, le facteur économique du modèle Cloud devient une préoccupation : Booking.com a fait un retour en arrière vers les infrastructures colocalisées. Le FINOPS est une discipline qui se déploie pour obtenir des KPI afin de maîtriser les coûts Cloud. Aussi, nous conseillons à titre d'exemple les actions suivantes :

- Objectiver les RETEX des différentes stratégies Cloud pour en délimiter un socle commun de bonnes pratiques
- Définir la stratégie IaaS du ministère
- Mettre en place une IaC ministérielle s'articulant avec les stratégies en cours de la DIRISI (Move to Cloud) de façon progressive pour apporter aux métiers les services managés nécessaires au développement rapide de leurs applications
- Identifier et intégrer dans l'IaC les services communs (CI/CD, automatisation, monitoring, etc)

Une conduite du changement doit s'opérer notamment via la création d'un capacitaire en termes de ressources humaines capable de s'adapter à la transition numérique. Ainsi, le ministère doit pouvoir entretenir un effort de « plasticité » aux évolutions numériques issues notamment du monde civil. Face à une « hyper connectivité », la digitalo dépendance de son outil de combat, la profusion des offres et la rapidité de l'émergence des solutions en rupture, il faut entreprendre un effort accru de maintien de compétences.

Les métiers de la DIRISI sont sous tension car avec la digitalisation et l'apparition de l'intelligence artificielle c'est l'ensemble des processus qui sont remaniés.



C'est un défi avant tout culturel et organisationnel où il faut repenser les tâches. L'intelligence artificielle comporte des potentiels d'automatisation et de pilotage facilité. Les cas d'usage potentiels portent sur des thèmes transverses comme l'optimisation des processus, la gestion des relations avec les usagers (estimation des sollicitations, simulations, utilisation d'assistants virtuels pour épauler les agents publics ou directement interagir avec les usagers), le ciblage de contrôles régaliens et la détection automatique d'anomalies. Cette automatisation se fait au profit d'un recentrage sur le cœur des métiers administratifs et du service dispensé, en déchargeant ainsi les agents et les managers de tâches chronophages ou à moindre valeur ajoutée. Il s'agit de leur donner davantage de temps pour conseiller, produire des expertises ou prendre des décisions dans une logique de complémentarité homme-machine.

Dans un premier temps, le design et la construction de l'IaC peuvent être réalisés de façon externalisée.

3. Vers une autonomie stratégique

Force est de constater que les modèles d'organisation SI des années 2000 ont atteint leur limite tant en termes de qualité de service aux utilisateurs finaux, qu'en termes de soutenabilité financière et RH sur le long terme.

Les métiers du développement, de la maintenance de l'exploitation, des réseaux fonctionnent aujourd'hui en silo et désincarnent l'action pour l'opérateur éloigné du métier. Conséquence, cela entraîne une perte de sens, démotivation et dégradation du service offert aux forces armées. Il faut créer des nouveaux métiers de type SRE (Sire Reliability Engineering, MLOps) permettant d'abolir les frontières entre le code et la production, rapprochant de fait l'acteur numérique des acteurs métiers, le soutenant du soutenu, comme un peu dissocier le « pistard » du pilote de rafale.

Aussi, nous proposons de prendre appui sur un modèle vertueux et éprouvé des armées « Je combats comme je m'entraîne ». Un plan de mutation du modèle expertise en silo « I Shaped skills » au modèle multi compétences T Shaped skills devra être initié pour prendre en compte la conversion possible des profils dédiés aujourd'hui aux :

- Réseaux et système de communication
- Développement et exploitation des SI
- Cybersécurité

Pour les métiers transverses, une analyse au cas par cas devra être effectuée pour diagnostiquer l'éligibilité du personnel à la montée en compétence sur l'IaC. S'agissant de certains métiers de la Cybersécurité (compétences de hacking), ils pourraient être sanctuarisés dans une première phase.

Les points d'attention qu'il conviendra de traiter dans la démarche sont notamment les suivants :

- Changement de culture : accompagner le personnel utilisateur, y compris les gestionnaires.
- Manoeuvres RH : développeurs, exploitants, services comptables, gestionnaires de parcs, acheteurs, etc.
- Un effort de coordination doit être en outre effectué avec plusieurs parties prenantes que cela soit à l'échelle nationale ou européenne.

Cette IaC doit d'abord s'inscrire dans un plan interministériel plus large et de montée en puissance des nouvelles compétences dans la sphère publique et privée pour générer les talents et les retenir.

Nous avons réussi à transformer des biologistes en ingénieurs informaticiens en montant des cohortes massives en moins de 2 ans pour réparer le bug de l'an 2000. Nous pouvons donc rattraper le retard face aux



GAFAM. En outre, la prise en compte du code dans les disciplines métiers est une évolution naturelle inéluctable. Il est nécessaire de bâtir un plan permettant un continuum stratégique entre les formations en université (voire dès le lycée), et ce quel que soit le cycle (de l’Ecole d’ingénieur au SHS), et le monde professionnel. Le socle de compétences universelles permettra de maintenir un minimum viable sur le marché et de faciliter la mobilité sans perdre le savoir-faire avec le sachant.

Aussi, des actions complémentaires en matière de financement et développement nous semblent nécessaires :

- Création de masters IaC dans les écoles et universités en prédoctorale et dans les cycles Bac+2.
- Création d’une plateforme de formation et de certifications de compétences au niveau européen dédié aux sujets de la Souveraineté, de l’Autonomie Stratégique Numérique et aux enjeux de la création Numérique transparent et responsable (certification à étape sur le modèle du Lean par exemple)
- Utilisation du levier des Open Badge pour la généralisation et la reconnaissance des compétences
- Création d’un Fonds souverain à l’image du Fond stratégique d’investissement lancé en 2008 par la France pour fédérer et consolider les acteurs autour de cette ambition stratégique et accélérer leur croissance
- Création d’un label « Souveraineté et Autonomie Stratégique Numérique » associé à la création, si l’opportunité se concrétise, d’un fonds stratégique souverain
- Créations de marchés pour ces produits labellisés car nos entreprises ont plus besoin de commandes et de part de marchés que de financement en fonds propres
- Obligation d’intégrer les critères de labellisation dans les marchés publics nationaux et européen.

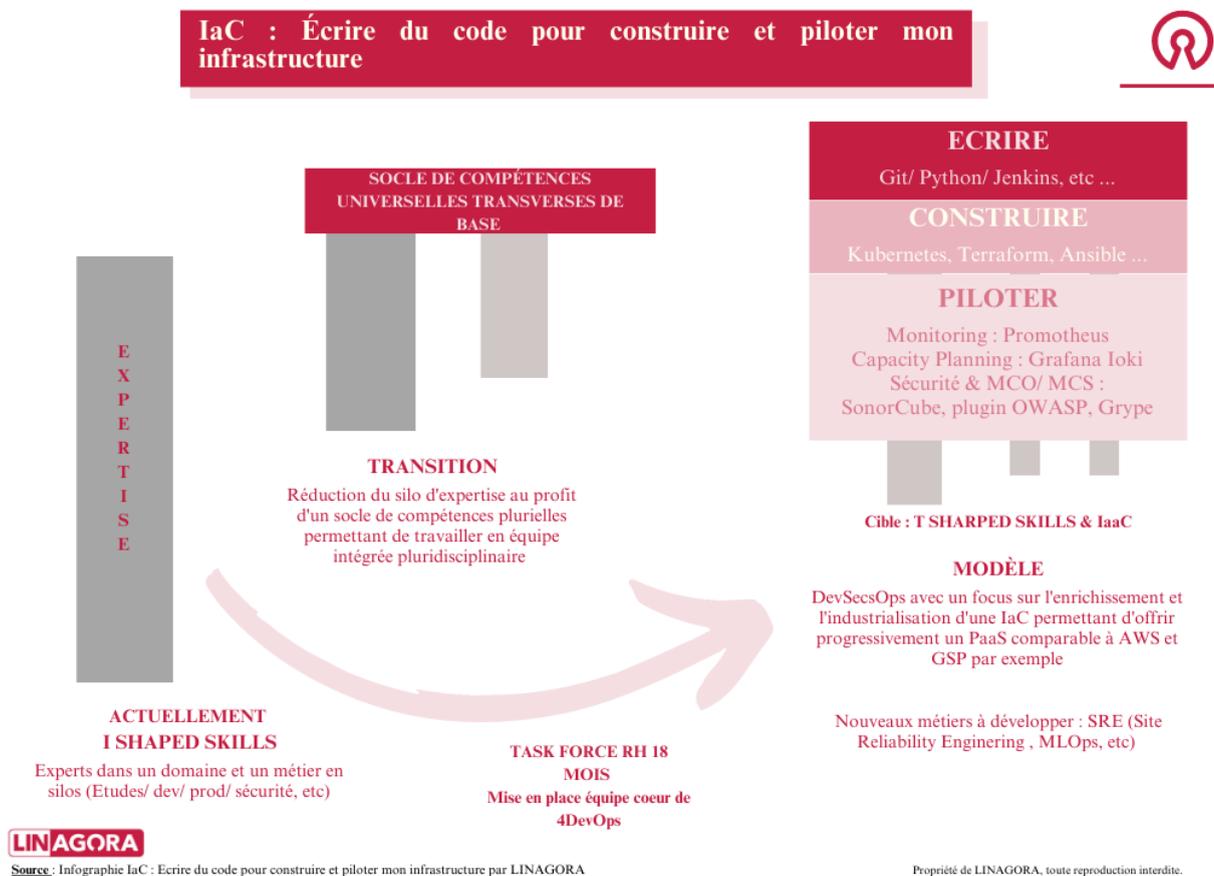


Figure 7: Infographie schématique d’une proposition pour une IaC - Écrire du Code pour construire et piloter mon infrastructure, Crédits : LINAGORA



4. Envisager une nouvelle gouvernance à l'échelle nationale et européenne

Une gouvernance doit être envisagée autant à l'échelle nationale qu'à l'échelle européenne, intégrant les acteurs publics, l'enseignement recherche et les industriels. Des solutions sont préconisées par le monde de la recherche pour que cela soit l'INRIA ou des universitaires.

Par exemple, il pourrait être envisagé:

- De mettre en place une **politique de type "PAC du numérique"** (en écartant les travers de la PAC actuelle) afin de soutenir les **acteurs domestiques** et poser un référentiel.
- De créer un **"pack numérique public"** qui inclurait un **service de base** (mail, coffre-fort numérique, espace de stockage, etc.)
- D'étudier l'opportunité d'une **consortium opérateur** de la **Voie Numérique** : un "Airbus" ou un "Galiléo" du numérique avec deux ou trois pays en faisant le RETEX de ces dispositifs, ou plus facilement créer une RTE ou un SNCF de la "Voie numérique" permettant d'opérer dans le temps.

Il serait nécessaire que la Commission européenne élabore une politique de souveraineté cohérente et efficace. L'Europe a besoin d'un "Buy European Act", miroir du "Buy American Act" afin de stopper l'hémorragie favorisant l'utilisation des GAFAM au détriment de notre industrie européenne. Toutefois, les plans massifs de licenciements dans les GAFAM aux USA, évoqués précédemment, vont peut-être alimenter naturellement le marché pour construire des IaC.

Pour prendre appui sur l'article publié par Dominique Luzeaux¹⁰⁶, nous pouvons **rebondir sur une solution opérationnelle répondant à la proposition "administrer"**. Le directeur de l'AND dégage plusieurs propositions "permettant d'aiguiller une politique volontariste pour aboutir à la souveraineté numérique, au service du développement économique et social de notre pays.". En matière d'administration, selon lui, il "faut décentraliser et confier à un acteur dédié à la gestion, l'exploitation, le soutien des livrables des projets. Cet acteur pourrait être une entreprise (qui pourrait s'appeler RSE - réseaux sécurisés de France), où seraient présents l'Etat et la Caisse des Dépôts et Consignations. Elle s'appuierait sur des ancrages territoriaux et opérerait dans le cadre d'une délégation de services publics conforme à la politique industrielle numérique. Dans le cadre de la gestion et l'exploitation de l'infrastructure, ses attributions seraient aussi d'entretenir, moderniser et faire le lien avec les utilisateurs, ainsi que d'élaborer une tarification de l'utilisation des réseaux sociaux sécurisés numériques.".

A titre d'exemple, la **gouvernance et modèle pourraient être les suivants**:

- La feuille de **route stratégique portée par un Etat stratège**;
- Un opérateur/ agence de type EPST ou EPIC recherche pourrait devenir AMOA, chef d'orchestre pour orienter le secteur privé sur des projets numériques avec des technologies issues de leurs laboratoires. L'INRIA est déjà engagé dans un plan d'études d'un scénario de souveraineté. Il s'agit par exemple de prendre exemple sur la JARPA aux USA ;
- Ces **technologies seraient incubées par des acteurs privés**;
- La création d'une coalition entre acteurs publics et privés sur le modèle Souveränen Verwaltungsarbeitsplatz (The Sovereign Workplace) en Allemagne¹⁰⁷ permettrait ainsi de s'appuyer

¹⁰⁶ Luzeaux, D. (2022, 5 octobre). Construire et organiser la souveraineté numérique. *Le magazine des ingénieurs de l'armement*. Consulté le 24 mai 2023, à l'adresse

<https://www.caia.net/revue-auteurs-rubriques-numeros/article/construire-et-organiser-la-souverainete-numerique/1062>

¹⁰⁷ Jekel, A. (2023). Let's Diss Those from the Government ! *Univention*.

<https://www.univention.com/blog-en/2023/03/digital-sovereignty-administration/>



sur une plateforme interopérable pour bâtir une souveraineté numérique indépendante. Une vision commune multi administration mise en œuvre de cette manière permettrait à la fois de soutenir les acteurs privés nationaux dans la promotion et le développement de leur activité tout en permettant à l’administration de bénéficier d’une infrastructure cloud utilisable par n’importe quelle administration ou collectivité. Cette organisation convient parfaitement à la logique souhaitée pour la mise en place de communs numériques. En effet, le projet piloté par le Ministère de l’Intérieur allemand et coordonné techniquement par l’entreprise Univention¹⁰⁸ est un projet d’intégration de logiciels libres permettant d’avoir une offre cloud libre au niveau des meilleures offres propriétaires pour les administrations allemandes, intégrant ainsi les logiciels Collabora Office, Element (Matrix), OpenProject, OpenXchange, NextCloud, Univention et XWiki. Enfin, d’un point de vue économique, l’ensemble des fonds engagés sont destinés à profiter essentiellement à des entreprises allemandes (exception faite de XWiki), ainsi c’est l’Etat allemand qui récupérerait directement une partie des sommes qui sont investies.

- Une entreprise publique (de type SNCF Num) pourrait opérer “la voie numérique”.

Aussi, en reprenant quelques idées précédentes, nous pourrions “designer” une politique publique numérique sur la base des briques suivantes.

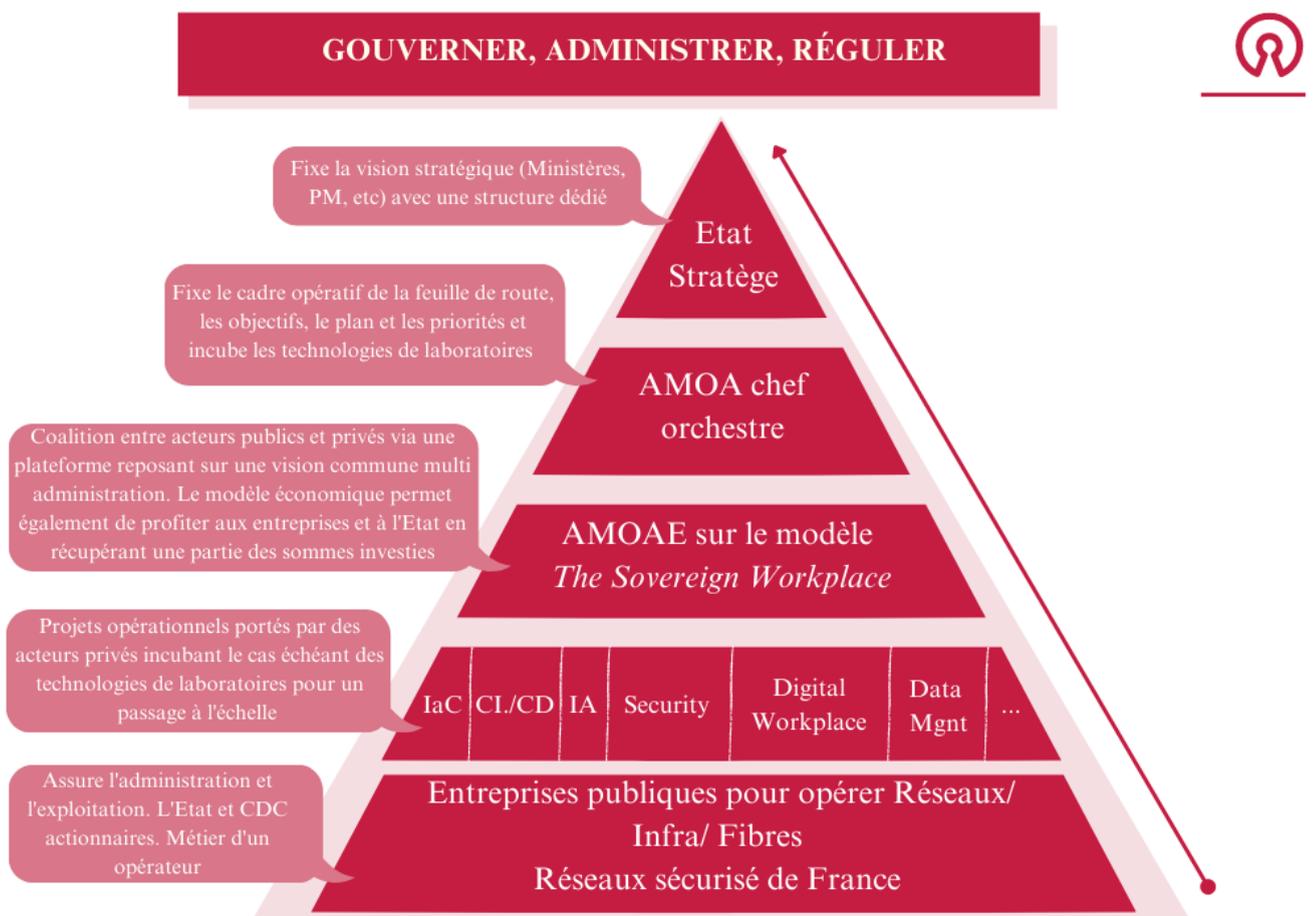


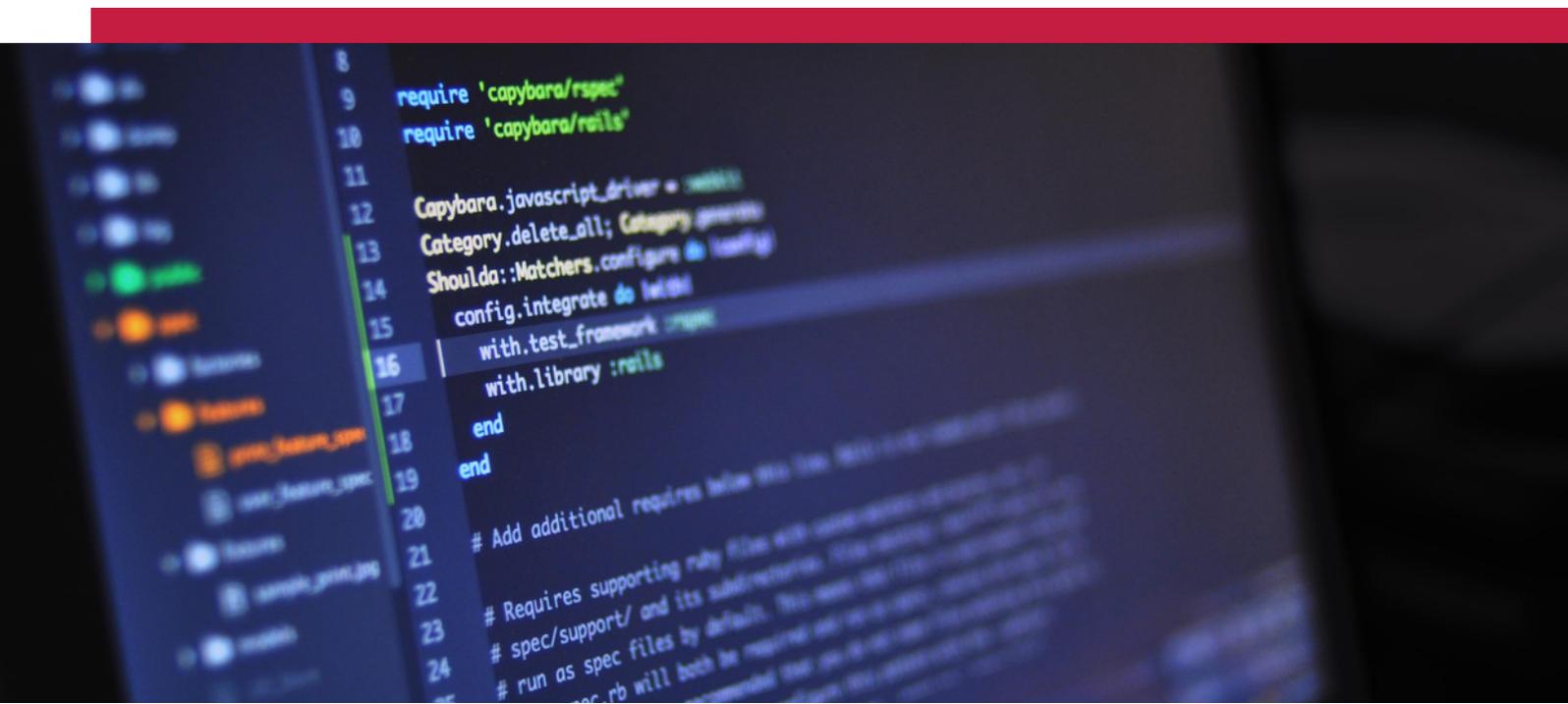
Figure 8 : Exemple de gouvernance possible pour gouverner, administrer et réguler une politique de souveraineté numérique, *Crédits : LINAGORA*

¹⁰⁸ Ganten, P. (2023). Starting signal for the Sovereign Administrative Workplace. *Univention*. <https://www.univention.com/blog-en/2022/09/starting-signal-sovereign-administrative-workplace/>



LES LOGICIELS LIBRES, MARCHÉ EN PLEINE CROISSANCE ET BOÎTE À OUTILS DÉTERMINANTE

1. Etats des lieux, performances e fragilités du secteur des logiciels libres
2. Un taux de pénétration avec des expériences éprouvées du logiciel libre
3. Le patrimoine numérique de nos grands champions sur un socle volontairement logiciel libre





III. Les Logiciels Libres, un marché en pleine croissance et la boîte à outils déterminante pour une infratech souveraine

1. État des lieux, performances et fragilités du secteur des logiciels libres

(a) Principes

Richard Stallman, le fondateur du mouvement du logiciel libre avec le projet GNU, distingue le mouvement de l'idéologie Open Source¹⁰⁹. Pour ce dernier, le premier mouvement *“fait campagne pour la liberté des utilisateurs de l'informatique ; c'est un mouvement qui lutte pour la liberté et la justice.”* alors que l'idéologie *“met surtout l'accent sur les avantages pratiques et ne fait pas campagne pour des principes.”*

Il faut savoir qu'un logiciel ne peut être qualifié de “libre”, que s'il respecte les libertés essentielles de l'utilisateur ; **la liberté d'accéder au code source, de l'étudier, de le modifier et d'en redistribuer des copies, modifiées ou non**¹¹⁰. Ces valeurs sont indispensables pour le mouvement, reposant sur les communautés et la solidarité sociale.

Souvent, les logiciels Open Source sont qualifiés de “logiciels libres” ou “free software” en anglais, pourtant ces termes doivent être différenciés. En effet, lorsque l'on parle de “free” on ne veut pas forcément parler d'un logiciel accessible gratuitement, mais plutôt utilisable selon la licence choisie¹¹¹. Une phrase célèbre de la communauté l'illustre parfaitement, *“Free as in freedom, not as in beer”*. L'utilisation de l'expression “Open Source” ambitionnait de répondre à ce problème de “free software” ; *“Le souci avec l'expression d'origine ‘free software’ ne vient pas de ses connotations politiques, mais du fait qu'elle insiste, en apparence du moins, sur le prix. Cela perturbe ceux qui découvrent le concept. Aussi, il fallait trouver une expression qui évoque le principal aspect du code source et qui ne les induise pas en erreur.”*¹¹² expliquait Christine Peterson, à l'origine de cette nouvelle appellation. Cependant, même si elle concerne la même catégorie de logiciel, les logiciels libres et l'open source ont des valeurs différentes. Le premier est un mouvement de société pour lequel il y a un *“impératif éthique, l'indispensable respect de la liberté de l'utilisateur”*, contrairement à l'Open Source envisageant *“uniquement les enjeux pratiques, en termes de performance.”*¹¹³. En effet, certaines licences open source sont critiquées car elles seraient trop restrictives¹¹⁴. Ces deux désignations sont donc concurrentes, pour un même type de licence de logiciel. Elles s'opposent naturellement aux modèles dits “propriétaires” qui ne permettent pas légalement ou techniquement, ou par quelque autre moyen que ce soit, d'exercer simultanément les quatre libertés logicielles énoncées plus haut.

¹⁰⁹ *En quoi l'open source perd de vue l'éthique du logiciel libre - Projet GNU - Free Software Foundation.* (s. d.). Free Software Foundation (FSF). Consulté le 21 juin 2023, à l'adresse <https://www.gnu.org/philosophy/open-source-misses-the-point.fr.html>

¹¹⁰ *Ibid*

¹¹¹ *L'Open Source, qu'est-ce que c'est ?* (2019, 24 octobre). Red Hat. Consulté le 21 juin 2023, à l'adresse <https://www.redhat.com/fr/topics/open-source/what-is-open-source>

¹¹² Peterson, C. (2018, 1 février). *How I coined the term « open source »*. Opensource.com. Consulté le 21 juin 2023, à l'adresse https://opensource.com/article/18/2/coining-term-open-source-software?extIdCarryOver=true&sc_cid=701f2000001OH7EAAW

¹¹³ *Ibid Richard Stallman*

¹¹⁴ Par exemple, Open Watcom est non libre parce que sa licence ne permet pas d'en faire une version modifiée et de l'utiliser en privé. D'après stallman linux gnu.



Ensuite, après avoir distingué l'open source du logiciel libre, il est également important de comprendre le lien avec le mouvement des "communs numériques". Un comment désigne une ressource produite et/ ou entretenue collectivement par une communauté d'acteurs hétérogènes, et gouvernée par des règles qui lui assurent son caractère collectif et partagé¹¹⁵. Il est dit numérique lorsque la ressource est dématérialisée : logiciel, base de données, contenu numérique (texte, image, vidéo et/ ou son), etc. Ils ont également des caractéristiques plus récentes comme l'usage de la ressource par les uns ne limite pas les possibilités d'usage par les autres. Enfin, sa préservation ne passe pas par la préservation du droit à l'usage d'une communauté restreinte. Ainsi partager les communs numériques permet d'augmenter la valeur d'usage de la ressource mais en outre d'étendre la communauté chargée de les préserver. Le numérique modifie le mouvement des communs naturels, mais il trouve tout naturellement sa place dans les domaines les plus importants de l'Etat. Récemment, lors de la publication de la "Stratégie numérique pour l'éducation 2023-2027"¹¹⁶, une section intitulée "Soutenir le développement des communs numériques" les a désignés comme "*un ensemble de ressources numériques produites et gérées par une communauté. Par nature, ils sont partagés et collectifs.*", accroissant leur possibilités d'utilisation, notamment dans le secteur de l'éducation. Ainsi, les logiciels libres se placent comme des outils de partage et de mise en commun de la connaissance. En 2021 un "Plan d'action logiciels libres et communs numériques"¹¹⁷ a d'ailleurs été mis en place par le gouvernement dans le but de mieux connaître, utiliser les logiciels libres et les communs numériques dans l'administration, développer et accompagner l'ouverture des codes sources du secteur public.

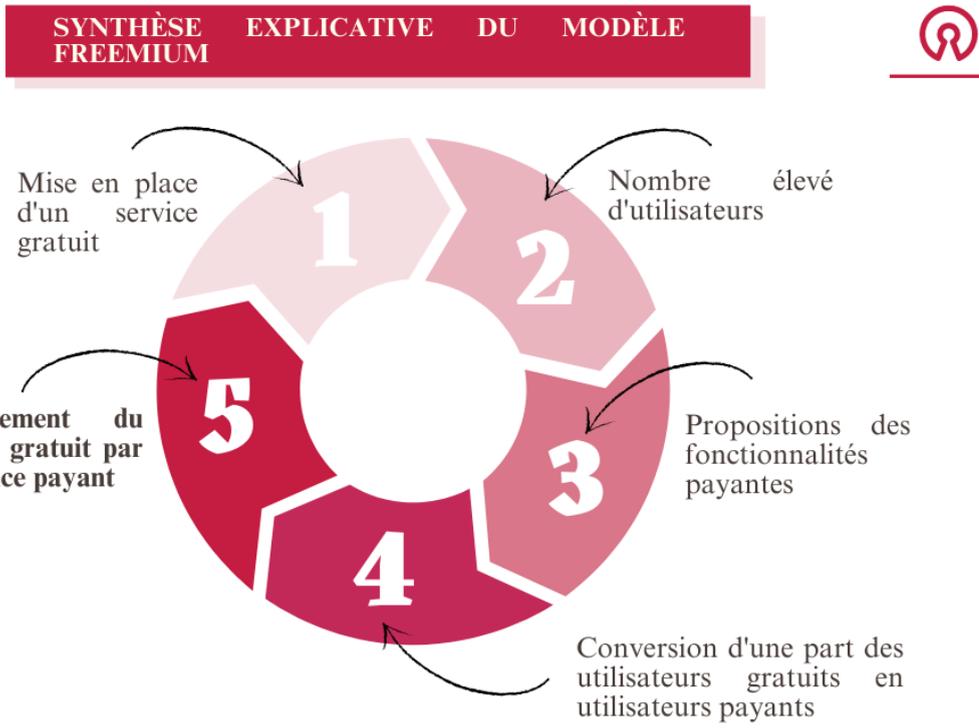
Enfin, un dernier concept à distinguer de celui des logiciels libres, propriétaires, open source, et du mouvement des communs, c'est celui du freemium. Composé de deux termes anglais "free" et "premium", il propose un modèle économique et une stratégie commerciale consistant à proposer gratuitement l'accès à un service, afin d'attirer le plus grand nombre d'utilisateurs possible pour tenter de leur vendre une version payante plus tard¹¹⁸. L'offre gratuite est limitée en termes d'utilisation que ce soit à travers les fonctionnalités, caractéristiques, confort d'usage, capacités de stockage, support technique ou encore temps d'utilisation. Le but étant de faire basculer les utilisateurs vers un service premium, plus complet et plus attractif. C'est un ratio entre les services payants et les utilisations gratuites du produit, les plateformes musicales comme Deezer ou Spotify fonctionnent sur ce type de modèles par exemple.

¹¹⁵ *Les Communs Numériques : un modèle innovant de développement des ressources numériques* - Labo. (s. d.). Labo Société Numérique. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://labo.societenumerique.gouv.fr/fr/articles/les-communs-num%C3%A9riques-un-mod%C3%A8le-innovant-de-d%C3%A9veloppement-des-ressources-num%C3%A9riques/>

¹¹⁶ *Plan d'action logiciels libres et communs numériques*. (2021, 10 novembre). numerique.gouv.fr. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://www.numerique.gouv.fr/publications/plan-action-logiciels-libres-communs-numeriques/#:~:text=Lanc%C3%A9%20par%20l'E2%80%99%C3%89tat%20en%20novembre%202021%2C%20le%20plan.%E2%80%99attractivit%C3%A9%20de%20l'E2%80%99%C3%89tat-employeur%20aupr%C3%A8s%20des%20talents%20du%20num%C3%A9rique.>

¹¹⁷ *Plan d'action du Gouvernement en matière de logiciels libres et communs numériques dans l'Administration*. (2021, 21 novembre). *Ministre de la Transformation et de la Fonction Publiques*. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse [https://www.transformation.gouv.fr/files/presse/Discours a de montchalin plan action gouvernement logiciels libres communs numériques administration.pdf](https://www.transformation.gouv.fr/files/presse/Discours%20a%20de%20montchalin%20plan%20action%20gouvernement%20logiciels%20libres%20communs%20num%C3%A9riques%20administration.pdf)

¹¹⁸ Montéréal, J. (2022). *Modèle freemium ▶ définition, exemples, avantages et inconvénients*. *appvizer.fr*. <https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-entreprise/modele-freemium>



Source : Infographie explicative synthétique du modèle freemium par LINAGORA.

Propriété de LINAGORA, toute reproduction interdite.

Figure 9 : Infographie synthétique explicative du modèle freemium, Crédits: LINAGORA

(b) Fonctionnement

Le logiciel libre n'est pas une question de droits mais de licences, lorsqu'un utilisateur souhaite installer un logiciel sur son ordinateur, il doit accepter une licence. La différence fondamentale des logiciels libres et qu'elle précise les droits d'utilisation, d'adaptation, de diffusion et d'amélioration du logiciel, tandis que les logiciels propriétaires restreignent ces mêmes droits. S'agissant des licences pour les logiciels libres, elles sont nombreuses et disposent chacune de spécificités propres. Elles doivent néanmoins répondre aux quatre libertés de pour l'utilisateur précitées plus haut.

L'utilisateur dispose alors du droit d'exécuter le programme, pour l'ensemble des usages, d'étudier le fonctionnement du programme et le cas échéant l'adapter selon ses besoins, en redistribuer des codes ou encore faire des améliorations, ensuite publiées, pour en faire profiter l'ensemble des utilisateurs. Il n'y a donc aucun monopole d'un éditeur de logiciel en particulier. Il y a une égalité de fait entre l'ensemble des utilisateurs et créateurs de logiciels car tous disposent de droits similaires en matière d'utilisation, de copie, d'étude et de redistribution. De plus, sa construction est collective, l'information circule librement permettant également un accroissement de l'efficacité dans la résolution de problèmes.

Ainsi, le développement et l'élaboration de logiciels libres est directement corrélée à l'existence de communautés. Ces dernières animent, modifient et partagent les nouvelles fonctionnalités. Elles fonctionnent selon un certain nombre de règles s'agissant de la contribution et de la mutualisation basées en partie sur la confiance, le respect, et la culture du don et du partage. Une communauté d'utilisateurs s'est également organisée notamment autour de Groupes Utilisateurs Linux¹¹⁹, cherchant à promouvoir à la fois ce dernier et

¹¹⁹ Présentation des GUL francophones | AFUL. (2023, 13 mars). AFUL. Consulté le 27 juin 2023, à l'adresse <https://aful.org/gul>



par extension les logiciels libres. Ce ne sont pas les seuls car d'importantes communautés existent et échangent sur Internet afin de se perfectionner ou d'en apprendre davantage sur ce type de logiciels.

Il existe une communauté historique autour du logiciel libre chargées de promouvoir les valeurs et définir les critères d'appartenance au mouvement, notamment s'agissant des licences. On peut citer parmi elles l'AFUL (l'Association Francophone Association francophone des utilisateurs de logiciels libres)¹²⁰, l'April (l'Association pour la promotion et la recherche en informatique libre)¹²¹, Ubuntu-fr¹²², Framasoft¹²³ ou encore la Quadrature du Net¹²⁴ qui sont des associations à l'échelle nationale. Au niveau européen, la FSFE, Free Software Foundation Europe et l'Open Forum Europe sensibilisent les décideurs politiques, les institutions et le grand public aux enjeux du logiciel libre et des standards ouverts pour favoriser leur utilisation dans les administrations publiques et les entreprises européennes. Enfin, la plus ancienne est la Free Software Foundation (FSF), fondée par Richard Stallman en 1985, elle joue un rôle crucial pour la promotion des logiciels libres à l'international et développe et maintient la licence publique générale GNU (GNU GPL) utilisée par de nombreux logiciels libres.

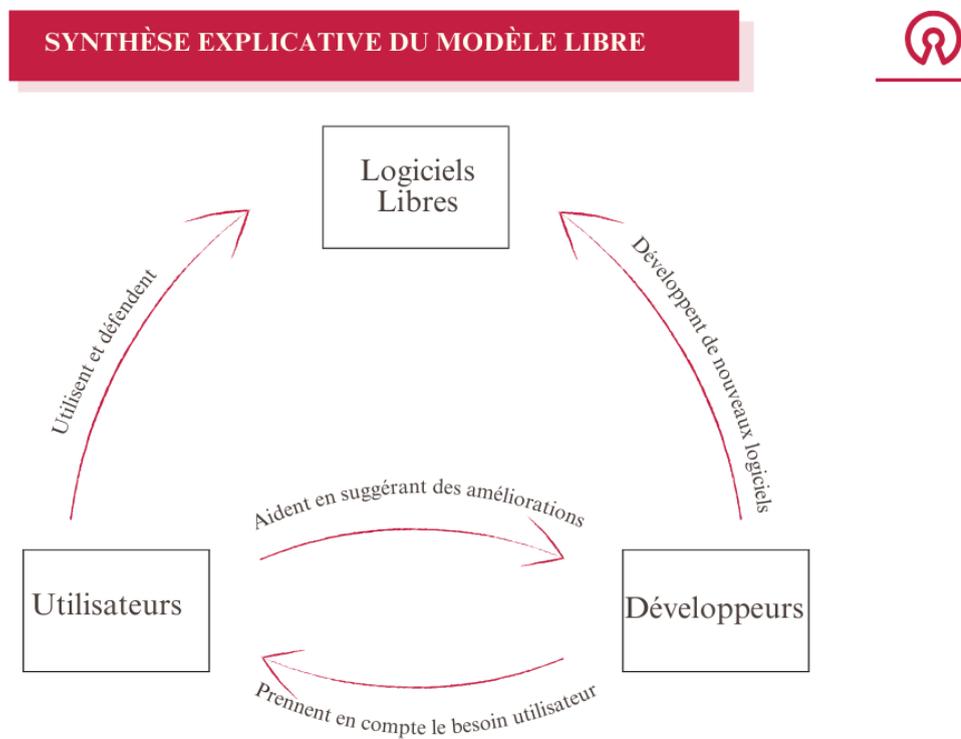


Figure 10 : Infographie synthétique explicative du modèle libre, Crédits: LINAGORA

¹²⁰ Promeut notamment l'utilisation et le développement des logiciels libres en France. Elle organise des événements, des conférences et des formations pour sensibiliser le public aux logiciels libres.

¹²¹ Association de défense et de promotion du logiciel libre. Elle mène des actions de sensibilisation, de plaidoyer et de soutien aux initiatives liées au logiciel libre. L'APRIL est notamment connue pour sa campagne "Libérez votre ordinateur" visant à encourager l'utilisation de logiciels libres.

¹²² Ubuntu-fr est une association de promotion et de soutien à Ubuntu, une distribution de systèmes d'exploitation basée sur Linux. L'association organise des événements, des formations et fournit un support technique aux utilisateurs francophones d'Ubuntu.

¹²³ Association chargée de promouvoir les logiciels libres et les services en ligne respectueux de la vie privée. Elle développe et héberge une série de services en ligne gratuits et respectueux de la vie privée, tels que Framadate, Framapad et Framagit.

¹²⁴ Bien qu'elle ne soit pas exclusivement axée sur le logiciel libre, et plutôt sur les droits et libertés des citoyens sur Internet, elle milite activement pour la promotion de l'ouverture et de la neutralité du réseau, ainsi que pour la protection de la vie privée en ligne.



Les éditeurs « propriétaires » ont une stratégie de valorisation fondée sur l’opacité et sur une économie de rente : le code source du logiciel n’est pas diffusé, et le client paie un droit d’usage auquel s’ajoute le coût de prestations de support que seul l’éditeur peut assurer dans la mesure où l’absence de communication du code source empêche tout support de logiciels. L’économie du logiciel libre n’a pas un but marchand. Pour autant, comme nous l’avons déjà évoqué précédemment, le logiciel “libre” ne veut pas dire gratuit.

Le logiciel libre est un modèle dit “free free” ou encore “libre et gratuit”, ainsi, le code est ouvert, disponible et communautaire. De plus, le droit d’usage du logiciel est gratuit, et le support logiciel majoritairement assuré par une communauté de développeurs. Dans le cas où le logiciel n’est pas purement communautaire, le support logiciel est assuré par la société éditrice. Enfin, les services d’intégration et de formation sont disponibles auprès de prestataires spécialisés (Société de Services en Logiciels Libres) ou de la société éditrice dans le second cas. Le modèle économique ne repose alors pas sur la vente de licence mais sur le service et/ ou le support. Le choix de ce type de logiciels ouverts (ou modèle “free free”, libre & gratuit) permet notamment dans le cas de contrats de supports à engagement de moyens, de limiter des migrations imposées vers les dernières versions des logiciels et de s’appuyer sur des modèles et formats de données standards. Ce choix offre une plus grande maîtrise sur la gestion du cycle de vie des différentes parties de son système d’information, apportant par là-même une plus grande pérennité à l’ensemble, aussi bien en termes d’applications que de données.

SYNTHÈSE ÉCONOMIQUES DES MODÈLES

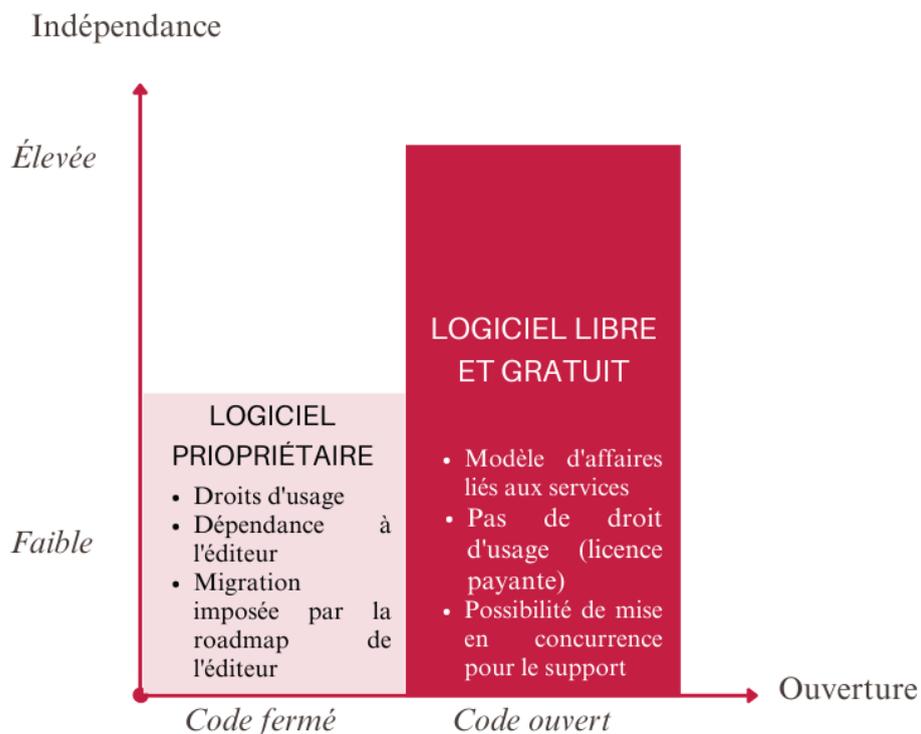


Figure 11 : Infographie synthétique comparative des modèles libres et propriétaires, Crédits: LINAGORA



(c) Les externalités et défis liés à son adoption

Les logiciels libres disposent de nombreux avantages. Tout d’abord, ils sont dits plus “éthiques” car transmettant des valeurs portées sur le partage et l’échange. Il y a une véritable philosophie d’accès aux ressources pour tous qui est défendue. Ces logiciels sont, d’une manière générale, plus économiques car ils sont pour la plupart gratuits et toujours librement restituables¹²⁵. Ensuite, leur durée de vie n’étant, en principe, pas limitée dans le temps, ce sont des logiciels pérennes. Ainsi, ce type de logiciels est entendu comme un pilier crucial à la fois pour le secteur public et privé en raison de leurs bénéfiques potentiels : réduction des coûts, amélioration de la sécurité et la capacité des systèmes¹²⁶. Contrairement aux logiciels propriétaires dont le modèle économique se base sur la vente de nouvelles versions mises régulièrement sur le marché, l’utilisateur n’est pas captif d’un éditeur ou d’un logiciel en particulier. L’adoption de ce type de logiciel accroît la liberté contractuelle. En effet, l’utilisateur dispose d’une plus grande indépendance vis-à-vis de ses fournisseurs, lui permettant de contribuer à la création de l’industrie locale à travers le développement de logiciels locaux qualifiés pour la création de systèmes basés sur les logiciels libres¹²⁷. L’interopérabilité, via le recours à un type de formats de fichiers “ouverts” permettent de ne pas avoir de restriction d’accès ou de mise en œuvre. Ces absences de droits de licences permettent une adoption plus rapide de la technologie et accélèrent l’écosystème de l’innovation¹²⁸. Les spécifications techniques sont également publiques.

INTEROPÉRABILITÉ DU LOGICIEL LIBRE

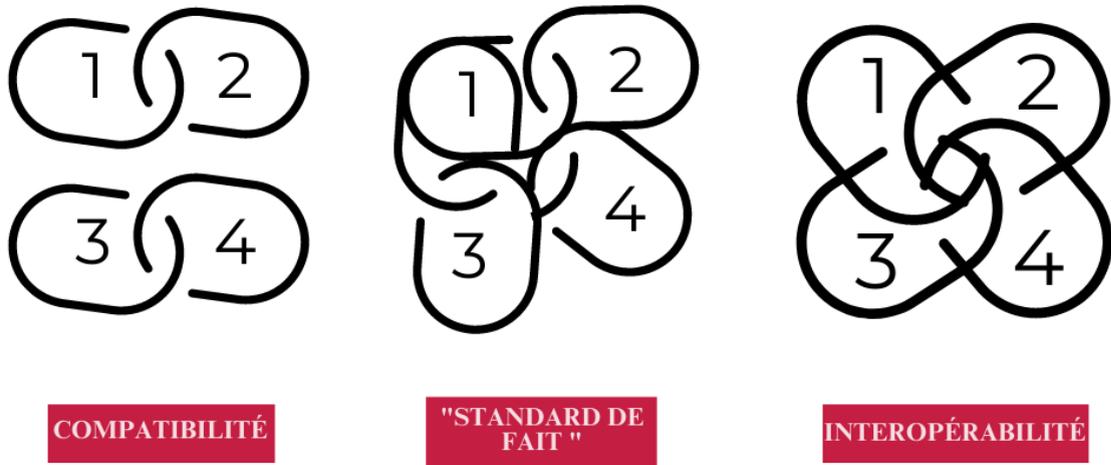


Figure 12 : Infographie explicative sur l’interopérabilité des logiciels libres, Crédits: LINAGORA

¹²⁵ Syzdykova, A., Malta, A., Zolfo, M., Diro, E., & Oliveira, J. L. (2017). Open-Source Electronic Health Record Systems for Low-Resource Settings : Systematic Review. *JMIR medical informatics*, 5(4), e44. <https://doi.org/10.2196/medinform.8131>

¹²⁶ *Open Source Adoption Factors—A Systematic Literature Review*. (2020, 8 mai). IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore. Consulté le 20 juin 2023, à l’adresse <https://ieeexplore.ieee.org/document/9089866>

¹²⁷ Pezer, M., Lazić, N., & Odak, M. (2017). *Free and Open Source Software in the secondary education in Bosnia and Herzegovina*. <https://doi.org/10.23919/mipro.2017.7973546>

¹²⁸ Umm-E-Laila, F., Khan, S. N. A., & Arfeen, T. (2021). Framework for Identification of Critical Factors for Open Source Software Adoption Decision in Mission-Critical IT Infrastructure Services. *Iete Journal of Research*, 69(2), 635-648. <https://doi.org/10.1080/03772063.2021.1994036>



En cas de piratage ou de faille sécuritaire, les logiciels libres permettent d’assurer une protection effective et rapide des outils notamment grâce à l’existence de communautés libres importantes. Cela contribue au renforcement de la sécurité logicielle. L’accessibilité au code source des logiciels libres est également un atout en matière de confidentialité. Lors de l’intrusion d’un programme violant la confidentialité des informations, le repérage est facilité par l’ouverture de ces codes. En outre, les logiciels libres s’adaptent au besoin utilisateur. La multiplicité des utilisations, l’ouverture des codes sources et la diversité des contributeurs donnent aux logiciels libres une assurance en termes d’adaptation. Enfin, les logiciels libres sont également un vecteur d’inclusion sociale, ils sont une ressource indispensable pour les pays en développement ou dans des environnements moins industrialisés manquant de ressources technologiques et financières pour promouvoir l’innovation et investir dans une structure efficace du secteur public¹²⁹. Cependant, malgré leurs nombreux avantages, l’acceptation et le recours aux logiciels libres a été un parcours insoutenable dans la majorité des organisations du secteur public des pays en développement.

Une récente étude réalisée en Angola¹³⁰ a noté que les intentions d’utiliser les logiciels libres dépendent fortement du modèle d’étude, c’est-à-dire de la qualité du système, de la sécurité, de l’interopérabilité, de la facilité d’utilisation, des coûts, des attentes en matière de performance et d’influence sociale. La qualité du système étant retenue comme l’externalité la plus significative du modèle comprenant la sécurité, l’interopérabilité et la facilité d’utilisation, même si les coûts et l’influence sociale revêtent une importance non négligeable dans l’adoption de ce type de systèmes.

Les logiciels libres peuvent être une solution dans un futur de communs numériques, néanmoins le mouvement doit s’affranchir de certains obstacles pour favoriser son expansion. Voici un état des lieux des craintes recensées dans la littérature¹³¹.

	Motivations à l'adoption		Freins à l'adoption	
	Explications	Références	Explications	Références
Technologie				
Coût	Faible coût d'acquisition et de possession	(Li et al. 2013 ; Poba-Nzaou et al. 2014 ; Spinellis et Giannikas 2012)	Coût de possession supérieur	(Marsan et al. 2012)
Fiabilité et qualité	Haute fiabilité et stabilité	(Li et al. 2013 ; Qu et al. 2011 ; Spinellis et Giannikas 2012)	Manque de fiabilité	(Marsan et al. 2012)
	Rapide correction des bugs	(Bitzer et Schröder 2005)		
	Qualité	(Capra et al. 2011)		
Forking			Crainte du forking	(Nagy et al. 2010)
Information			Manque d'informations fiables	(Marsan et al. 2012)
Innovation	Innovation	(Dedrick et West 2003)		
	Capacité d'adaptation	(Li et al. 2013)		
Interopérabilité	Compatibilité	(Qu et al. 2011)		
			Incapacité d'intégration	(Nagy et al. 2010)
Licences			Complexité des licences	(Marsan et al. 2012)
Lock-in d'un fournisseur	Lock-in d'un fournisseur	(Li et al. 2013)		
Maturité			Immaturité	(Nagy et al. 2010)
Rôle des TI			Criticité des TI	(Li et al. 2013)
Sécurité			Faibles de sécurité identifiables	(Marsan et al. 2012)
Triabilité	Triabilité	(Qu et al. 2011)		
Organisation				
Activité	Adéquation avec les affaires	(Qu et al. 2011)	Faible pertinence avec l'activité	(Goode 2005)
	Amélioration de la performance	(Marsan et al. 2012)	Absence de demande métier	(Goode 2005)
Antécédents en matière de logiciels propriétaires			Adoption de logiciels propriétaires	(Qu et al. 2011)
			Investissements en logiciels fermés	(Nagy et al. 2010)
Caractéristiques du service TI			Taille du service TI	(Li et al. 2013)
Compétences internes	Compétences techniques adéquates	(Qu et al. 2011)	Insuffisance des connaissances internes	(Nagy et al. 2010)
Ressources financières	Faibles ressources financières	(Qu et al. 2011)		
Environnement				
Caractéristiques du pays	Acceptation des nouveautés	(Qu et al. 2011)		
	Compétence TI	(Qu et al. 2011)		
			Distance élevée avec le pouvoir	(Qu et al. 2011)
			Culture de l'individualisme	(Qu et al. 2011)
Support			Niveau de développement	(Qu et al. 2011)
			Pressions étatiques pour les logiciels fermés	(Qu et al. 2011)
	Existence de support	(Spinellis et Giannikas 2012)	Insuffisance de support externe	(Goode 2005 ; Li et al. 2013 ; Qu et al. 2011)
			Perception d'incertitude support et services	(Li et al. 2013)

¹²⁹ Patino-Toro, O., Arias, A. V., Molina, S. G., & Bermeo-Giraldo, C. (2022). Open-Source Software Adoption Among University Students in Emerging Countries. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 17(2), 185-196. <https://doi.org/10.1109/rita.2022.3166950>

¹³⁰ Silva, D. G., Coutinho, C., & Costa, C. J. (2023). Factors influencing free and open-source software adoption in developing countries—an empirical study. *Journal of Open Innovation : Technology, Market, and Complexity*, 9(1), 100002. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.01.002>

¹³¹ Fabien Sirjean. Adoption des logiciels libres dans les collectivités territoriales. *Gestion et management*. 2022. dumas-03919847 <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03919847/document>



Tableau 1 : Tableau synthétique des freins et des motivations à l'adoption des logiciels libres par les organisations, Crédits: Benketoum

Les défis représentés par l'adoption de logiciels libres est plus complexe et nuancée que l'identification d'un logiciel fonctionnellement adapté¹³². De nouveaux obstacles ont été mis en avant, plus récemment. Parmi eux, il est apparu que :

- La qualification et la sélection des logiciels libres
- Les facteurs humains
- Les questions juridiques
- La facilité d'utilisations
- Le développement
- Le soutien des logiciels

sont des problèmes centraux à prendre en considération par les organisations si elles décident d'entreprendre de nouvelles stratégies en matière de politiques informatiques pour migrer vers les logiciels libres¹³³. En effet, leur utilisation et les subtilités liées à l'utilisation de licences comme les règles de reversement du code sont des axes majeurs pour la transition vers les logiciels libres. Elles doivent prendre en considération la licence logicielle du composant notamment dans le contexte de leur propre politique de licence¹³⁴ ainsi que la viabilité et la stabilité de la communauté du projet libre développant le composant¹³⁵. Il en résulte que des difficultés surgissent lors de l'estimation du coût de l'intégration des composants¹³⁶. L'ensemble de ces problématiques peuvent constituer un frein au recours à des logiciels libres lorsque le niveau de support, son coût et le manque de profils dédiés ne suffisent pas à répondre aux demandes des utilisateurs.

2. Un taux de pénétration avec des expériences éprouvées du logiciel libre

(a) Le cyber, nouvel enjeu majeur lié à la protection des données

La menace cyber n'a jamais été aussi présente au sein des services informatiques, que ce soit à travers l'infiltration de réseaux de communication ou de campagne d'influence sur Internet, le risque est omniprésent. Divers acteurs de statut et de tailles diverses sont impliqués, dont les Etats et leur administration et les acteurs économiques, allant de la PME aux multinationales. Portant à la fois des intérêts économiques et politiques, les motivations sont multiples. Afin d'accroître leur influence et leur autorité au sein du cyberspace, les Etats peuvent s'appuyer sur l'aide des géants du numérique. Ces derniers disposent de moyens financiers et techniques, parfois bien supérieurs à ceux des Etats, leur conférant une influence supérieure dans le domaine. Ils ont même le pouvoir de mettre en lumière ou de dissimuler une quantité importante de données transitant par leurs services. Cependant, les Etats ne peuvent pas reposer sur ces géants pour construire leur carapace sécuritaire. A la suite de l'adoption, en mars 2021¹³⁷, des conclusions de

¹³² Spinellis, D. (2019). How to Select Open Source Components. *IEEE Computer*, 52(12), 103-106. <https://doi.org/10.1109/mc.2019.2940809>

¹³³ Canlas, F. Q. (2019). Issues and Challenges of Free and Open Source Software Adoption in the Philippines : A Baseline Survey for. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/337167589_Issues_and_Challenges_of_Free_and_Open_Source_Software_Adoption_in_the_Philippines_A_Baseline_Survey_for_Information_Technology_Strategy_Formulation

¹³⁴ Petersen, K., Badampudi, D., Shah, S. A. A., Wnuk, K., Gorschek, T., Papatheocharous, E., Axelsson, J., Sentilles, S., Crnkovic, I., & Cicchetti, A. (2018). Choosing Component Origins for Software Intensive Systems : In-House, COTS, OSS or Outsourcing ? —A Case Survey. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 44(3), 237-261. <https://doi.org/10.1109/tse.2017.2677909>

¹³⁵ *Ibid*

¹³⁶ Petersen, K., Badampudi, D., Shah, S. A. A., Wnuk, K., Gorschek, T., Papatheocharous, E., Axelsson, J., Sentilles, S., Crnkovic, I., & Cicchetti, A. (2018c). Choosing Component Origins for Software Intensive Systems : In-House, COTS, OSS or Outsourcing ? —A Case Survey. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 44(3), 237-261. <https://doi.org/10.1109/tse.2017.2677909>

¹³⁷ *Cybersécurité : comment l'UE lutte contre les cybermenaces*. (2023, 24 mai). Conseil Européen / Conseil de l'UE. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/cybersecurity/>



la stratégie de cybersécurité par le Conseil de l'UE, le caractère primordial de la cybersécurité pour la construction d'une Europe numérique a été souligné.

Dans cette perspective, l'UE a adopté en décembre 2022¹³⁸, une directive concernant des mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de cybersécurité dans l'ensemble de l'Union. La proposition (52) établit l'ensemble des caractéristiques positives pour un accroissement de l'utilisation des logiciels libres et des sources ouvertes ; *“Les outils et application de cybersécurité en sources ouvertes peuvent contribuer à augmenter le degré d'ouverture et avoir un effet positif sur l'efficacité de l'innovation industrielle. [...] Les États membres devraient donc être en mesure de promouvoir l'utilisation de logiciels libres et de normes ouvertes en appliquant les politiques relatives à l'utilisation de données ouvertes et de codes sources ouverts dans le cadre de la sécurité par la transparence.”*. Ainsi, l'UE sait que les logiciels libres revêtent à la fois un enjeu de souveraineté majeur mais ils peuvent se trouver être des atouts indispensables pour une stratégie en matière de cybersécurité européenne. Ils disposent en effet d'atouts majeurs, tous énumérés dans cette même directive ; interopérabilité entre les outils de sécurité, diversification des fournisseurs, processus de vérification plus transparent et coûts moins importants.

L'Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information (ANSSI) soutient aussi les projets de logiciels libres dans le cadre de la sécurisation de l'Internet¹³⁹ ; *“Le logiciel libre est, de manière générale, un moyen pragmatique d'accroître le niveau de maîtrise des technologies clés.”*. L'investissement de l'ANSSI auprès des logiciels libres répond à un nombre important d'enjeux ; élaboration des solutions adaptées à de nouveaux cas d'usage, sécurisation des composants de base les plus utilisés, mais également développement, entretien, partage des compétences et maîtrise des technologies clés du numérique.

Enfin, le nombre de correctifs de sécurité publiés sur le National Vulnerability Database (NVD)¹⁴⁰ souligne la participation accrue de logiciels libres et Open Source tels que Linux, Apache, MySQL et Open SSL. On peut en déduire l'engagement de la communauté à réagir et à remédier aux problèmes de sécurité. En 2022, la plateforme de sécurité et de gestion des logiciels libres et Open Source, WhiteSource (devenue mend.io) a été reconnue au niveau d'acceptation des fournisseurs pour la NVD¹⁴¹. Le programme CVMA (Collaborative Vulnerability Metadata Acceptance Process de la NVD atteste la véracité de l'ensemble des données fournies par White Source concernant les évaluations du système de notation des vulnérabilités communes. C'est d'ailleurs l'une des trois seules entreprises à avoir obtenu le niveau d'acceptation du fournisseur, aux côtés des géants du logiciels Oracle et Microsoft, signe que les logiciels libres et open source ont tout à fait leur place au sein de la lutte cyber.

(b) Une organisation de la ville repensée

La “smart city” ou, ville intelligente, a fait irruption depuis quelques années dans le débat public. Nouveau concept de développement urbain, elle fascine mais divise les collectivités, devant repenser entièrement leur mode de fonctionnement et leur économie. Selon la CNIL, ce concept permettrait d’ *“améliorer la qualité de vie des citoyens en rendant la ville plus adaptative et efficace, à l'aide de nouvelles technologies qui*

¹³⁸ Directive (UE) 2022/2555 du Parlement Européen et du Conseil du 14 décembre 2022 : mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de cybersécurité dans l'ensemble de l'Union. (2022). Dans *Légifrance*. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2555>

¹³⁹ *L'engagement de l'ANSSI pour l'Open Source*. (s. d.). ANSSI. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.ssi.gouv.fr/agence/rayonnement-scientifique/lengagement-de-lanssi-pour-lopen-source/>

¹⁴⁰ *NVD - Home*. (s. d.). <https://nvd.nist.gov/>

¹⁴¹ Mend.io. (2023, 12 mai). *Mend Recognized with Elite Provider Ranking by National Vulnerability Database - Mend*. Mend. <https://www.mend.io/newsroom/whitesource-recognized-with-elite-provider-ranking-by-national-vulnerability-database/>



s'appuient sur un écosystème d'objets et de services. Le périmètre couvrant ce nouveau mode de gestion des villes inclut notamment : infrastructures publiques, transports, réseaux, les e-services et les e-administrations.¹⁴². L'innovation numérique va fortement impacter et repenser l'organisation de la ville dans de nombreux domaines. Le Mc Kinsey Global Institute a publié, dans un de ses rapports¹⁴³, un tableau sous forme d'infographie de l'ensemble des secteurs impactés par ce changement¹⁴⁴.

Cependant, cette digitalisation de la ville pose de nouveaux défis en termes de protection de la vie privée des citoyens et d'accentuation des inégalités en cas de fracture numérique importante. De plus, le concept de "ville intelligente" nécessite un accroissement de la technologie, qui souvent s'oppose avec un arbitrage plus écologique, respectueux de l'environnement et plus inclusif ; "Pour des critères environnementaux, il faudrait un logiciel de cartographie et d'aide à la conduite, sous couvert d'accès à la donnée, remonter l'information pour remonter la notion de service public et gestion du territoire. Un Waze du libre."¹⁴⁵.

En juin 2019, à l'occasion du forum organisé par OW2 et MossLabs, plusieurs personnalités ont publié une tribune en faveur du recours aux logiciels libres¹⁴⁶. Selon eux, c'est une approche primordiale pour reconsidérer l'utilisation de la technologie au profit des citoyens. La numérisation des services numériques devient un enjeu majeur pour s'adapter au changement sociétal.

Les logiciels libres peuvent alors être un atout pour opérer une transition rapide, efficace et économique. Pour commencer, les gains économiques seraient considérables; "plutôt que de redévelopper, à l'échelle de territoires parfois très petits, des nouvelles solutions technologiques à partir de zéro, le logiciel libre permet aux collectivités de réutiliser les logiciels créés par d'autres, afin d'acquérir les services numériques à moindre coût."¹⁴⁷. La solution existant déjà, la ville peut se concentrer sur comment la mettre en œuvre et créer un schéma directeur afin de l'implanter au mieux selon les spécificités de son territoire. Les logiciels libres disposent d'une capacité accrue d'adaptabilité, ainsi ils peuvent s'appliquer aux petites comme aux grandes infrastructures. De plus, l'amélioration des outils se fait au profit du bien commun. La Mairie de Paris a souhaité à ce titre revoir la charte de participation citoyenne "Conformément à sa politique d'ouverture des données publiques, la Ville s'engage à publier les données brutes anonymisées et traitées de la participation, et le cas échéant, les règles de gestion et le code source des algorithmes de tri et de sélection qu'elle utilise."¹⁴⁸. Ainsi, les citoyens peuvent dès à présent en savoir plus sur les budgets participatifs, la plateforme de consultation publique ou encore les rendez-vous des élus avec les lobbyistes.

Malgré tout, un obstacle ne permet pas aux logiciels libres de s'étendre autant qu'ils le souhaiteraient. En effet, considéré parfois à tort comme manquant de sécurité, les territoires peuvent se montrer réticents à son utilisation. C'est pourtant un des arguments principaux avancés dans la tribune "Au niveau technique mais aussi à d'autres niveaux : pas de risque de faillite d'un prestataire, de fuite des données ou de surfacturation."¹⁴⁹. Privilégier l'utilisation du logiciel libre c'est répondre aux exigences citoyennes en leur offrant un service conforme à leurs usages. Finalement, les logiciels libres peuvent être une solution bénéfique pour reconsidérer l'usage des technologies et apporter un encadrement démocratique profitant aux

¹⁴² Smart city. (s. d.). CNIL. <https://www.cnil.fr/fr/definition/smart-city>

¹⁴³ Smart Cities : Digital solutions for a more livable future. (2018). Dans *Mc Kinsey Institute*.

¹⁴⁴ Voir Annexe 5

¹⁴⁵ Entretien réalisé avec Vincent Courbalay le 16/11/2022

¹⁴⁶ Free Software Foundation Europe (FSFE). (2019). *Public Money, Public Code*. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://publiccode.eu/en/openletter/>

¹⁴⁷ Kempf, J., Thomas, C., Green, J., Elie, F., Becquet, J., & Grégoire, E. (2019, 4 juin). Logiciel libre : il faut mettre la technologie au service des villes et des citoyens. *Libération*. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse https://www.liberation.fr/debats/2019/06/04/logiciel-libre-il-faut-mettre-la-technologie-au-service-des-villes-et-des-citoyens_1731392/

¹⁴⁸ Charte parisienne de la participation citoyenne. (2018). Dans *Mairie de Paris*. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://www.paris.fr/pages/consultation-numerique-charte-parisienne-de-la-participation-4580>

¹⁴⁹ *Ibid*



citoyens. C'est pour cette même raison qu'un appel a été lancé dans le but de participer collectivement à l'adaptation et l'amélioration des villes de demain : *“Nous lançons aujourd'hui un appel aux villes du monde entier pour créer une communauté du logiciel libre au niveau international et relever ensemble les grands défis auxquels sont confrontés les villes du monde. [...] les villes doivent s'engager dans la bonne direction : celle de la souveraineté et de l'indépendance numérique, celle de l'open data et du logiciel libre.”*¹⁵⁰.

Lancée en 2017, la campagne Public Money Public Code de la FSFE s'inscrit dans cette même dynamique. Prônant le partage des solutions, la liberté de choix, et l'accès à la concurrence, ils cherchent à proposer les logiciels libres comme alternative à la dépendance propriétaire. Ils alertent principalement les décideurs sur le besoin de *“mettre en œuvre une législation exigeant que les logiciels financés par des fonds publics et développés pour le secteur public soient mis à la disposition du public sous une licence de logiciel libre et open source.”*¹⁵¹. Sept administrations en sont d'ailleurs partenaires, notamment pour des projets liés à des smart cities ; ville de Barcelone, Parlement des Asturies, Commune de Benigànim, arrondissement de Marburg-Biedenkopf, dans la Hesse ; intercommunalité d'Elbmarsch, le CIRL¹⁵² et JobTech Development¹⁵³.

(c) Facteur économique, non négligeable

Les logiciels libres sont régulièrement mis en avant pour les économies qu'ils font réaliser aux organismes les adoptant. Comme nous l'avons expliqué précédemment, un logiciel libre ne veut pas dire qu'il est gratuit puisque son modèle économique repose essentiellement sur son support, la maintenance et l'ajout de nouvelles fonctionnalités. En revanche, l'utilisateur bénéficie de l'intégralité des mises à jour, sans avoir à payer une somme supplémentaire auprès du fournisseur. Le logiciel libre favorise également la collaboration avec les entreprises et permet de faire économiser sur les coûts de développement, ces derniers pouvant être mutualisés.

Ainsi les solutions libres ont prouvé qu'elles pouvaient avoir une valeur ajoutée en matière économique. En 2011, le responsable du développement du service informatique d'Arles soulignait *“Dans notre ville, en 2003, tout le monde était partant pour passer au logiciel libre mais pas forcément pour les mêmes raisons : les élus de l'époque, [...] appréciaient l'aspect “partage du savoir”, [...] je souhaitais faire monter en compétence mon équipe; quant à la direction générale, elle y a vu une notion d'économie. L'argument selon lequel le budget d'investissement informatique pourrait être divisé par deux a fini de convaincre tout le monde.”*¹⁵⁴. Les gains pour un projet en matière d'archivage électronique pourraient même aller jusqu'à 30% d'économie selon le délégué général de l'Association des développeurs et des utilisateurs de logiciels libres pour l'administration et les collectivités territoriales. Le DSI du Val d'Oise nuance néanmoins ces propos en pointant du doigt le recours aux logiciels libres selon les besoins spécifiques des administrations ; *“Dans une structure comme la nôtre, il est intéressant de limiter les achats de licence de logiciels de bureautiques pour les agents qui tirent peu parti des capacités des outils de traitement de texte et des tableurs. Cela concerne chez nous 800 postes sur 2 800, qui peuvent adopter Open Office plutôt que la solution de Microsoft, soit une économie de 245 000 euros. En revanche, ceux qui utilisent à un niveau plus important les potentialités de Microsoft Office et pour qui la migration vers l'open source poserait des questions de gestion des historiques, de fusion des documents issus de bases de données et d'outils métiers ou encore de formation,*

¹⁵⁰ Ibid

¹⁵¹ Free Software Foundation Europe (FSFE). (s. d.). Public Money, Public Code. <https://publiccode.eu/en/openletter/>

¹⁵² Équivalent au CERT français

¹⁵³ Plate-forme de ressources ouvertes pilotée par l'homologue du Pôle Emploi français

¹⁵⁴ Ginibrière, G. (2012, 16 février). Des économies réelles grâce aux logiciels libres ? *La Gazette des Communes*. <https://www.lagazettedescommunes.com/84908/des-economies-reelles-grace-aux-logiciels-libres/>



les gains sont plus difficiles à évaluer.¹⁵⁵ Les changements opérés à Arles devaient occasionner des économies de l'ordre de 780 000 euros sur cinq ans, les économies réalisables si la collectivité passait entièrement au libre alors que François Raynaud a finalement annoncé: “Nous sommes aujourd'hui arrivés aux deux tiers de ce chiffre ». La direction des services informatiques du Languedoc Roussillon compare le basculement à Open Office et l'acquisition de licences Microsoft dans un rapport. Selon cette dernière, l'économie réalisée s'élèverait à 177 000€. Néanmoins, il convient d'être vigilant sur les coûts d'intégration et de maintenance qui peuvent s'avérer élevés : 50 000 euros de migration, 40 000€ d'intégration et d'administration et 10 000€ concernant la communication¹⁵⁶. Les gains économiques sont importants, mais les logiciels libres sont rentables sur le long terme car leur implantation peut entraîner d'importants coûts de transition.

La France n'est pas le seul pays à avoir mis en avant les économies réalisées via le recours à ce type de logiciels. En Inde un rapport intitulé “Economic Impact of FOSS in India”¹⁵⁷ a souligné les économies réalisées par certaines organisations après avoir fait migrer leurs installations. La Life Insurance Corporation (LIC), un des assureurs les plus importants en Inde, a remplacé l'ensemble de sa structure informatique soit 3500 serveurs et 30000 ordinateurs de bureau par des logiciels libres, et a économisé 8,75 millions de dollars. Ensuite dans un Etat indien, le Kerala, le gouvernement a pris la décision de remplacer les logiciels Windows par des logiciels libres dans son parc de 50000 ordinateurs dans l'ensemble des écoles de l'Etat pour une économie réalisée d'environ 10,2 millions de dollars. Et enfin, la New India Assurance Company, composée de 1500 serveurs et de 7000 ordinateurs de bureaux a économisé plus de 16,67 millions de dollars en migrant vers le libre. Un second rapport plus récent datant de 2015¹⁵⁸ estime approximativement à 1,3 milliards de dollars les économies réalisées par le gouvernement en adoptant massivement les logiciels libres (et non l'achat de licences propriétaires) dans les écoles indiennes.

Ces économies sont à corréliser avec les augmentations significatives des coûts de licences opérés par des acteurs comme Microsoft. Depuis 2020, tous les ans, les entreprises et administrations ont pu constater une augmentation entre 10 et 20% selon les produits entre 2020¹⁵⁹ et 2023¹⁶⁰, occasionnant une explosion des coûts dès lors que plusieurs centaines de milliers de postes sont concernés.

Ce n'est pas le seul domaine où les coûts ont explosé. Dans le secteur du cloud, le coût des services va grimper d'au moins 30% à partir de l'année prochaine¹⁶¹. Les augmentations des coûts de l'énergie semblent en être la cause directe. La dépendance des entreprises vis-à-vis de leurs fournisseurs de cloud public ne leur permettra pas d'éviter cette hausse importante des tarifs. La seule solution semble aujourd'hui d'héberger les applications sur d'autres plateformes, faire migrer les données ou requalifier techniquement les équipes, avec un coût parfois plus conséquent que celui de l'augmentation pratiquée par ces plateformes. Cela pourrait en

¹⁵⁵ Ibid

¹⁵⁶ Ibid

¹⁵⁷ Economic Impact of Free and Open Source Software – A Open Source Software – A Study in India Study in India. (2009). *Indian Institute Of Management Bangalore*. <https://www.iimb.ac.in/sites/default/files/inline-files/Rahul-De-Economic-Impact-on-Free-and-Open-Source-Software-A-Study-in-India.pdf>

¹⁵⁸ Rahul De', & Lewin Sivamalai, Ravi A. Rao, Sharmila Chakravarty, Supriya Dey, Uma Bharath. (2015). Economic Impact of Free and Open Source Software Usage in Government Final Report. *IIMB*. [https://icfoss.in/doc/ICFOSS_economic-impact-free\(v3\).pdf](https://icfoss.in/doc/ICFOSS_economic-impact-free(v3).pdf)

¹⁵⁹ Bompais-Pham, É. (2021). Fin de la période d'essai d'un an de Teams Premium : et maintenant ? *Flexsi*. <https://www.flexsi.fr/2020/12/01/fin-periode-essai-microsoft-teams/> (tableaux fournis en annexe 6)

¹⁶⁰ J.Ribot. (2023, 3 mai). Hausse des prix Microsoft 365 : +11 % pour la zone euro à compter du 1er avril 2023 - *Blog LDLC.pro*. Blog LDLC.pro. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://blog.ldlc.pro/hausse-des-prix-microsoft-365-11-pour-la-zone-euro-a-compter-du-1er-avril-2023/> (tableau fourni en annexe 7)

¹⁶¹ *Cloud public : la facture s'annonce très salée pour les entreprises européennes en 2023 - Distributique*. (2022, 24 octobre). Distributique. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://www.distributique.com/actualites/lire-cloud-public-la-facture-s-annonce-tres-salee-pour-les-entreprises-europeennes-en-2023-33140.html>



effet être bénéfique pour la concurrence au sein du marché public. Les autorités de régulation comme l'Arcep ou les acteurs de l'Union Européenne doivent réagir car une vraie solution est possible avec le recours aux logiciels libres. Amazon, Microsoft Azure et Google Cloud ont capté à eux trois environ 63% des 62,3 milliards de dollars de revenu du marché mondial des infrastructures de cloud public au deuxième trimestre 2022¹⁶² alors que nous pouvons soutenir des acteurs français et européens en souscrivant à des infrastructures comme OVH Cloud, capables de fournir des services souverains et libres.

3. Le patrimoine numérique de nos grands champions sur un socle volontairement logiciel libre

(a) DGFIP

Anciennement connues sous l'appellation Direction Générale des Impôts (DGI) et Direction Générale de la Comptabilité Publique (DGCP), la DGFIP a fusionné ces deux entités mais en a conservé les pratiques. Les technologies Open Source et les logiciels libres ont su se faire une place de choix dans cette administration régaliennne. Ainsi, ils confiaient à la SSI Atos Origin la refonte d'une partie de leur plateforme informatique dont celle des télédéclaration de revenus. Une solution propriétaire, Weblogic Application Server (BEA systems), était jusqu'alors utilisée par l'administration. Cependant, le directeur général de Jboss Europe, ayant remporté l'appel d'offre, a soutenu que *“l'administration fiscale avait une véritable volonté d'aller vers l'Open Source.”*¹⁶³. Ce choix avait également une consonance économique comme l'avait justement rappelé, dans un communiqué, Jean-Marie Lapeyre ; *“les avantages du logiciel libre sont désormais reconnus : très faible coût -voire gratuité - et ouverture des codes sources qui garantit fiabilité, pérennité et sécurité de ces solutions”*¹⁶⁴. En effet, l'aspect financier n'a pas été négligeable lors du choix du libre, la solution proposée par BEA s'élevait à 17 millions d'euros contre 7 millions pour la maintenance, le développement et les licences pour Jboss. C'était le premier grand saut pour introduire l'Open Source et le libre au sein de la DGFIP car la solution Jboss n'était pas la plus libre de son domaine, sa licence étant soumise à la LPGL ce qui autorisait l'incorporation de code propriétaire.

Depuis, la Direction Générale des Finances Publiques pilote deux marchés interministériels à l'usage du logiciel libre, ayant pour finalité de couvrir l'entièreté du cycle de vie d'un logiciel libre au sein d'un système d'information (SI). Tout d'abord, concernant le marché de support, il permet de procurer aux entités bénéficiaires sur un mode forfaitaire des prestations d'assistances en matière de logiciels libres recouvrant à la fois le support et la maintenance corrective de logiciels libres et la livraison de veilles technologiques et stratégiques mensuelles. Pour cette dernière, l'objectif est de déterminer le niveau de maturité de l'offre des logiciels libres sur un domaine fonctionnel précis. Ensuite, s'agissant du marché d'expertise, il vise à procurer aux entités bénéficiaires des prestations d'expertise en matière de logiciels libres tels que ; des études d'implantation, de l'assistance à la mise en oeuvre, de l'assistance à l'exploitation, des audits, des études d'opportunité, du développement ou encore du monitorat. Les logiciels libres sont donc devenue une préoccupation et une activité importante pour la DGFIP qui participe activement au reversement de code et au développement de certaines solutions.

¹⁶² Canalys Newsroom - Growth in global cloud services spend slows to lowest rate ever in Q3 2022. (2022, 1 novembre). Canalys. Consulté le 26 juin 2023, à l'adresse <https://www.canalys.com/newsroom/global-cloud-services-Q3-2022>

¹⁶³ Guillemain, C. (2005, 4 janvier). La DGI passe à l'open source pour la télédéclaration de revenus. ZDNet France. <https://www.zdnet.fr/actualites/la-dgi-passe-a-l-open-source-pour-la-teledeclaration-de-revenus-39164450.htm>

¹⁶⁴ Ibid



Le recours aux logiciels libres est même devenu un atout en matière de recrutement, la conservation de la maîtrise de son SI via l'internalisation d'une grande partie de son activité lui a permis d'avoir des équipes solides et une diversité de services proposant une évolution de carrière attractive. Un rapport de la Cour des Comptes a même appuyé cet argument *“Elle [DGFIP] a adopté des principes, tels que le recours quasi-systématique aux logiciels libres, qui sont également de nature à attirer.”*¹⁶⁵.

(b) BPCE

Le groupe BPCE est engagé depuis plusieurs années dans l'adoption des technologies Open Source. Il a investi l'écosystème numérique, conscient que ce virage pouvait dynamiser ses activités. Le groupe bancaire a commencé par intégrer des solutions Open Source au sein de son infrastructure informatique avec le logiciel Rudder pour industrialiser le déploiement et l'administration des ressources IT. Grâce à une adaptabilité sur mesure le produit Open Source répondait à la demande de l'équipe BPCE-IT, cherchant un outil pour changer le nom de relais de messagerie sur l'ensemble du parc (4 000 postes environ) de manière strictement identique ; *“Or s'il existe quantité de solutions pour faire cela, nous n'avons pas l'oreille de leurs éditeurs pour qu'elles correspondent exactement aux standards que nous avons définis.”*¹⁶⁶.

La flexibilité et l'efficacité de l'Open Source constituent des atouts dans la requête formulée par BPCE.

Progressivement, une stratégie plus proactive a été mise en place, impliquant le partage et l'ouverture du code développé en interne. Cette initiative a pris forme en 2018 avec la publication en Open Source d'un algorithme de prédiction d'événements rares. Première réussite pour un groupe bancaire qui publie dans la librairie Open Source Scikit Learn, une des plus utilisées au monde. L'esprit collaboratif et la volonté d'ouverture et de transparence démontrent l'ambition de BPCE à s'intégrer dans l'écosystème digital : *“Cela va nous donner une grande visibilité dans le monde de l'Open Source et des data scientists. Nous allons être identifiés comme contributeurs et pas seulement comme utilisateurs des travaux des autres et ça, ça change tout.”*¹⁶⁷. Cette initiative avait été longuement réfléchiée et étudiée par le groupe. Son leader Big Data & Open Source était intervenu à l'occasion de l'Open Source PRO 7 organisé en juillet 2022 ; *“On a créé une carte d'expertise pour amener le groupe à développer une culture Open Source. Cela s'est avéré être un levier facilitant nos recrutements de profils Tech tout en nous permettant de mettre en avant nos expertises.”*¹⁶⁸. En 2021, le groupe BPCE avait également pris le pari d'intégrer le TOSIT¹⁶⁹ afin de collaborer avec des acteurs des secteurs de la distribution, de la Banque & Finance, des Télécommunications et de l'Administration Publique autour des problématiques Open Source.

Les efforts déployés pour comprendre les mécanismes et pratiques de l'Open Source ont très largement payé. L'année 2023 marque une accélération significative pour BPCE avec la dotation de moyens et d'outils de partage de code en externe, notamment via la publication d'un tout premier projet sur la plateforme Github. Cette nouvelle initiative s'inscrit dans plusieurs objectifs: valorisation des compétences des développeurs et

¹⁶⁵ Le rapport public annuel 2018. (2018, 2 juillet). Cour des comptes. Consulté le 6 juillet 2023, à l'adresse <https://www.ecomptes.fr/fr/publications/le-rapport-public-annuel-2018>

¹⁶⁶ Serra, Y. (2018). Un logiciel open source français configure les 4 000 serveurs de la BPCE. *LeMagIT*. <https://www.lemagit.fr/etude/Un-logiciel-Open-Source-francais-configure-les-4-000-serveurs-de-la-BPCE>

¹⁶⁷ Le Groupe BPCE innove en publiant un algorithme en open source. (2018, 28 mars). Groupe BPCE. <https://newsroom.groupebpce.fr/actualites/to-be-open-or-not-le-groupe-bpce-innove-en-publiant-un-algorithme-en-open-source-1994-7b707.html>

¹⁶⁸ Édition Open Source PRO 7. (2023, août 25). *Open Source PRO*. <https://opensourcepro.fr/fr/edition-ospro-7/>

¹⁶⁹ The Open Source I Trust. Structure de soutien à l'Open Source visant à soutenir l'émergence de codes, logiciels et solutions informatiques sous licence Open Source et/ou licence libre.



promotion de l'expertise de l'entreprise dans les thématiques stratégiques (API, IA, data, ou encore numérique responsable). Le directeur général Technologies et Opération du groupe BPCE s'en félicite ; *“Avec ce premier partage de code, le groupe BPCE devient un acteur à part entière de l'écosystème Open Source. [...] A travers cette démarche, nous poursuivons trois objectifs majeurs : valoriser les expertises de nos développeurs, contribuer à des projets transformants pour l'économie numérique et fédérer des communautés autour de nos projets différenciants.”*¹⁷⁰. Ce projet, API Guidelines Rulesets s'inscrit dans une stratégie plus large, et non un acte isolé dans l'écosystème libre ; *“Cette initiative s'inscrit dans la durée avec pour ambition de publier annuellement entre trois et cinq projets dont, par exemple, un outil de suivi de l'empreinte carbone d'ici la fin de l'année 2023”*¹⁷¹.

Cette première publication de projets sur Github¹⁷² témoigne de la transformation progressive de BPCE en une organisation résolument tournée vers l'innovation et la collaboration avec le potentiel de stimuler des synergies positives au sein du secteur financier. Cette décision met en évidence son engagement à contribuer à la communauté Open Source tout en bénéficiant des avantages collaboratifs qu'elle offre. Elle montre la nouvelle voie à suivre pour le secteur bancaire.

(c) Mairie d'Échirolles

Les collectivités locales ont un rôle primordial dans le développement de l'accès au numérique et au service en ligne, dans une administration toujours plus décentralisée. Commune de 37 000 habitants jouxtant Grenoble, Echirolles fait figure d'exemple en matière de stratégie numérique¹⁷³. Cette dernière a décidé d'être active dans ce changement en œuvrant contre les fractures numériques et ayant recours à des outils développant le service public, la démocratie locale et la transition environnementale.

La commune a signé depuis 2014 le “Pacte du Logiciel Libre de l'April”¹⁷⁴ puis mis en œuvre une transition vers ces logiciels s'agissant de la messagerie ou encore de la téléphonie. Les préoccupations liées aux enjeux de souveraineté numérique ne sont pas nouvelles, mais en 2020 deux changements majeurs accélèrent cette transition: une structuration de la stratégie pour gagner en efficacité et en visibilité ainsi que la réalisation d'une étude spécifique sur le numérique dans la ville. Conjointement, ces deux initiatives permettent d'adapter les politiques numériques en réalisant une transition au plus près des attentes communales. Un schéma directeur est chargé de piloter la nouvelle vision politique et la mise en œuvre opérationnelle.

¹⁷⁰ Le groupe BPCE accélère dans l'Open Source en ouvrant ses expertises à la COMM. (s. d.). <https://newsroom.groupebpce.fr/actualites/le-groupe-bpce-accelere-dans-l-open-source-en-ouvrant-ses-expertises-a-la-communaute-d-es-developpeurs-7e06-7b707.html>

¹⁷¹ Auffray, C. (2023, 10 mai). IA, data, API. . . BPCE saute le pas sur l'open source. *ZDNet France*. <https://www.zdnet.fr/actualites/ia-data-api-bpce-saute-le-pas-sur-l-open-source-39958114.htm>

¹⁷² Groupe BPCE. (s. d.). GitHub. <https://github.com/BPCE>

¹⁷³ Échirolles, territoire numérique | Echirolles. (s. d.). Echirolles. <https://www.echirolles.fr/territoire-numerique>

¹⁷⁴ Le Pacte du Logiciel Libre pour les municipales 2014 | April. (2014). April. Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <https://www.april.org/le-pacte-du-logiciel-libre-pour-les-municipales-2014>

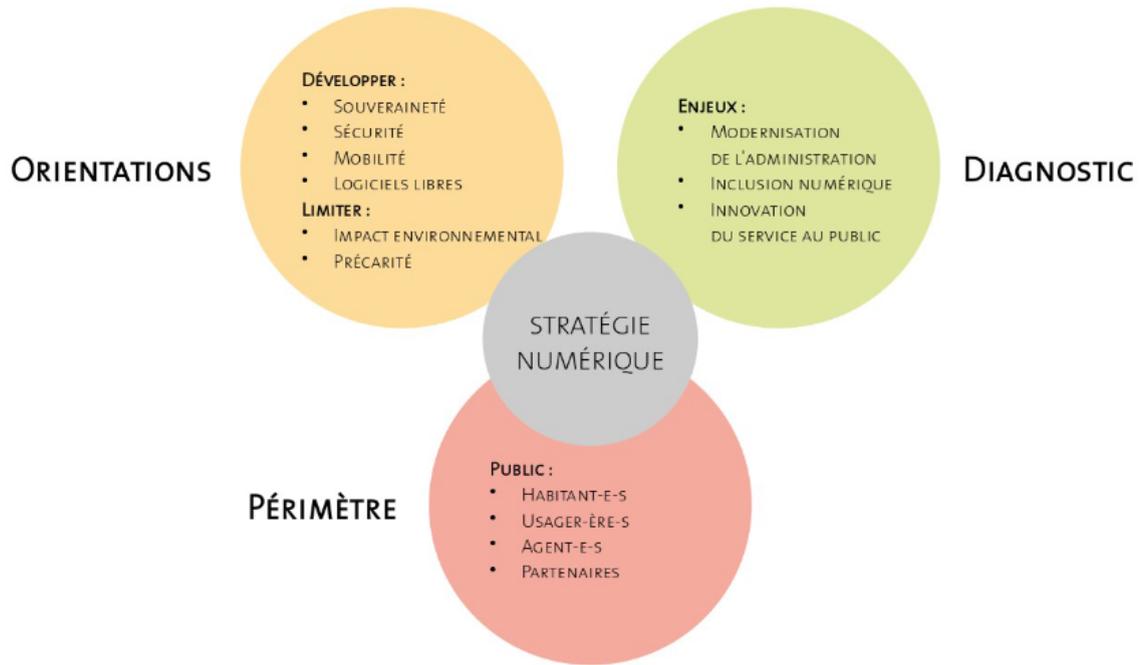


Figure 13 : Infographie du schéma directeur de la stratégie numérique d'Echirolles, Crédits: Mairie d'Echirolles

Nicolas Vivant, chargé de la direction générale, est le maître d'œuvre de ce schéma¹⁷⁵ servant de fil conducteur pour le plan d'action de la DSI afin de créer une cohérence globale dans l'ensemble des projets menés ; *“Nous avons guidé notre stratégie numérique autour de la question principale suivante ; Comment décliner concrètement cette volonté politique d'autonomie et d'indépendance au niveau opérationnel”*.

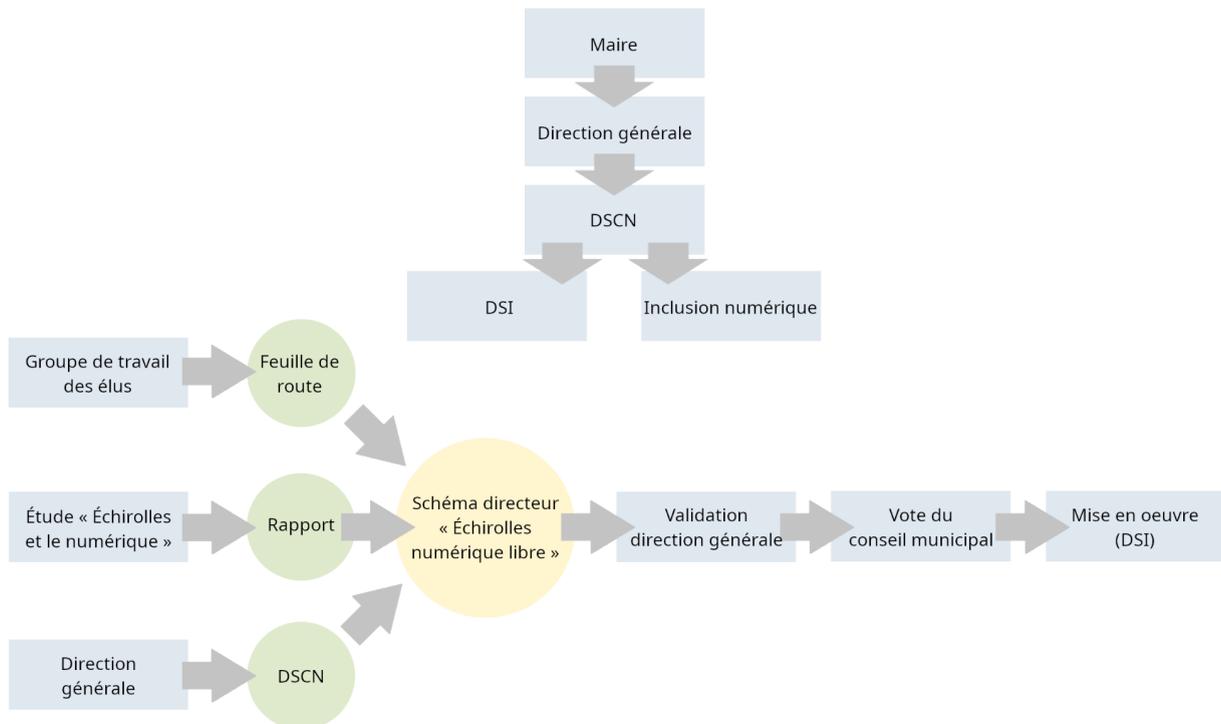


Figure 14 : Organisation et mise en œuvre opérationnelle du schéma directeur adopté par la mairie d'Echirolles, Crédits : Mairie d'Echirolles

¹⁷⁵ Echirolles Numérique Libre Schéma Directeur, 2021,2026. (2021). Dans Mairie d'Echirolles.



La révolution numérique amène des enjeux politiques forts qui nécessitent une adaptation du monde. Les clés de cette transformation passent forcément par la transparence, l'ouverture et la collaboration. Les raisons de ce changement sont diverses: limitation de l'impact environnemental, réduction des fractures numériques, gestion responsable des données, ou encore recours au logiciels libres pour accroître l'autonomie¹⁷⁶. La sécurité et la stabilité du système d'information doivent toujours guider les politiques numériques à prendre sans mettre de côté l'éducation et la communication à propos de ces changements. Le choix d'intégrer une direction de la stratégie et de la culture numérique au sein de la commune d'Echirolles en étroite collaboration avec la direction des services informatiques a permis de guider les compétences opérationnelles et de créer un schéma directeur chargé de la transition vers ce nouveau système. Ainsi, les coûts liés aux opérations techniques, à la maintenance et aux compétences techniques ont été limités.. Une réorganisation du service public a été indispensable car la mise en place d'une politique du libre nécessite des compétences et un intérêt pour ce type de technologies ; "Pour amorcer le changement cela passe par un service informatique innovant, aller dans le sens de l'amélioration avec des coûts maîtrisés, et le logiciel libre peut être une réponse à ces besoins.". De plus, la création d'un "pôle applicatif"¹⁷⁷ permet de gérer l'ensemble des compétences en matière de développement. C'est ce même pôle qui est chargé de la contribution aux codes de logiciels libres utilisés par la ville.

L'interopérabilité étant un avantage non négligeable des logiciels libres, une solution "cloud" libre a permis d'assurer une collectivité interopérable et souveraine. Le choix en matière de logiciels libres utilisés reposent sur 4 piliers à savoir; la feuille de route et le schéma directeur qui en découle, l'analyse technique, la coopération intercommunale et le coût.

Il est important de noter que la commune d'Echirolles est une ville populaire avec 36% de logements sociaux et 3 quartiers "politique de la ville", la transition numérique nécessite donc d'être accompagnée par une politique sociale adaptée à cette spécificité. L'Etat et les collectivités s'appuient donc sur la médiation numérique concernant l'information et l'éducation populaire aux grands enjeux du numérique, l'assistance aux usages et l'accès au droit et enfin le support matériel.

L'efficacité du dispositif d'inclusion numérique repose donc sur deux piliers principaux à savoir son schéma directeur, chargé de définir la politique et les techniques utilisées, et le travail transversal réalisé sur l'ensemble du territoire avec une prise en compte globale des problématiques territoriales. L'action est donc pertinente à l'échelle d'une commune comme Echirolles, puisqu'elle a été pensée en accord avec ses territoires.

La commune d'Echirolles a su tirer parti de sa nouvelle stratégie numérique en adaptant les besoins locaux aux défis nationaux, elle fait figure de proue pour nombre de communes ou entreprises souhaitant elles aussi mener pareille transition. L'établissement d'un schéma directeur précis a permis d'orienter et de définir les principaux axes de travail. Ensuite, le logiciel libre n'a fait qu'apporter une réponse aux enjeux soulevés par la Mairie, l'objectif recherché étant d'offrir le meilleur service public possible ; *"La stratégie marche en réseau, notre service informatique migre sous Linux et propose sur la base du volontariat à l'ensemble des employés de migrer à leur tour. Petit à petit, de plus en plus d'employés décident de migrer, nos services deviennent alors de plus en plus compétent pour offrir un service toujours plus performant en matière de libre. Les équipes chargées de sensibiliser au numérique peuvent ainsi s'appuyer sur un service informatique qualifié pouvant les aider dans leur mission d'information et de formation des citoyens. Ces derniers peuvent conseiller des logiciels gratuits, n'occasionnant pas de frais, et permettent ainsi de s'adapter aux besoins*

¹⁷⁶ *Échirolles libérée (I) : structuration - Un blog furtif.* (2023, 25 février). Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse <http://grenoble.ninja/echirolles-liberee-i-structuration>

¹⁷⁷ *Échirolles libérée (II) : transformation - Un blog furtif.* (s. d.). <http://grenoble.ninja/echirolles-liberee-ii-transformation>



des populations locales.”. Echirolles a, en parallèle, su intégrer l’inclusion numérique, un des défis majeurs dans une commune particulièrement marqué par les inégalités sociales.

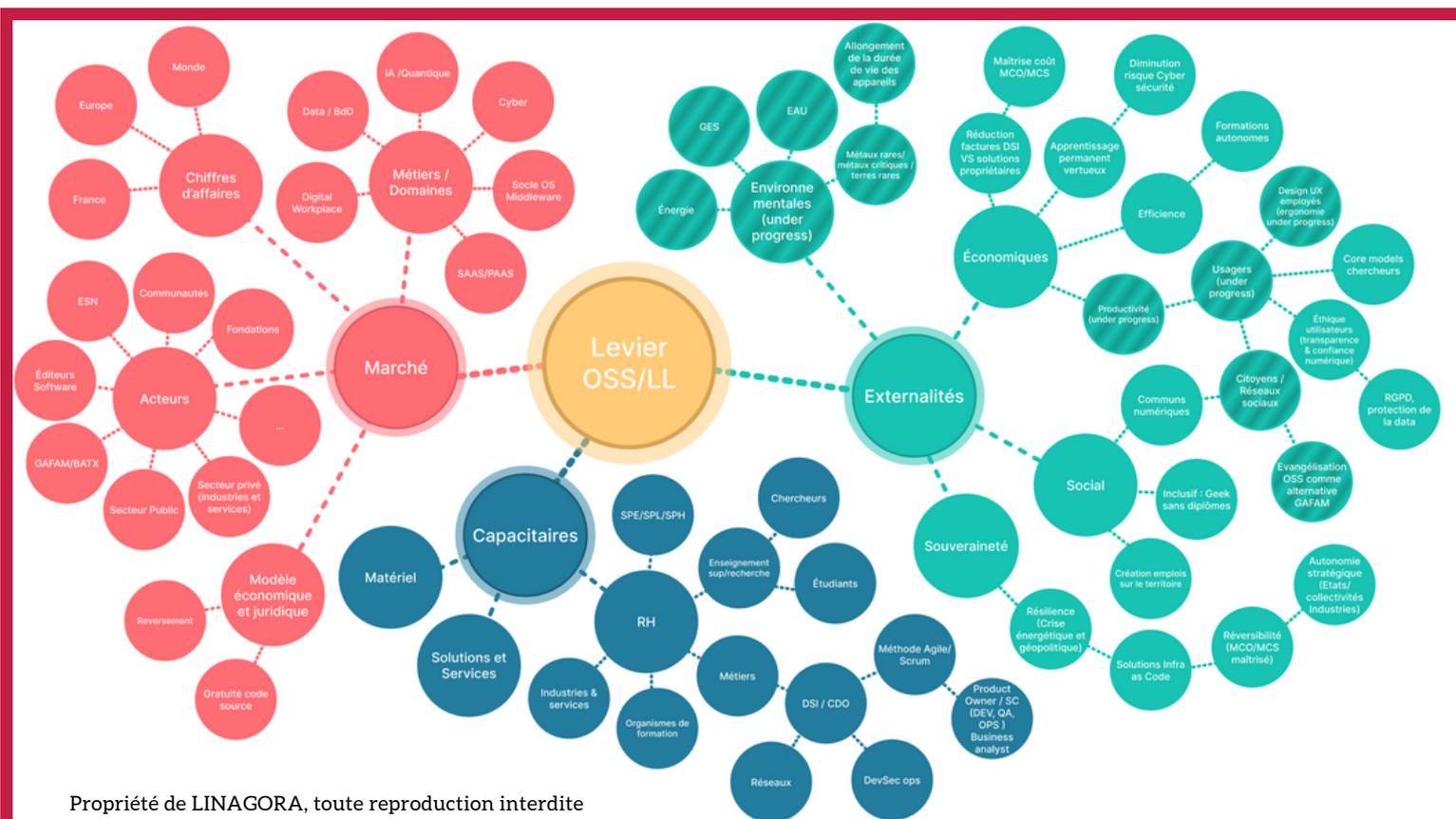
Son travail a été récompensé par la distinction du plus haut niveau du label “Territoire numérique Libre” (TNL)¹⁷⁸, soit le niveau 5, pour féliciter son travail décisif en faveur d’une administration ouverte et numérisée.

¹⁷⁸ Thévenet, A. (2023, 16 juin). 2022 Award of the Territoire Numérique Libre. *Joinup*. Consulté le 28 juin 2023, à l’adresse <https://joinup.ec.europa.eu/collection/open-source-observatory-osor/news/2022-award-territoire-numerique-libre?etrans=fr>



UN LEVIER D'AUTONOMIE STRATÉGIQUE ET UNE RÉPONSE AUX ENJEUX SOCIÉTAUX

1. Réduction de la dépendance aux producteurs étrangers
2. Innovation et compétitivité
3. Inclusion numérique, capital et enjeux en matière de ressources humaines
4. Protection de la vie privée et sécurité
5. Durabilité et responsabilité environnementale





IV. Un levier d'autonomie stratégique et une réponse aux enjeux sociétaux

1. Réduction de la dépendance aux producteurs étrangers

(a) Contrôle des chaînes d'approvisionnement

Les chaînes d'approvisionnements revêtent des enjeux stratégiques pour les Etats. Elles leur permettent de mieux appréhender les perturbations si des crises politiques ou économiques surviennent. En cas de rupture de la chaîne d'approvisionnement mondiale, les pays disposant d'une certaine autonomie subiront un impact moindre en matière d'approvisionnement. En gardant le contrôle sur la production et la distribution des services numériques stratégiques, un État sera capable de protéger et sécuriser son réseau national. Enfin, certains produits ou technologies peuvent avoir des implications stratégiques importantes, notamment s'agissant des données critiques ou administrations régaliennes. Ainsi, en disposant d'une chaîne d'approvisionnement indépendante, un pays sera en capacité de mieux contrôler la diffusion de ses technologies et données sensibles, et de fait réduire de potentiels risques de détournement ou utilisation abusive par des acteurs malveillants. C'est un véritable enjeu de puissance géopolitique car des pays comme les Etats Unis ou la Chine utilisent leurs industries numériques pour accroître leur influence ou interférer dans les législations étrangères. Même si elle est complexe voire impossible à atteindre entièrement, l'autonomie de la chaîne d'approvisionnement peut être favorisée en ayant recours à des outils libres.

Dans un rapport réalisé par Sonatype sur les dernières initiatives des gouvernements et de l'industrie visant à protéger les chaînes d'approvisionnement en logiciels, ils soulignent les bénéfices de l'open source et des logiciels libres car leur *“Analyse des performances et le développement de logiciels libres à base de composants est plus facile car, à l'instar des chaînes d'approvisionnement, l'inventaire est visible.”*¹⁷⁹. Les briques sont parfois tellement imbriquées dans le développement que certaines organisations ne se rendent pas compte qu'elles bénéficient de l'open source car elle n'ont pas une vision claire des composants utilisés au sein de leur chaîne d'approvisionnement¹⁸⁰. Et dans le cas où ils sont informés, les propriétaires de code ne connaissent souvent pas les composants open source de leur propre logiciel¹⁸¹. D'après Sonatype, l'application moyenne est désormais constituée à 85% de composants open source¹⁸²

En contribuant à la conception des composants, la maintenance est facilitée pour l'organisme. Les développeurs peuvent s'appuyer sur des distributions de logiciels avec lesquels ils sont familiers puisqu'ils les ont eux même conçus en aval¹⁸³. Cela leur permet en outre de contrôler le code source produit en travaillant en circuit fermé. Echirolles a choisi ce modèle pour leur stratégie logiciels libres ; *“Nous avons fait le choix d'un service informatique très très compétent, cela permet de ne pas avoir de coût en matière de*

¹⁷⁹ State of the Software Supply Chain. (2020). Dans Sonatype.

¹⁸⁰ Yao, P. (2023). Why an Open Platform Is So Critical to Your IoT Supply Chain Strategy. ParkourSC. <https://www.parkoursc.com/why-an-open-platform-is-so-critical-to-your-iot-supply-chain-strategy/>

¹⁸¹ [Analyst Report] Open Source Security and Analysis Report | Synopsys. (s. d.). <https://www.synopsys.com/software-integrity/resources/analyst-reports/open-source-security-risk-analysis.html>

¹⁸² Sonatype Inc. (s. d.). Software Supply Chain Management : An Introduction | Sonatype. <https://www.sonatype.com/resources/software-supply-chain-management-an-introduction>

¹⁸³ Walker, J. M. (s. d.). Open source and the software supply chain. Opensource.com. <https://opensource.com/article/16/12/open-source-software-supply-chain>



prestation, et si on en paie une c'est pour contribuer. Notre stratégie ne nécessite pas d'effort supplémentaire en formation et n'entraîne donc aucun surcoût.”¹⁸⁴. Il est primordial de connaître la chaîne d’approvisionnement des logiciels utilisés au sein d’une entreprise ou d’une administration car elle permet de gérer économiquement et facilement les potentielles failles ou problèmes en cas de défaillance. Les composants Open Source, grâce notamment à leur transparence, permettent une intelligibilité totale du code source pour ses utilisateurs.

La chaîne d’approvisionnement en logiciels libres est par définition très fluide. Le développement des communautés et les éléments ajoutés permettent de suivre l’avancée des projets très facilement. De plus, il est simple de remplacer une chaîne d’approvisionnement par une autre lorsqu’elle est uniquement composée d’éléments Open Source puisque les utilisateurs disposent d’une liberté totale quant à l’utilisation, la modification ou la création des pièces constituant la chaîne d’approvisionnement. Le processus est connu pour être complet ; à la fois actif et proactif. Le choix est laissé aux éléments à investir et à ceux à mettre de côté s’ils n’ont pas atteint une maturité suffisante. Dès lors que la maîtrise de la chaîne d’approvisionnement est entre les mains d’une entreprise ou d’une administration, ses processus seront, en théorie, plus efficaces que ceux d’Apple¹⁸⁵.

L’Agence nationale de sécurité des systèmes d’information (ANSSI) est particulièrement investie dans le logiciel libre car elle y trouve “un moyen pragmatique d’accroître le niveau de maîtrise de technologies clés”¹⁸⁶. Les briques de composants libres et open source sont utilisées dans la plupart des logiciels et services numériques fournis sur le marché dont des acteurs comme Microsoft et Google.

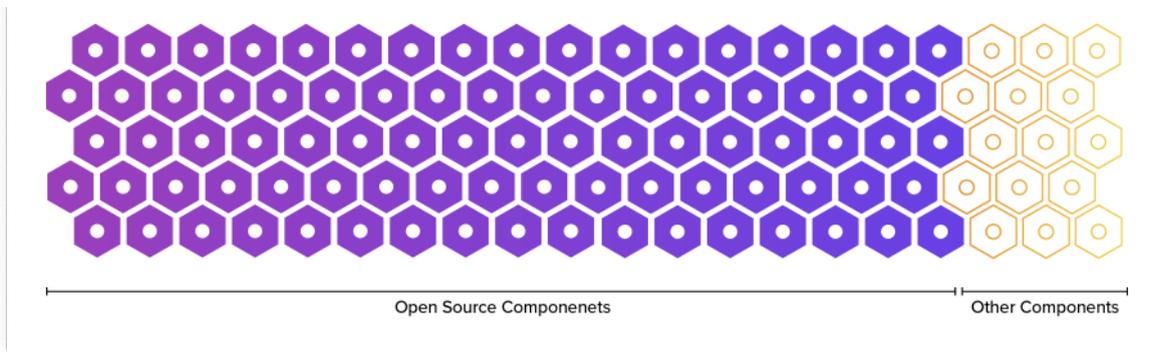


Figure 15 : Code d'une application logicielle moyenne , Crédits : Sonatype¹⁸⁷

Cependant, ces derniers, en cas de faille, rejettent quasiment de manière systématique la faute sur les développeurs de composants open source et libres. Les Etats Unis ont pris les devants en avril dernier, rendant responsable les fournisseurs de logiciels en cas de faille, y compris en cas d'utilisations de composants libres ou open source¹⁸⁸.

Enfin, les standards ouverts et libres stimulent la chaîne d’approvisionnement de l’IoT. Nombre d’API échouent en raison de leur nature fermée, le processus de développement plus démocratisé des logiciels libres semble mieux équipé pour recevoir des correctifs au fur et à mesure. L’Open Source peut rassembler

¹⁸⁴ Entretien réalisé avec Nicolas Vivant le 26/06/2023

¹⁸⁵ *Ibid*

¹⁸⁶ *L'engagement de l'ANSSI pour l'Open Source.* (s. d.). ANSSI. <https://www.ssi.gouv.fr/agence/rayonnement-scientifique/lengagement-de-lanssi-pour-lopen-source/>

¹⁸⁷ Sonatype Inc. (s. d.). *Software Supply Chain Management : An Introduction* | Sonatype. <https://www.sonatype.com/resources/software-supply-chain-management-an-introduction>

¹⁸⁸ National Cybersecurity Strategy. (2023). Dans *The White House Washington.* <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/03/02/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-national-cybersecurity-strategy/>



les fabricants de capteurs ou autres actifs IoT disparates, préserver la valeur des investissements avancé par les entreprises pour la construction d'outils IoT et construire des normes industrielles communes¹⁸⁹. En effet, si une plateforme IoT est open source elle est indépendante des fabricants, ainsi l'achat d'environnement de logiciels ouverts assure une exploitation des investissements au fil du temps et contribue à leur développement. Les conclusions du World Wide Web Consortium (W3C)¹⁹⁰ sont unanimes sur l'adoption de plateforme de chaîne d'approvisionnement IoT open source ; 71 % des développeurs IoT utilisent des ressources open-source pour créer des cadres, des bibliothèques et des modules logiciels, 64 % des développeurs IoT utilisent des ressources open source pour créer des systèmes d'exploitation intégrés et 64 % des développeurs IoT utilisent des plates-formes et des actifs open-source pour créer des plateformes IoT côté appareil.

Les actifs open source se répandent de façon exponentielle dans le développement de dispositifs de chaîne d'approvisionnement autrement propriétaire, selon une spécialiste des technologies, Shannon Flynn, *“ce n'est même qu'une question de temps avant que la sagesse conventionnelle ne s'oriente vers ce modèle du début à la fin.”* Selon Sonatype, ces technologies libres, grâce à leur aspect collaboratif, en font un choix idéal pour l'ensemble des environnements souhaitant des pièces mobiles, multiples et variées.

(b) Maîtrise des coûts

Le modèle économique des logiciels libres et open source garantit aux clients et utilisateurs la pérennité et la durabilité des composants et produits Open Source à des prix plus attractifs. En outre, lorsque l'on s'intéresse à deux des libertés offertes par les logiciels libres, la liberté de modification du logiciel et la liberté de redistribution des modification, *“c'est ce qui dans le modèle de l'économie du numérique donne la puissance de feu des entreprises qui s'appuient sur ces licences libres, car effectivement on peut capitaliser sur les modifications. C'est à dire que ce qui a été créé une fois peut être rediffusé à tous, et donc on a une efficacité économique considérable ce qui fait d'ailleurs que beaucoup d'entreprises basées sur des modèles économiques libres dépassent leurs concurrents qui peuvent être basés sur des modèles fermés, beaucoup plus restrictifs, beaucoup plus privatifs.”*¹⁹¹.

Concernant la promotion du logiciel libre, *“il n'y a pas besoin d'engager du personnel ou de société extérieures pour poster de faux posts sur des blogs car la promotion du logiciel se fait naturellement”* selon, Martin Vermeiren¹⁹². Les personnes participant aux projets font effet de bouche à oreille via la publication de tweets et de posts sur les forums. La crédibilité de ces arguments est en partie appuyée par le caractère non économique du produit et le parrainage des acteurs majeurs du marché. Pour rappel, les logiciels libres ne vendent pas de licence, mais leur modèle économique tient à la maintenance et au support des logiciels conçus. Le bouche à oreille est d'ailleurs un des outils marketing les plus efficaces selon Trusov, Bucklin & Pauwels¹⁹³ car les utilisateurs sont plus enclins à utiliser un logiciel qui leur a été recommandé par des pairs.

¹⁸⁹ Flynn, S. (2022, 19 décembre). How Open-Source IoT Boosts the Supply Chain. *EPS News*. <https://epsnews.com/2022/12/12/the-value-of-an-open-platform-in-iot-supply-chain-technology/>

¹⁹⁰ The essential guide to Open Source in IoT. (2016). Dans *Vision Mobile* (CC BY-SA 4.0).

¹⁹¹ *Le documentaire libre « Responsables du numérique »*. (s. d.). Entreprise. <https://entreprises.nouvelle-aquitaine.fr/actualites/le-documentaire-libre-responsables-du-numerique>

¹⁹² Vermeiren, Martin. Quel intérêt pour les entreprises de choisir la solution open source?. Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2016. Prom. : Zen, Mathieu ; Vanderdonck, Jean. <https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A6979>

¹⁹³ Trusov, M., Bucklin, R. E., & Pauwels, K. (2009). Effects of word-of-mouth versus traditional marketing : findings from an internet social networking site. *Journal of marketing*, 73(5), 90-102.



La Commission Européenne a par ailleurs soutenu ce critère puisqu'elle en a pris compte en favorisant l'Open Source pour ses logiciels de communication (Vermeiren, 2016)¹⁹⁴. Elle y a vu une absence de contraintes non négligeables pour les Etats membres, une alternative abordable contrairement aux installations de programmes coûteux ou de promotion d'acteurs privés.

L'existence d'un code ouvert avec des droits de licence faibles ou nuls est devenu le principal critère d'adoption du libre et de l'open source. Les pays à faible revenu, chargés de construire des logiciels pour des personnes à faible revenu, prennent nécessairement en compte le coût de la licence d'un logiciel¹⁹⁵. Un développeur en Suède, ayant auparavant travaillé au sein d'un environnement agiles, soulignait la préférence pour le recours à un logiciel libre ou Open Source, ce dernier étant plus rentable pour l'entreprise¹⁹⁶.

(c) Adaptabilité aux besoins

Le logiciel libre dispose d'atouts considérables pour les organisations. Sa souplesse et sa prise en compte des exigences utilisateurs sont deux éléments primordiaux si l'on souhaite s'y convertir. Dès l'instant où un besoin naît, il est possible d'ajouter une nouvelle fonctionnalité à un logiciel libre existant au lieu de réécrire complètement un logiciel en partant de zéro. Cela permet de gagner en rentabilité et en adaptabilité : un logiciel libre peut être personnalisé à souhait en fonction des besoins des utilisateurs.

Concrètement, cela permet d'avoir des logiciels libres traduits dans une petite langue locale ou régionale, ou de développer des logiciels dans des pays pauvres sans avoir besoin d'une industrie logicielle conséquente¹⁹⁷. L'adaptation à la langue n'est pas le seul point positif à l'adoption de logiciels libres à l'échelle locale. Les charges de sociétés de services sont constituées à plus de 75% par les salaires, ainsi ils proposent un moyen efficace pour valoriser directement le tissu économique local¹⁹⁸.

L'utilisation de standards ouverts permet de gagner du temps et d'économiser des ressources en accélérant le processus de mise en place. Le logiciel libre ne requiert pas d'expertise dans un domaine particulier car on peut utiliser et adapter ce qui est déjà disponible. Un exemple concret est repris dans une étude menée par Maimuna Badjie sur l'impact de l'utilisation des technologies FOSS sur la productivité des développeurs¹⁹⁹. Un des développeurs interrogés a vu son projet prendre 3 à 4 mois initialement prévu pour une durée de 1 à 6 mois grâce à l'utilisation de code source modifié et amélioré selon ses besoins. Les logiciels libres ont été un atout indéniable pour son efficacité, il n'y a aucune entrave à la productivité grâce à la réutilisation de briques logicielles.

Les développeurs se servent donc des lignes de codes dont ils ont besoin au sein des bibliothèques OSS dans le cadre de la réalisation de leur projet²⁰⁰. Cette source de savoir déjà disponible permet au développeur de ne pas réinventer la roue et de se concentrer à 100% sur la plus-value de ce qu'ils peuvent apporter tout en

¹⁹⁴ *Ibid*

¹⁹⁵ Maimuna Badjie. (2022). The Impact of Free and Open Source Software(FOSS) on Developers' Productivity. *Department of Informatics and Media Uppsala University*.

¹⁹⁶ *Ibid*

¹⁹⁷ Fiches : Pourquoi utiliser des logiciels libres - Lea Linux. (s. d.). https://lea-linux.org/documentations/Fiches:Pourquoi_utiliser_des_logiciels_libres

¹⁹⁸ Boulet, J.-M. (2015). Pourquoi nous préférons les logiciels libres. Dans *2i2i*.

¹⁹⁹ Maimuna Badjie. (2022). The Impact of Free and Open Source Software(FOSS) on Developers' Productivity. *Department of Informatics and Media Uppsala University*.

²⁰⁰ Vermeiren, Martin. Quel intérêt pour les entreprises de choisir la solution open source?. Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2016. Prom. : Zen, Mathieu ; Vanderdonck, Jean. <https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A6979>



développant leurs idées. Conséquence positive de cet épanouissement, la vitesse de propagation est plus importante.

Le milieu associatif a souligné les externalités positives liées à l'utilisation de logiciels libres²⁰¹. Parmi elles, on retrouve l'adaptation de logiciels aux besoins et les nouvelles versions disponibles offrant de nouvelles fonctionnalités régulièrement. Personnalisables, ils sont un point fort indéniable s'agissant de répondre aux besoins spécifiques et aux adaptations des processus métiers des entreprises. Compatibles avec une grande variété de systèmes d'exploitations et d'applications, l'infrastructure de l'entreprise peut plus facilement les y intégrer²⁰².

2. Innovation et compétitivité

(a) Flexibilité et évolutivité

Les garanties de l'Open Source et des logiciels libres sont multiples ; sécurité, interopérabilité, capacité d'extension et évolutivité. De surcroît, ils favorisent la possibilité d'installation sur site et le rapatriement de leurs données dans des formats ouverts. Enfin, 25% des entreprises interrogées par une enquête Red Hat indiquent utiliser l'OSS car elle offre des alternatives pour personnaliser les applications²⁰³.

En entretenant la collaboration, la transparence et la diversité, les logiciels libres participent à l'évolution des technologies et encouragent leur potentiel innovant. Ils facilitent la modification et l'amélioration du code, accélérant de fait la résolution de bugs ou de développement de nouvelles fonctionnalités. Cette intelligence collective, corrélée aux libertés octroyées par les principes du mouvement libre encourage une culture d'apprentissage et d'amélioration continue²⁰⁴. Les solutions finales en sortent plus robustes, plus sûres et plus innovantes. Disposer de ce type de logiciels au sein d'une entreprise permet de disposer des dernières mises à jour des versions mises en ligne. Les technologies évoluent en permanence, ainsi, dès qu'une fonctionnalité est améliorée ou ajoutée, il est possible d'exploiter directement tout son potentiel sans avoir nécessairement à acheter sa nouvelle version. Nicolas Vivant, directeur de la stratégie et de la culture numérique d'Echirrolles met en avant une autre des caractéristiques du logiciel libre, ses valeurs morales ; *“Les logiciels libres et l'Open Source permettent de mieux faire partager et vivre un produit en le rendant plus vertueux”*²⁰⁵. Elles sont un atout indéniable pour des utilisateurs ou entreprises souhaitant s'engager dans un numérique plus responsable.

La personnalisation et la flexibilité accrue des logiciels libres est un des arguments repris par France Numérique pour souligner leur bon fonctionnement²⁰⁶. L'adaptation des programmes libres est une caractéristique non négligeable pour les entreprises car elles sont capables, grâce à son utilisation, d'adapter leur processus métiers et besoins spécifiques. Ils offrent également des avantages significatifs aux entreprises

²⁰¹ *Utilisation actuelle des logiciels libres dans le milieu associatif ; besoins, limites et opportunités* — April MediaWiki. (s. d.). https://wiki.april.org/w/Utilisation_actuelle_des_logiciels_libres_dans_le_milieu_associatif_%3B_besoins%2C_limites_et_opportunit%C3%A9s

²⁰² Num, F. (s. d.). *Les logiciels libres, est-ce que ça fonctionne bien ?* - [francenum.gouv.fr](https://www.francenum.gouv.fr/guides-et-conseils/pilotage-de-lentreprise/logiciels-de-gestion-de-lentreprise/les-logiciels-libres).

<https://www.francenum.gouv.fr/guides-et-conseils/pilotage-de-lentreprise/logiciels-de-gestion-de-lentreprise/les-logiciels-libres>

²⁰³ The State of Enterprise Open Source. (2019). Dans *Red Hat*. https://www.redhat.com/cms/managed-files/rh-enterprise-open-source-ebook-f16984bf-201904-en_1.pdf

²⁰⁴ *Why open source software is essential for innovation.* (s. d.). <https://vegibit.com/why-open-source-software-is-essential-for-innovation/#how-open-source-fuels-innovation>

²⁰⁵ Entretien réalisé avec Nicolas Vivant le 26/06/2023

²⁰⁶ Num, F. (2023, 26 février). *Les logiciels libres, est-ce que ça fonctionne bien ?* - [francenum.gouv.fr](https://www.francenum.gouv.fr/guides-et-conseils/pilotage-de-lentreprise/logiciels-de-gestion-de-lentreprise/les-logiciels-libres). <https://www.francenum.gouv.fr/guides-et-conseils/pilotage-de-lentreprise/logiciels-de-gestion-de-lentreprise/les-logiciels-libres>



et aux économies en contribuant à la croissance de la productivité, en diminuant les coûts opérationnels et en produisant des revenus.

La combinaison des logiciels libres et de l'IA est considérée comme un catalyseur pour transformer et révolutionner les services dans une multitude de domaines dans les secteurs privé et public²⁰⁷. En ce qui concerne l'innovation par l'IA, l'open source crée un précieux réseau mondial de retour d'informations, augmentant la vitesse à laquelle les algorithmes d'IA sont créés et améliorés. Du point de vue de l'activité économique, la durabilité et le pouvoir d'innovation octroient aux entreprises un usage du code source existant dans l'idée de développer des services à partir de celui-ci.

(b) Collaboration et partage de connaissances

Le mécanisme ancestral par lequel une organisation exécutait son modèle de développement de logiciel ou de technologie en centralisant tous les aspects de ses produits n'est plus optimal et viable. L'état actuel et l'avenir de la technologie repose sur la collaboration, un des fondements du logiciel libre²⁰⁸. Le travail collaboratif permet de favoriser de nouvelles innovations grâce à la fusion d'idées novatrices qui n'étaient pas mises en commun auparavant. Ce processus de collaboration initié par le logiciel libre peut contribuer à l'émergence de propositions pertinentes. En effet, grâce à des "innovations ouvertes", il est possible de répondre collectivement à des besoins émanant d'utilisateurs via un important foyer d'utilisateurs experts.

La mise en commun des savoirs permet de mutualiser les connaissances de chaque usager. La collaboration peut prendre différentes formes grâce à la diversité et la multiplicité des acteurs ; l'intégration à un projet si les compétences du développeur sont pertinentes, l'apport de modifications ou de corrections *patch*, la maîtrise et la connaissance de certains logiciels pour rédiger des manuels d'utilisation, l'aide à la traduction, ou encore le signalement des bogues pour rendre les versions plus performantes²⁰⁹. C'est un aspect non négligeable de l'apport des logiciels libres car le "débogage" est un processus essentiel dans le développement d'un logiciel. Ainsi, c'est l'un des moteurs de l'utilisation de logiciels libres car il permet de distribuer cette tâche fastidieuse au sein de réseaux de réseaux et concentre l'ensemble des efforts au sein d'une même entité. Aborder l'outil avec sa seule perspective technique priverait les développeurs d'un échange constructif avec les utilisateurs des services numériques qu'ils conçoivent. Grâce aux communautés open source et libres, les besoins sont connus et partagés directement tout au long de la collaboration entre usagers et développeurs. Seulement, il ne faut pas associer le mouvement du libre uniquement à la "socialité interne" car il existe également une "socialité externe" forte. En effet, la communauté d'acteurs créée autour du mouvement libre s'est constituée autour de valeurs et d'idées fédérant le groupe. A ce titre, cette "socialité externe" peut être un facteur déterminant dans la conception et l'amélioration de logiciels. On peut notamment citer l'exemple de fetchmail. Le logiciel, initialement développé en juin 1996 et modifié par Eric S. Raymond, a mentionné l'externalité positive liée à l'usage de logiciels libres ; *"les meilleurs hacks commencent par être des solutions personnelles aux problèmes quotidiens de l'auteur et se répandent parce que le problème s'avère être typique pour une large classe d'utilisateurs"*²¹⁰. L'exemple collaboratif de l'implantation du protocole IMAP au sein du code de fetchmail a permis d'aboutir à un code particulièrement stable. Finalement, la dualité de ces "socialités" est un élément capital dans la structuration du groupe, son rayonnement, son positionnement et son ancrage. Ils ne peuvent que renforcer le mode de développement de

²⁰⁷ Challenges and limits of an open source approach to Artificial Intelligence. (2021). Dans *European Parliament* (PE 662.908).

²⁰⁸ Innovation and Free Software : A good future for technology. (2019, 20 juin). *Linux*. Consulté le 11 juillet 2023, à l'adresse <https://blog.desdelinux.net/en/innovation-free-software-future-technology/>

²⁰⁹ Guerry, B. (2022, juin). *Logiciel libre et innovation technique*. Association EPI. Consulté le 11 juillet 2023, à l'adresse https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a2206e.htm#Appel_Note8

²¹⁰ Eric S. Raymond's former Design notes on fetchmail. (s. d.). Consulté le 11 juillet 2023, à l'adresse <https://www.fetchmail.info/esrs-design-notes.html>



la filière libre. La proximité entre les développeurs et les usagers permet d'accélérer la conception de logiciels, mais également de les concevoir en adéquation avec les besoins formulés par les utilisateurs. Ainsi, au fur et à mesure de leur utilisation, des améliorations peuvent avoir lieu afin de satisfaire de façon continue l'utilisateur. On parle alors de "socialité interne", comme l'avait avancé Louis Quéré. Il est indispensable de ne pas séparer la technique de son usage dans l'analyse de l'outil car les deux sont interdépendants.

Finalement, la dualité de ces "socialités" est un élément capital dans la structuration du groupe, son rayonnement, son positionnement et son ancrage. Ils ne peuvent que renforcer le mode de développement de la filière libre.

Un autre avantage des logiciels libres est qu'ils favorisent la collaboration et l'innovation pour produire des produits de qualité. Le développement de logiciels à code ouvert est souvent géré par des projets communautaires pouvant contribuer à l'amélioration de la plate-forme.

Le code source des logiciels libres étant accessible à tous, les développeurs du monde entier peuvent participer activement à leur développement et à leur amélioration. Cela crée une communauté mondiale de développeurs travaillant constamment sur l'amélioration du logiciel. Il en résulte un logiciel plus robuste et plus riche en fonctionnalités satisfaisant les utilisateurs²¹¹. En outre, ces derniers peuvent participer au processus en signalant des bugs, en soumettant des demandes de fonctionnalités et en contribuant au développement.

(c) Stimulation de l'innovation dans les entreprises

L'utilisation de l'Open Source dope la transformation digitale des entreprises. Le VP Software Technologies de Thales, Daniel Glazman, met en avant la conception et le soutien de solutions logicielles Open Source au sein du groupe Thales notamment car ces dernières garantiraient la performance, la sécurité et la maintenabilité. Selon lui, il faut "*penser son innovation, non d'un point de vue fermé mais en y intégrant des contributions extérieures*"²¹². L'ouverture du code permet de sensibiliser davantage d'acteurs, en leur proposant de rallier la cause en participant à des projets vertueux et novateurs au sein d'une communauté ouverte.

Parmi les principaux avantages de l'utilisation de solutions et de technologies d'entreprise à code source ouverte, 29% des entreprises choisissent d'avoir recours à l'OSS car elle offre un accès aux dernières innovations²¹³.

Le recours aux logiciels libres peut aussi être pertinent dans le cadre de la mise en place de projets. Dans le cas d'entreprises, concurrentes ou non, elles peuvent être intéressées à participer collectivement à des projets à valeur ajoutée pour leurs activités. Par exemple, dans le cas de constructeurs automobiles, le recours au libre via des API ouverte encouragerait l'écosystème à créer des applications tierces²¹⁴. Par ce biais, la constitution de projets à même d'intéresser plusieurs entreprises montre également que les développeurs peuvent combiner les ressources d'un large éventail y compris les entreprises en concurrence entre elles. Le

²¹¹ *The Advantages of Free Software : Why You Should Consider Using Open-Source - Sudorealm.* (2023, 20 janvier). SudoRealm. Consulté le 11 juillet 2023, à l'adresse <https://sudorealm.com/blog/the-advantages-of-free-software-why-you-should-consider-using-open-source>

²¹² « *L'Open Source est un formidable accélérateur de transformation digitale* ». (2023, 4 juillet). Thales Group. <https://www.thalesgroup.com/fr/group/innovation/magazine/lopen-source-formidable-accelereur-transformation-digitale>

²¹³ *The State of Enterprise Open Source.* (2019). Dans *Red Hat*. https://www.redhat.com/cms/managed-files/rh-enterprise-open-source-ebook-f16984bf-201904-en_1.pdf

²¹⁴ Claudel, M. (2018, 22 mai). Tesla publie une partie du code source des technologies équipant ses voitures. *Numerama*. <https://www.numerama.com/tech/376834-tesla-publie-une-partie-du-code-source-des-technologies-equipant-ses-voitures.html>



vice-président du groupe chargé du développement logiciel et de l'open source chez IDC confirme cette théorie ; *“En termes d’innovation, cela signifie que ces entreprises mettent très souvent certains de leurs meilleurs talents techniques au service d’un projet. Pas nécessairement parce qu’elles veulent aider un concurrent, mais parce qu’elles voient la valeur que le projet apporte à leurs propres logiciels.”*²¹⁵.

Les logiciels libres font progresser rapidement l’innovation notamment car les futurs usagers peuvent essayer le logiciel en question avant de s’y convertir définitivement. Dans le cas où un développeur est intéressé par une technologie particulière, il a la possibilité de la télécharger et de l’utiliser pour vérifier si elle répond à ses besoins. Si ce dernier y trouve une valeur ajoutée, il va pouvoir s’impliquer dans le projet en contribuant au développement et donc à l’accélération du produit fini. Le logiciel découvert peut en outre constituer un appui pour de nouvelles fonctionnalités et donc permettre une amélioration significative du logiciel à travers une innovation mise en place plus rapidement : *“Les composants logiciels libres qui apparaissent établissent une fonctionnalité de base qui profite à l’ensemble de l’écosystème ou de l’industrie -la fonctionnalité de base. Les clients ou les fournisseurs peuvent créer un produit qui s’appuie sur ces logiciels libres et apporter de la valeur aux clients parce qu’ils les rendent plus faciles à gérer, plus évolutifs ou potentiellement plus facile à connecter à d’autres applications.”*²¹⁶.

Le potentiel d'adoption de l'IA des logiciels libres peut être identifié dans divers secteurs en raison de son potentiel d'innovation²¹⁷. L'approche open source de l'IA peut aider les entreprises à tirer parti des meilleures innovations dans les modèles et les plateformes déjà créés, et donc à se concentrer sur l'innovation de leur expertise spécifique, ce qui finira par accélérer les progrès technologiques.

Outre le potentiel d'adoption, il existe d'autres possibilités d'innovation et d'affaires. Le cadre de l'open source est vraiment efficace parce qu'il peut attirer d'immenses talents techniques grâce à sa visibilité accrue et sa facilité d'accès. Un plus large groupe de personnes peuvent devenir des innovateurs contrairement à un modèle propriétaire, fermé. Les petites institutions sont plus facilement propulsées grâce à cette visibilité²¹⁸. L'objectif principal des développeurs étant d'obtenir le plus de reconnaissance possible afin d'être appréciés dans les communautés open source et faire évoluer leur carrière²¹⁹.

Les utilisateurs ont un vrai choix avec les licences open source car tous les individus ou entreprises sont à même de proposer des solutions innovantes mises à dispositions de tous les intéressés, développeurs comme utilisateurs. Les logiciels libres et open source permettent à l’innovation de prospérer car ils n’imposent aucun obstacle juridique ou contractuel à la coopération²²⁰.

²¹⁵ Staff, V. (2021, 15 septembre). How open source software is jumpstarting innovation across industries (VB Live). *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/business/how-open-source-software-is-jumpstarting-innovation-across-industries-vb-live/>

²¹⁶ *Ibid*

²¹⁷ *Ibid*

²¹⁸ Lerner, J.; & Tirole, J. (2003) “Some Simple Economics of Open Source”. *The Journal of Industrial Economics*, 50(2), p197-234.

²¹⁹ Riehle, D. (2007) “The Economic Motivation of Open-source software: Stakeholder Perspectives”. *Computer*, 40(4), p25-32.

²²⁰ APELL (Association Professionnelle Européenne du Logiciel Libre). (2021, 28 novembre). *L’open source, un atout caché pour l’Europe dans la course au leadership numérique*. La Tribune. Consulté le 11 juillet 2023, à l’adresse <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/l-open-source-un-atout-cache-pour-l-europe-dans-la-course-au-leadership-numerique-897161.html>



3. Inclusion numérique, capital et enjeux en matière de ressources humaines

(a) Formation et compétences

Les logiciels libres sont reconnus pour être des outils particulièrement accessibles puisque la plupart sont utilisables gratuitement, n'entraînant ainsi aucun coût financier pour son usager. Ces technologies se montrent plus abordables et permettent à un plus grand nombre de se familiariser aux technologies numériques. Les responsables de recrutement sont d'ailleurs environ 74%²²¹ à considérer que les compétences en logiciels libres et Open Source sont importantes voire très importantes pour évaluer les candidats. En effet, l'utilisation de l'Open Source et des logiciels libres est de plus en plus populaire au sein des entreprises, quasiment 78%²²² d'entre elles utilisent des logiciels libres ou Open Source au sein de leur infrastructure. L'avantage avec ce type de logiciels c'est que les communautés d'utilisateurs sont à la fois actives et engagées, et fournissent des outils et ressources pour se former. Ainsi, le partage collaboratif de la connaissance encourage le développement d'un environnement où les novices peuvent s'appuyer sur les compétences et expériences des plus avertis. Il est très simple de s'investir et de participer dans des projets de logiciels libres, contribuer à leur développement et pratiquer en autonomie. Le gouvernement a même mis en ligne une fiche pratique²²³ pour orienter les futurs potentiels usagers en proie à se former à ce type de technologies. On y retrouve des plateformes éducatives, des forums d'utilisateurs, de la documentation ou encore des sites recensant les projets libres et leur niveau de difficulté. Il est ainsi possible de démarrer dans les logiciels libres sans avoir été amené à utiliser ce type de technologie auparavant. Il est possible de se spécialiser encore davantage avec des projets plus pointus. Les compétences dans le domaine sont infinies.

En améliorant le code source selon leurs besoins, les développeurs de logiciels libres accroissent leur niveau de programmation et de résolution de problème, au même titre que cela encourage à la fois l'expérimentation et la personnalisation. Cela peut notamment avoir une incidence positive sur leur niveau de productivité. Les développeurs d'applications utilisant les logiciels libres et Open Source ont tendance à être plus productifs que ceux qui n'utilisent pas d'Open Source ou de libre au sein de leur infrastructure²²⁴.

Enfin, les communautés libres et Open Source ont souvent une dimension internationale, ainsi il n'est pas rare que des développeurs aient à collaborer avec des experts à l'étranger. Cela peut notamment leur offrir la possibilité d'accroître leurs interactions et d'échanger des expériences.

L'ensemble des connaissances et compétences acquises à travers l'usage et la contribution aux logiciels libres sont un élément crucial sur le marché du travail. Les entreprises recherchent et valorisent ce type de compétences. Selon deux tiers des développeurs²²⁵, une expérience dans le domaine du libre serait considérée comme plus précieuse que les technologies d'un fournisseur spécifique. Les compétences acquises lors d'un projet libre sont en effet réutilisables puisque les outils sont accessibles ouvertement. Les opportunités d'emplois sont donc beaucoup plus importantes dans ce domaine. Selon une étude de The Digital Ocean²²⁶ coder en Open Source ou en libre augmente les opportunités d'offres d'emplois. Environ 11% des

²²¹ Ibid

²²² The 2020 Open Source Jobs Report. (2020). Dans *The Linux Foundation & edX*.

²²³ Num, F. (s. d.). *Comment apprendre à utiliser des logiciels libres ? - francenum.gouv.fr*. francenum.gouv.fr.

<https://www.francenum.gouv.fr/guides-et-conseils/pilotage-de-lentreprise/logiciels-de-gestion-de-lentreprise/comment-apprendre>

²²⁴ *Future of Open Source Survey Results*. (2016). Consulté le 27 juin 2023, à l'adresse <https://www.slideshare.net/blackducksoftware/2016-future-of-open-source-survey-results>

²²⁵ *Les développeurs devraient-ils se concentrer sur les compétences en matière de l'open source Cloud ? Pour 65 % des répondants, les contributions aux projets open source impressionnent les employeurs*. (2020). Developpez.com. Consulté le 27 juin 2023, à l'adresse <https://open-source.developpez.com/actu/312469/Les-developpeurs-devraient-ils-se-concentrer-sur-les-competences-en-matiere-de-l-open-source-Clo-ud-Pour-65-pourcent-des-repondants-les-contributions-aux-projets-open-source-impressionnent-les-employeurs/>

²²⁶ The 2022 report on open source and developer trends. (2021). Dans *The Digital Ocean*.



participants de l'étude ont indiqué que leurs contributions leur avait rapporté une opportunité d'emploi et 19% que leurs contributions avaient permis une mise en réseau. Les logiciels libres constituent donc un atout non négligeable en matière de formation et de montée en compétences, les entreprises privilégiant des développeurs ayant déjà quelques notions lors des critères de sélection.

(b) Le facteur d'attractivité du logiciel libre dans le recrutement

Le mouvement du logiciel libre repose sur un socle de valeurs, se différenciant ainsi vis-à-vis de l'enjeu éthique, de l'ouverture, du partage, de la transparence et de la collaboration qu'il prône. Lorsque des entreprises s'engagent dans les logiciels libres, elles soutiennent et revendiquent ces valeurs. Cet argument a été appuyé par Nicolas Vivant *“La stratégie établie [ndlr la nouvelle stratégie numérique de la ville d'Echirolles axée sur les logiciels libres] permet également d'attirer de nouveaux talents. Les responsabilités et le degré de compétence demandé permet à la commune d'Echirolles d'être attractive et de recruter des profils de haut niveau”*²²⁷.

De plus, lorsqu'une entreprise participe et s'investit dans un projet libre, elle rencontre et coopère avec d'autres communautés dynamiques et engagées. Ces entreprises peuvent ainsi bénéficier d'un réseau relativement large, investi et disposant d'une expertise similaire à ce qu'elle recherche. La collaboration et l'apprentissage mutuel au sein d'un service sont des caractéristiques recherchées par les développeurs pour un emploi, contribuant à dynamiser et attirer de nouvelles personnes au sein d'une entreprise. Une corrélation positive existerait entre le fait d'éditer un logiciel et l'exigence d'un critère d'embauche spécifique sur la participation d'un développeur à des communautés de développement²²⁸. Plus l'investissement de l'entreprise dans le logiciel libre est significatif, plus l'implication des développeurs dans des communautés jouent un rôle dans les critères d'embauche.

Ces caractéristiques sont à mettre en perspective avec une explosion de l'usage des logiciels libres ; *“L'explosion de l'usage des solutions libres et open source, la volonté de transformation numérique des systèmes obsolètes et le besoin d'une sécurité accrue ne font qu'ajouter à la pression. Il est clair qu'il y a une demande refoulée pour plus de solutions libres et open source et plus de professionnels du libre et de l'open source.”*²²⁹. Les entreprises investies dans le libre et l'open source exigent également que leur collaborateurs en fasse de même, ainsi le vice président de l'Open Technology chez IBM²³⁰ déclarait *“La première chose que je fais est d'aller sur GitHub ou GitLab et je regarde les projets dans lesquels quelqu'un a été impliqué et je regarde le code qu'il a écrit.”*. C'est presque une plateforme de recrutement indépendante où l'entretien laisse place au cas pratique ; *“Plutôt que de faire passer une série d'entretiens à un candidat et de lui demander de s'inscrire sur un tableau blanc, j'aime voir ce qu'il a fait dans la communauté. Votre code est votre CV maintenant.”*. A la fois plus inclusif et valorisant pour tous les développeurs s'investissant dans des projets participatifs et collaboratifs, ces derniers peuvent ainsi bénéficier d'un avantage sur des concurrents n'étant pas insérés au sein de l'écosystème. Les développeurs disposent donc d'une vitrine via leurs participation à des projets, pouvant leur apporter une réputation positive au sein de la communauté technologique.

²²⁷ Entretien réalisé avec Nicolas Vivant le 26/06/2023

²²⁸ Nicolas Jullien. Participer à des développements libres, embaucher des développeurs : une stratégie commerciale ?. Cahier de recherche de Marsouin, 2007, 12. hal-02163863

²²⁹ The 10th Annual Open Source Jobs Report. (2022). Dans *The Linux Foundation*.

²³⁰ Ibid, entretien avec Todd Moore, Vice-président de l'Open Technology chez IBM



L'attractivité de la communauté du libre n'a de cesse de progresser. Pour commencer, le marché de l'emploi au sein du libre et de l'Open Source est dynamique. Plus de 86% des responsables de recrutement déclaraient prioritaire le recrutement de talent open source en 2022 et 46% d'entre eux prévoyaient d'augmenter le recrutement de professionnels dans cette même branche dans les 6 prochains mois²³¹. Ce marché est également décrit comme vecteur de meilleures opportunités, 65% des personnes interrogées ont déclaré que les contributions à des projets libres ou Open Source impressionnent les employeurs potentiels et conduisent à de meilleures opportunités²³².

(c) Production de connaissances et garantie de qualité

L'accessibilité au code source des logiciels libres permet de favoriser conjointement la transparence et la reproductibilité des résultats. Pour être plus précis, cela traduit la possibilité pour les chercheurs et développeurs d'examiner le mécanisme interne du logiciel, ses méthodes et d'en dupliquer les résultats. Cette transparence renforce à la fois la confiance dans les connaissances produites et permet d'évaluer encore plus rigoureusement la qualité des résultats. Ainsi, la visibilité du code source permet de soutenir le développement et de pousser l'apport du contributeur. Les lignes de codes étant visibles par l'ensemble de ses pairs, le développeur va naturellement être incité à développer et à pousser son apport autant qu'il le peut²³³. Le logiciel propriétaire peut, au contraire, lui apparaître comme un environnement de travail plus clos et de fait ne pas entraîner la même pression vis-à-vis de la contribution apportée. De même, grâce à la visibilité du code source les projets de développement libres ou open source ont tendance à être plus réussis que les projets de leurs homologues propriétaires avec 69% des projets open source réussis contre seulement 50% de projets propriétaires²³⁴.

Une autre raison pourrait expliquer ces résultats. Les projets de logiciels libres encouragent la collaboration et le partage de connaissances au sein de l'écosystème, à la fois entre les développeurs et les utilisateurs. Ainsi, il devient plus facile de communiquer sur les idées, la résolution de problèmes communs ou encore créer de l'innovation participative. Les connaissances sont produites collectivement, permettant de bénéficier de l'expertise et de la diversité des contributeurs. Cela peut également jouer dans la conduite de pratiques et méthodes plus qualitatives car l'examen et la validation nécessitent une communauté importante. Et ce, d'autant plus que depuis quelques années la communauté open source ne cesse de s'agrandir. En 2022, plus de 94 millions de développeurs et de contributeurs ont été enregistrés au sein de l'écosystème Open Source comme appartenant à la communauté de GitHub²³⁵, dont 20,5 millions d'entre eux sont des nouvelles recrues de 2022. Les entreprises sont un facteur important d'accroissement de la part de contributions puisque 50% de ces nouveaux contributeurs arrivés sur GitHub travaillent sur des projets financés par des entreprises.

Ainsi, plus la communauté est importante, plus la qualité et la production de connaissance augmentent. De plus, cela permet d'avoir un processus de tests et de retours utilisateurs plus largement étendu. Les erreurs et dysfonctionnements qualitatifs sont plus facilement identifiables et notifiables par la communauté. En découle une amélioration constante du logiciel. En ayant recours à des logiciels libres, le contrôle sur les infrastructures technologiques des entreprises n'en est que renforcé. Le logiciel est adaptable et personnalisable selon les besoins les plus spécifiques et peut donc être mis en place au sein d'environnement

²³¹ *Ibid*

²³² *Ibid*

²³³ Vermeiren, Martin. Quel intérêt pour les entreprises de choisir la solution open source?. Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2016. Prom. : Zen, Mathieu ; Vanderdonck, Jean. <https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A6979>

²³⁴ *Ibid*

²³⁵ *Octoverse 2022 : The state of open source.* (2022). The State of the Octoverse. Consulté le 27 juin 2023, à l'adresse <https://octoverse.github.com/>



de recherche de haute qualité. Les environnements critiques tels que les données de santé ont mis en avant ces caractéristiques : *“L’un des plus grands avantages des logiciels libres et Open Source (OSS) dans le secteur social est qu’ils peuvent réduire les efforts redondants, ce qui est crucial dans le cas des crises humanitaires. L’OSS peut également rassembler les communautés mondiales et faciliter la conception et le développement de solutions technologiques qui soutiennent diverses populations mondiales [...]. Un excellent exemple de la manière dont les logiciels peuvent renforcer la santé publique mondiale est la DHIS2, le plus grand système d’information sur la gestion de la santé mondiale.”*²³⁶.

La réduction des effets redondants et l’efficacité des logiciels libres permet dans certains domaines d’accélérer la conception, sans négliger la qualité de l’infrastructure fournie.

4. Protection de la vie privée et sécurité

(a) Contrôle des données personnelles

Considérées comme “l’or noir du XXI^e siècle”²³⁷, les données personnelles sont un nouveau territoire qu’entendent bien exploiter les acteurs privés du numérique. La collecte et le traitement de données via l’utilisation de logiciels ou de programmes amène à repenser la sécurité des utilisateurs ayant recours quotidiennement à ces plateformes. Souvent aux conditions, contours et limites flous, des marchés de la données se sont créés et cherchent à exploiter pleinement cette nouvelle marchandise. Actif stratégique, sa valorisation sur le marché représentait déjà plus de 315 milliards d’euros en 2011²³⁸.

Seulement, ce qui intéresse vraiment les géants du numérique se sont les importantes quantités de données ; *“La donnée à l’échelle individuelle ne vaut rien ! Sa valeur marchande provient uniquement de l’agrégation de masse”* d’après Valérie Peugeot, membre de la CNIL²³⁹. Une fois ces dernières corrélées et maîtrisées par un ciblage via une intelligence artificielle, elles peuvent contribuer à influencer les décisions sur les habitudes de consommation des citoyens. Yve Benchimol, président de WeWard, expose dans une tribune le nouveau rôle économique joué par les données ; *“La donnée est devenue l’actif stratégique des géants du Web. Nous acceptons à titre gracieux de la partager en échange d’un service gratuit”*²⁴⁰. Cependant, ce modèle économique est trompeur pour les citoyens car ils pensent utiliser des services numériques gratuits alors qu’ils ne sont que les produits de ces derniers. Le géant du logiciel, Oracle, a récemment fait l’objet d’une plainte pour collecte et vente *“de manière inappropriée des informations personnelles des consommateurs des tiers sans leur consentement, y compris des données détaillées sur leur comportements, mouvements, relations sociales et intérêts”*²⁴¹. L’action collective menée pour *“arrêter la machine de surveillance mondiale d’Oracle”* fait notamment suite à l’intervention de son président et co-fondateur en 2016 s’enorgueillissant de ses *“5 milliards de profils de consommateurs”* représentant environ 42,4 milliards de dollars de revenus annuels. A cette période, il confiait même les capacités en matière de taux de conversion des données récoltées ; *“Lorsque nous recueillons des informations sur les consommateurs et que nous les*

²³⁶ Ibid

²³⁷ Anciaux, A., & Farchy, J. (2015). Données personnelles et droit de propriété : quatre chantiers et un enterrement. *Revue internationale de droit économique*. <https://doi.org/10.3917/ride.293.0307>

²³⁸ The Boston Consulting Group, *The Value of our Digital Identity*, 2012, p. 101.

²³⁹ Comarketing-News. (2020). La valeur réelle de nos données personnelles. *Comarketing-News*. <https://comarketing-news.fr/la-valeur-reelle-de-nos-donnees-personnelles/>

²⁴⁰ Ibid

²⁴¹ Robet, L. (2022, août 24). Oracle accusé de collecter illégalement les données personnelles de millions de personnes - ChannelNews. ChannelNews. Consulté le 6 juillet 2023, à l’adresse <https://www.channelnews.fr/oracle-accuse-de-collecter-illegalement-les-donnees-personnelles-de-millions-de-personnes-116934>



combinons avec leur profil démographique et leur comportement d'achat antérieur, nous pouvons assez bien prédire ce qu'ils vont acheter ensuite."²⁴².

Ainsi, face à un accroissement des risques liées au vol de données, les logiciels libres affichent des qualités indéniables de protection et d'indépendance vis-à-vis des données utilisateurs. Au niveau de la protection de la vie privée, le logiciel libre nous offre toujours plus de garanties à cet égard²⁴³. L'audit de son code permet de savoir avec certitude ce qui est fait de l'intérieur ou comment le processus prévoit d'utiliser nos informations. De plus, le logiciel libre peut, en la présence d'une potentielle porte dérobée, filtrer voire masquer certaines données personnelles sur les utilisateurs en attendant l'identification de la faille. C'est un dispositif plus compliqué à mettre en place sur un logiciel propriétaire.

Les entreprises adoptent de façon croissante les logiciels libres, et malgré les critiques sur leurs aspects sécuritaires, ils ne semblent pas être moins sûrs que leurs alternatives propriétaires. La réactivité, la large communauté, l'existence d'outils de traçages de vulnérabilités ou encore leur protection proactive via des programmes d'avis de sécurité et des politiques de patch, les logiciels Open Source disposent de qualités indéniables²⁴⁴. De plus, la confidentialité étant un élément primordial pour la protection des données, les entreprises ayant adopté les logiciels open source peuvent contrôler leur sécurité via un examen réalisé par ces mêmes éditeurs ou fournisseurs de cloud. Ils assurent donc un suivi et un support offrant des solutions sécurisées pour les utilisateurs.

Le mouvement libre s'est construit dans l'idée de développer un système d'exploitation et des applications entièrement libres pour garantir un contrôle total aux utilisateurs. Ces outils offrent la possibilité de se prémunir du risque de "marchandisation des données". Ils constituent une alternative idéale aux services proposant le traitement des données. Habituellement, entraînant dans la quasi totalité des cas la prise de contrôle complète par les serveurs lorsque l'utilisateur effectue le traitement sur celui-ci, ce qui n'est pas le cas avec les technologies ouvertes. Le contrôle des usagers par le logiciel n'est pas envisageable, le commerce de ses données personnelles l'est encore davantage.

Le mécanisme de collecte des données est mis en œuvre à travers la possibilité de consultation de la base code. En général, la communauté des logiciels libres promeut la protection de la vie privée²⁴⁵. De plus, si un utilisateur souhaite renforcer la confidentialité d'un code, il peut, conformément aux droits laissés par la licence utilisée, modifier le logiciel selon ses besoins²⁴⁶. Cette souplesse liée à l'accessibilité du code offre aux utilisateurs une assurance significative sur l'usage pouvant être fait concernant la potentielle collecte de leurs données. Tout est sous le contrôle de l'utilisateur, contrairement au logiciel propriétaire avec son programme fermé. Même si des affaires ont écorné la réputation des logiciels libres en matière de protection des données personnelles²⁴⁷, ces derniers contribuent dans l'ensemble à promouvoir la protection de la vie privée en ligne notamment en encourageant les développeurs à vérifier le code, à corriger les problèmes et à s'assurer que rien de suspect ne se passe en arrière-plan.

²⁴² Ibid

²⁴³ Install, L. P. (2019, 31 juillet). Confidentialité de l'ordinateur et logiciels libres : améliorer notre sécurité. *Desde Linux*. <https://blog.desdelinux.net/fr/privacidad-informatica-software-libre-mejorar-seguridad-informacion/>

²⁴⁴ Vdw. (2020). L'open source et la sécurité des données d'entreprise | EPSI. *EPSI* | <https://www.epsi.fr/open-source-securite-donnees-entreprises/>

²⁴⁵ Zhong, P. (s. d.). *Opt out of global data surveillance programs like PRISM, XKeyScore, and Tempora - PRISM break - PRISM break*. <https://prism-break.org/en/>

²⁴⁶ Community. (2021). How Free & Open Source Software Can Save Online Privacy. *It's FOSS News*. <https://news.itsfoss.com/save-privacy-with-foss/>

²⁴⁷ Wodinsky, S. (2021, 6 juillet). Audacity's Privacy Policy Doesn't Make It 'Spyware' Because Everything Is Spyware Now. *Gizmodo*. Consulté le 6 juillet 2023, à l'adresse <https://gizmodo.com/audacity-s-privacy-policy-doesn-t-make-it-spyware-1847235025>



Les données sont devenues un enjeu colossal dans la politique de souveraineté numérique adoptée conjointement par l'Europe et la France. Dans, *L'Europe : sujet ou objet de la géopolitique des données*, trois chercheurs de l'IFRI ont souligné l'importance du contrôle de ces dernières, « *Les données ne doivent plus seulement être comprises comme un sujet juridique et commercial, mais comme un enjeu de politique internationale à part entière.* »²⁴⁸. Ainsi, les gouvernements peuvent s'appuyer sur l'OSS pour mener à bien leur autonomie stratégique s'agissant de la collecte de données. Ce type de logiciel permet en effet de garder une mainmise sur les opérations et une certaine indépendance vis-à-vis du fournisseur. La transparence du programme permet de savoir exactement ce qu'il s'y passe et d'éviter la surprise qu'un fournisseur de données ne récupère des informations²⁴⁹.

(b) Sécurité des systèmes d'information

Les logiciels libres favorisent la sécurisation des composants de base les plus utilisés et bénéficient d'une maîtrise accrue des technologies clés du numérique. La loi du 7 octobre 2016 intitulée *Pour une République numérique* avait commencé par inscrire le code source au sein des éléments communicables et publiables. Les dispositions de l'article 16 définies²⁵⁰ dans la loi convergeant dans cette direction ; « *les administrations veillent à préserver la maîtrise, la pérennité et l'indépendance de leurs systèmes d'information. Elles encouragent l'utilisation des logiciels libres et des formats ouverts lors du développement, de l'achat ou de l'utilisation, de tout ou partie de ces systèmes d'information.* ». Ainsi, des organismes tels que l'ANSSI ont reconnu la valeur ajoutée des logiciels libres contribuant à garantir un environnement numérique de confiance. A ce titre, dans son rapport publié en 2018²⁵¹, la Cour des comptes a en outre souligné cette transparence vis-à-vis des systèmes d'information et les aspects sécuritaires indéniables qui en découlent ; « *Le recours aux logiciels libres représente d'abord un enjeu de sécurité et de souveraineté. Il permet à leur utilisateur de s'assurer des actions réalisées par le logiciel, de se protéger contre les fonctions indésirables et éventuellement de le modifier en fonction des usages identifiés. À l'inverse, les solutions propriétaires ne permettent pas aux usagers de connaître l'ensemble des actions d'un logiciel ; ils sont distribués sans le code-source, qui reste le secret de l'éditeur.* ».

Les logiciels libres sont fiables dans le sens où quand un problème survient, d'autres développeurs au sein de la communauté peuvent participer à la résolution immédiate du code, si aucune solution n'a été trouvée entre temps. La densité de défauts au sein des codes en open source est d'ailleurs inférieure à celle des logiciels propriétaires ; « *Pour 1000 lignes de codes, la densité de défaut des OSS est de 0,61 contre 0,76 pour les logiciels propriétaires.* »²⁵².

La sénatrice Isabelle Ryl, avait déjà souligné les externalités positives en matière de sécurité s'agissant des logiciels libres ; « *Comme l'a expliqué Mme Isabelle Ryl, un logiciel libre est souvent plus sûr qu'un logiciel privé dans la mesure où, dès lors que son code source est public, il est scruté par un grand nombre d'experts, ce qui facilite la découverte d'éventuels "chevaux de Troie".* »²⁵³. Une étude menée par Black Duck Software

²⁴⁸ Thomas Gomart, Julien Nocetti et Clément Tonon, « L'Europe : sujet ou objet de la géopolitique des données ? », *Etudes de l'Ifri*, Ifri, juillet 2018.

²⁴⁹ Stallman, R. (1985). The GNU manifesto.

²⁵⁰ LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique. (2016). Dans *Légifrance*. Consulté le 6 juillet 2023, à l'adresse <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033202746>

²⁵¹ *Le rapport public annuel 2018*. (2018, 2 juillet). Cour des comptes. Consulté le 6 juillet 2023, à l'adresse <https://www.ecomptes.fr/fr/publications/le-rapport-public-annuel-2018>

²⁵² *Coverity Scan open source report shows commercial code is more compliant to security standards than open source code*. (2015, 29 juillet). Jul 29, 2015. <https://news.synopsys.com/2015-07-29-Coverity-Scan-Open-Source-Report-Shows-Commercial-Code-Is-More-Compliant-to-Security-Standards-than-Open-Source-Code>

²⁵³ Assemblée nationale. (2018, 30 mai). *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement, par la commission de la défense nationale et des forces armées, en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les enjeux de la*



et North Bridge confirme cette déclaration²⁵⁴. Après avoir sondé des entreprises sur les niveaux de sécurité des logiciels propriétaires et open source, la réponse des participants est sans appel, 55% d'entre eux estiment que les logiciels Open Source offrent davantage de sécurité que les logiciels propriétaires.

Les logiciels libres sont parfois critiqués au niveau sécuritaire. L'accès libre à leur code source favoriserait les intrusions selon certains. Pourtant plus il y a de développeurs, plus il semble facile de trouver l'origine des bogues ou autres vulnérabilités, contribuant ainsi à l'accroissement et à la stabilité du logiciel ; *“avec suffisamment d’yeux, tous les bogues sont superficiels.”*²⁵⁵. Enfin, les cyberattaques basées sur les API ont augmenté de 286 % en un seul trimestre en 2022. Les API à code source ouvert - et les environnements de développement entiers - sont des alliés précieux pour freiner cette accélération²⁵⁶.

(c) Transparence et confiance

La transparence est depuis peu devenue un élément primordial s'agissant des technologies numériques. De nombreux acteurs tels que Twitter²⁵⁷, Microsoft²⁵⁸, Meta²⁵⁹ ou encore acteurs gouvernementaux²⁶⁰ ont décidé de publier leur code source afin de rendre visible aux utilisateurs. Seulement, derrière cette démarche, il faut différencier les véritables initiatives promouvant l'utilisation du libre de celles purement marketing et communicationnelles lancées par les géants du numérique.

Dans le mouvement historique du libre et de l'Open Source la transparence du code est pensée pour être facilement relue et modifiée, vecteurs de qualité et de sécurité. De plus, l'accès au code source permet de ne pas avoir d'inconnues quant aux fonctionnalités du logiciel. L'utilisateur dispose de la connaissance de l'ensemble des fonctionnalités, contrairement à un logiciel propriétaire où une importante quantité des fonctions lui sont inconnues. L'utilisateur n'est pas le seul à qui bénéficie cette transparence du code source. Si une entreprise décide de privilégier l'usage de logiciels libres et open source, la transparence lui offre un contrôle total sur ce qu'il se passe au sein même du logiciel et des données transmises, contrairement à son homologue propriétaire où des informations peuvent fuir jusqu'au développeur du logiciel.

Il y a peu de problèmes à utiliser des projets reconnus s'ils viennent de fondations comme Apache ou Linux. Les entreprises savent qu'une communauté importante collabore et travaille sur le logiciel. Cela assure un code revu et relu par des milliers de personnes avant d'être intégré dans une branche principale. Cela contribue au renforcement de la confiance envers ces technologies.

numérisation des armées (M. Olivier Becht et M. Thomas Gassilloud). Consulté le 28 juin 2023, à l'adresse

https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/115b0996_rapport-information

²⁵⁴ 2015 Future of open source survey results. (s. d.).

<https://fr.slideshare.net/blackducksoftware/2015-future-of-open-source-survey-results>

²⁵⁵ Raymond ES. (2001): The Cathedral & The Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary. O'Reilly Media: Sebastopol, CA.

²⁵⁶ Flynn, S. (2022, 19 décembre). How Open-Source IoT boosts the supply chain. *EPS News*. <https://epsnews.com/2022/12/12/the-value-of-an-open-platform-in-iot-supply-chain-technology/>

²⁵⁷ Marin, J. (2023, 29 mars). Une partie du code source de Twitter a été publiée en ligne. *www.usine-digitale.fr*. <https://www.usine-digitale.fr/article/une-partie-du-code-source-de-twitter-a-ete-publie-en-ligne.N2115336>

²⁵⁸ ZDNetFR. (2015, 5 juin). Microsoft fait la transparence sur son code source en Europe. *ZDNet France*. <https://www.zdnet.fr/actualites/microsoft-fait-la-transparence-sur-son-code-source-en-europe-39820374.htm>

²⁵⁹ *Intelligence artificielle | Meta ouvre son code source à tout le monde*. (2023, 19 mai). La Presse. <https://www.lapresse.ca/affaires/entreprises/2023-05-19/intelligence-artificielle/meta-ouvre-son-code-source-a-tout-le-monde.php>

²⁶⁰ Gamaury, L. (2022, 8 février). De CovidTracker à Elyze, à quoi sert la publication d'un code informatique en « open source » ? *www.20minutes.fr*. <https://m.20minutes.fr/amp/a/3225563>



La transparence a poussé certaines administrations publiques à se tourner vers le libre. La France a défini un cadre juridique précis concernant les algorithmes publics²⁶¹. Opérant au service de l'intérêt général, exécutant le droit et incontournables dans certains domaines, ils sont une forme d'action publique et doivent à ce titre se soumettre à des critères de redevabilité. Parmi eux on retrouve le signalement de l'utilisation d'un algorithme, la description de son fonctionnement, la justification de son utilisation et de ses potentiels effets, et enfin son accessibilité. Des critères permettant de contester un algorithme existent également. C'est la *Loi pour une République numérique*²⁶² adoptée en 2016 et le RGPD²⁶³ adopté en 2018 qui ont introduit ces dispositions, pour rendre plus transparent l'usage des systèmes. L'ouverture des codes sources, les obligations liées au traitement des données personnelles et à la transparence des algorithmes doivent être respectées par les administrations d'Etat, les collectivités, les organismes de droit public et privé investis d'une mission de service public. Le code des relations entre le public et l'administration (CRPA) apporte des précisions sur le périmètre et les traitements de ces obligations à propos de la transparence des algorithmes.

Question d'ordre technique, la transparence de l'algorithme n'est pas uniquement liée à la diffusion de son code source car si l'utilisateur ne possède aucun savoir faire en matière informatique, l'usager ne comprend pas davantage le fonctionnement du code. Une conférence organisée à l'Université d'Angers a abordé les enjeux de la transparence des algorithmes²⁶⁴, *“La transparence consisterait donc à une meilleure information et à une explication compréhensible et accessible à tous de la manière dont fonctionne l'algorithme.”*. La chercheuse Enka Blanchard²⁶⁵ a questionné l'utilisation du vote électronique pour répondre au défi de transparence des administrations publiques. Selon elle, *“nous n'avons pas encore bénéficié d'un débat public suffisant sur les responsabilités de ces outils et des personnes qui décident de leurs utilisations.”*. Le logiciel libre possède ses caractéristiques grâce à son accessibilité; *“Elle [vérifiabilité des votes] requiert cependant que le protocole de vote soit bien défini et publiquement accessible, tout comme le code informatique correspondant.”*²⁶⁶. La vérification permet à l'usager d'un service numérique d'en attester l'état de fonctionnement et ses potentielles anomalies; *“si l'électeur ne sait pas quelles opérations le serveur effectue en gérant son vote, il n'a aucune manière de vérifier qu'il les effectue correctement.”*²⁶⁷. La transparence technique est d'une importance capitale dans ce domaine. Garantir aux citoyens un service numérique de confiance et basé sur la transparence nécessite un plan technique *“avoir un code source public rentre de plus en plus dans les pratiques des grandes entreprises informatiques car c'est avant tout une garantie de sécurité et de fiabilité.”*

²⁶¹ Les algorithmes publics : enjeux et obligations | guides.etalab.gouv.fr. (s. d.). https://guides.etalab.gouv.fr/algorithmes/guide/#_3-le-cadre-juridique-applicable

²⁶² Ibid

²⁶³ Ibid

²⁶⁴ Conférence sur la transparence des algorithmes : quels enjeux ? (2018, 9 novembre). Université d'Angers. Consulté le 6 juillet 2023, à l'adresse <https://blog.univ-angers.fr/master2dpp/files/2018/12/Article-algorithmes.pdf>

²⁶⁵ Marzolf, E. (2022, 28 janvier). Enka Blanchard : “Exigeons la transparence des technologies publiques”. Enka Blanchard : “Exigeons la transparence des technologies publiques” | Tribunes | Acteurs Publics. <https://acteurspublics.fr/articles/enka-blanchard-exigeons-la-transparence-des-technologies-publiques>

²⁶⁶ Ibid

²⁶⁷ Ibid



5. Durabilité et responsabilité environnementale

(a) Réduction de la consommation énergétique

L’empreinte environnementale numérique est colossale. Elle représenterait 2,5% de l’empreinte carbone nationale d’après une étude réalisée par l’Arcep et l’Ademe début 2022²⁶⁸. Le troisième volet de l’étude alerte sur une échéance alarmante : *“A horizon 2050, si rien n’est fait, l’empreinte carbone du numérique pourrait tripler par rapport à 2020”*²⁶⁹. Un des leviers pour favoriser la sobriété numérique est de promouvoir l’écoconception. Cette dernière peut contribuer à l’amélioration de l’efficacité énergétique dans divers domaines ; les terminaux, les équipements (infrastructures de réseaux et de centres de données), ou encore dans le cadre du déploiement des réseaux et services numériques.

Les logiciels libres et open source constituent des outils particulièrement pertinents dans ce cadre. Il existe pourtant encore peu d’études comparant la consommation de logiciels libres et propriétaires, notamment car 98% des logiciels propriétaires intègrent des éléments libres²⁷⁰. Olivier Philippot avait soulevé l’impact environnemental du numérique en faisant un focus sur le mail ; *“Supprimer ses mails c’est inutile, travailler sur des solutions d’email sobre c’est obligatoire.”*²⁷¹.

Nous avons donc entrepris de réaliser une étude comparative sur l’utilisation de la batterie et des données sur un téléphone à partir de deux applications mail, une propriétaire et une libre. Nous avons réalisé les tests sur deux versions différentes v.07.4 et v.07.8²⁷². Les résultats s’avèrent positifs puisque dans la majorité des métriques utilisées, l’application Tmail se montre moins énergivore que l’application installée au départ sur le smartphone Samsung.

Dans sa version v.07.4 Tmail est plus performant au niveau de l’utilisation de la batterie sur le rafraîchissement et le changement de boîte au lettre. Elle reste en revanche légèrement plus énergivore dans le cas d’envoi d’email, l’ouverture et le transfert de dossier. De même pour l’usage des données, car elle ne se montre plus performante uniquement dans le cas de l’ouverture de mail.

S’agissant de la version v.07.8, elle est quasiment aussi voire plus efficiente en matière énergétique quant à l’usage de la batterie et des données. Elle se montre en effet plus performante sur le rafraîchissement manuel, l’envoi d’email, l’utilisation de thunderbird pour envoyer des mails ainsi que leur notification, le transfert de mail dans les données ou encore l’ouverture. La seule donnée où Tmail se montre supérieure en matière d’utilisation des données c’est lors du changement de boîte au lettre, dans le reste des cas elle fait aussi bien voire mieux.

Les logiciels libres se positionnent comme une alternative écologiquement viable grâce à une conception valorisant l’amélioration du code source selon les besoins utilisateurs et l’efficience logicielle. Ce n’est pas le seul exemple soulignant les avantages de coder en open source. Une autre étude a comparé le nombre de lignes de code dans un projet open source et dans un projet propriétaire. Réalisée en 2018, l’objectif initial était de consolider la Software Intelligence des composants Open Source. Il est selon eux, *“communément accepté que les bases de codes Open Source sont généralement plus petites, car beaucoup de ces projets ne*

²⁶⁸ Environnement. (2022, 19 janvier). Arcep. Consulté le 28 juin 2023, à l’adresse <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/détail/n/environnement-190122.html>

²⁶⁹ Environnement. (2023, 6 mars). Arcep. Consulté le 28 juin 2023, à l’adresse <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/détail/n/environnement-060323.html>

²⁷⁰ The 10th Annual Open Source Jobs Report. (2022b). Dans *The Linux Foundation*.

²⁷¹ Philippot, O. (2023). Supprimer ses mails c’est inutile, travailler sur des solutions d’email sobre c’est obligatoire. Greenspector. <https://greenspector.com/fr/supprimer-ses-mails-cest-inutile-travailler-sur-des-solutions-demail-sobre-cest-obligatoire/>

²⁷² Les différents graphiques sont consultables en annexe 9



Figure 17 : Diagramme comparatif des logiciels Open Source et propriétaires à partir de critères de performances , Crédits : CAST Software

Selon Arnaud Pinier, chargé de mission Délégation Numérique, beaucoup de concepteurs du libre sont empreints de la “philosophie du mix” selon laquelle un *“un logiciel doit faire une seule chose mais bien la faire”*²⁷⁵. Ce sont une multitude de petits modules élaborés pour être les plus efficaces dans leur tâche, permettant d’installer des versions de Linux sur des vieux ordinateurs tout en assurant une fonctionnalité satisfaisante. Les logiciels libres participent à leur façon à la réduction du renouvellement des matériels, à l’augmentation du cycle de vie des matériels et donc participent à la réduction des déchets et environnementale du numérique. De même que l’auditabilité de son code source permet de mesurer son empreinte carbone plus facilement. Ainsi, les logiciels libres offrent de nombreuses possibilités en matière d’économie énergétique.

(b) Réutilisation, réparation et lutte contre l’obsolescence programmée

La consommation énergétique n’est pas le seul aspect où les logiciels libres peuvent apporter des réponses concrètes. D’après le scénario tendanciel évoqué plus haut²⁷⁶, le numérique va connaître un accroissement exponentiel de son empreinte carbone dans les années à venir. Cette explosion est principalement liée à l’empreinte générée par les terminaux, représentant environ 80% à horizon 2030²⁷⁷. De plus, d’après une étude menée en 2019 par le Baromètre du Numérique on constate une tendance toujours plus importante des Français à posséder leurs propres équipements avec une augmentation de près de 12% entre 2016 et 2019 concernant les smartphones. Selon l’Arcep *“C’est dans l’achat de ces équipements et l’allongement de leur durée de vie que réside l’enjeu de sobriété”* car c’est *“Cette croissance de l’utilisation d’équipements et les nouvelles connexions qui y sont associées vont donc être à l’origine de l’augmentation de l’impact environnemental.”*

Le libre peut répondre à ces nouveaux enjeux environnementaux. Les systèmes libres proposent des alternatives très allégées, notamment grâce à un système de réemploi iso-fonctionnel de très anciens matériels comme le montre l’exemple de la distribution Bodhi Linux fonctionnant avec moins de 1Go de RAM et 10 Gb de disque²⁷⁸. Ainsi, l’installation de cette distribution, même sur du matériel très ancien peut faire gagner un temps considérable sur l’obsolescence programmée du matériel. Jean Louis Cissé a soulevé cet aspect à travers une proposition de stratégie conjointe “d’obsolescence programmée” entre contributeurs et fournisseurs d’Open Source car *“sur un vieux Core 2 Duo, Windows ne passe plus, et ça fonctionne très*

²⁷⁵ Le documentaire libre « Responsables du numérique » . (s. d.-b). Entreprise. <https://entreprises.nouvelle-aquitaine.fr/actualites/le-documentaire-libre-responsables-du-numerique>

²⁷⁶ Environnement. (2023, 6 mars). Arcep. Consulté le 28 juin 2023, à l’adresse <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communicues/detail/n/environnement-060323.html>

²⁷⁷ Ibid

²⁷⁸ Pierre-Yves Gibello. (2023). Apports du logiciel libre à la durabilité des équipements (smartphones, ordinateurs, objets connectés, périphériques) : une synthèse. Dans OW2.



*bien sous Linux.*²⁷⁹. La ville d'Echirolles, motrice en matière d'adoption et de stratégie de promotion du logiciel libre a fait le même constat. L'installation sous Linux a fait gagner au moins un an de vie à l'ensemble du matériel informatique²⁸⁰. La réutilisation des équipements via le recours aux logiciels libres n'est pas le seul exemple. Les logiciels libres permettent également aux utilisateurs de désactiver certaines fonctionnalités gourmandes en énergies, souvent verrouillées sur les systèmes propriétaires. Sur le même modèle que la distribution Linux, les smartphones Fairphone ont réussi à compiler un Android C et à le porter sur un modèle de 2015.²⁸¹ La nature Open Source d'Android a permis à un fabricant d'accroître la durabilité de son matériel. C'est un élément important à prendre en compte car on a notamment des exemples de la marque Apple qui ralentissait volontairement d'anciens iOS afin de vendre de nouveaux équipements²⁸². L'installation d'un système libre peut répondre au besoin de prolonger la vie d'un équipement, en particulier lorsqu'il s'agit de pratique abusive.

Les recommandations issues d'une étude sur l'empreinte environnementale du numérique mondial réalisée par Green IT de Frédéric Bordage mettent en évidence les atouts du logiciel libre pour des raisons similaires. Il serait en effet possible d'allonger la durée de vie de certains matériels via l'ouverture de leur API²⁸³ ; *“Aujourd'hui, ces interfaces de communication sont fermées, un peu comme une télévision qui serait bloquée sur une seule chaîne. En incitant (ou obligeant) les fabricants d'objets connectés à ouvrir leurs APIs, on garantit que l'objet peut être utilisé même si le fournisseur de données / contenu disparaît : il suffit de changer de chaîne ! On allonge ainsi mécaniquement la durée de vie de ces objets, ce qui permet d'amortir sur une plus longue durée d'utilisation les impacts liés à leur fabrication.”*²⁸⁴. Ce gain ne serait pas négligeable car leur impact est colossal. On chiffre le nombre d'équipements à environ 15 milliards d'objets connectés et informatique embarquée, avec des prévisions de multiplication par 48 entre 2010 et 2025²⁸⁵. L'ouverture des API peut donc être une solution supplémentaire pour lutter contre l'obsolescence programmée des objets connectés. Lorsque les API sont ouvertes, il devient possible pour un développeur tiers de coder une application alternative à partir de la version existante et donc de prolonger la durée de vie de l'objet. Dans le cas inverse des API fermées, il devient impossible de prolonger cette durée de vie de l'objet au-delà de l'application fournie par le fabricant, si elle est abandonnée l'objet devient obsolète, inutilisable. De cette manière les propriétaires de tout ou partie de logiciels, entraînent, volontairement ou non, des renouvellements prématurés des matériels et logiciels. L'analogie serait celle de l'automobile, si le capot d'une voiture n'est pas accessible, il n'est pas possible de l'ouvrir ou de le réparer. Il y a alors obligation de suivre les évolutions du marché. En revanche, si le capot s'ouvre, il est possible de connaître l'origine du problème, de la réparer et ainsi garder la même voiture pendant de longues années²⁸⁶. La mairie d'Echirolles ayant fait le même constat concernant la réparation de ses terminaux.

²⁷⁹ Entretien réalisé dans le cadre de la synthèse de Pierre-Yves Gibello. (2023). Apports du logiciel libre à la durabilité des équipements (smartphones, ordinateurs, objets connectés, périphériques) : une synthèse. Dans *OW2*.

²⁸⁰ Entretien réalisé avec Nicolas Vivant le 26/06/2023

²⁸¹ Agnes. (2022). Redefining longevity : Android 9 now available for Fairphone 2. *Fairphone*. <https://www.fairphone.com/en/2021/03/25/android9-fairphone2/>

²⁸² L'Express. (2023, 18 juillet). iPhone ralentis par Apple. *L'Express*. https://www.lexpress.fr/economie/high-tech/apple-ralentit-les-iphone-aux-batteries-vieillissantes_1972358.html

²⁸³ Application Programming Interface. C'est un programme permettant à deux applications distinctes de communiquer entre elles et d'échanger des données.

²⁸⁴ Frederic Bordage. (2019). Etude- Empreinte environnementale du numérique mondial. Dans Green IT.

²⁸⁵ *Ibid*

²⁸⁶ AcclimaTerra, Courboulay V. (coord). Numérique et environnement – Cahier N° 2. Éditions AcclimaTerra, 2021, 52 p.



(c) Contribution à des solutions durables

Il faut valoriser les logiciels libres et Open Source comme un levier d'impact pour un numérique plus responsable et durable. Les principes sous-tendant les logiciels libres contribuent à la démarche globale de durabilité et de sobriété numérique ; dans les quatre principes du logiciel libre on retrouve la diffusion, le partage et la modification du code²⁸⁷. L'usage des standards, les formats interopérables ou encore la simplification du partage, la réutilisation de logiciels ou de données contribuent à cette efficacité²⁸⁸. L'écosystème Open Source fournit des outils permettant notamment de faciliter la démarche de transition vers plus de sobriété numérique. Il est maintenant possible de mesurer l'empreinte environnementale de son système, mieux concevoir ou développer ses logiciels, en optimiser ses fonctionnalités ou encore mieux gérer ses ressources numériques²⁸⁹. Ainsi, dans le cas où un développeur souhaite créer une application à partir de code ouvert, il n'aura pas besoin de créer l'ensemble des lignes de codes dont il a besoin puisqu'il pourra s'appuyer sur une bibliothèque déjà existante, plus ou moins importante. La bibliothèque Open Source PowerAPI constitue un bon exemple²⁹⁰.

Le gouvernement a également décidé de se saisir de la question en adoptant un plan d'action sur les logiciels libres et communs numériques en 2021²⁹¹. Il a notamment créé à cette occasion, via la plateforme Etalab²⁹², un pôle d'expertise logiciels libres. Elle regroupe notamment des conseils sur l'utilisation des licences, les conditions juridiques ou encore les codes sources déjà ouverts. Cette initiative de mutualisation des informations via une plateforme permet à tous de pouvoir bénéficier d'un accompagnement pour migrer vers des solutions plus durables et ouvertes.

Lors de la mission d'information "Bâtir et promouvoir une souveraineté numérique nationale et européenne" en 2021²⁹³, les logiciels libres ont été évoqués pour accroître la participation entre les Etats pour des solutions plus sobres. Le reversement d'un code élaboré dans des services développant en Open Source offre un accès ouvert privilégié pour sa réutilisation. Ainsi, cela peut accroître le partage des solutions entre les Etats et les collectivités locales, processus autrement compliqué au niveau juridique dès lors que le code est fermé. En outre, des économies d'échelle peuvent être réalisées. L'accessibilité et la composabilité des technologies Open Source réduisent les coûts d'accès à ce type de technologie favorisant ainsi l'économie circulaire s'appuyant sur le recyclage des composants logiciels et du matériel. Il faut "*changer de "braquet" et de modèle pour basculer vers un sobriété des usages numériques.*" car il n'est "*plus acceptable d'augmenter volontairement notre empreinte numérique pour doper l'économie, car c'est finalement la raison principale de la croissance effrénée des impacts du numérique*" selon Frédéric Bordage²⁹⁴. Il faut développer une "low tech numérique" utilisant des technologies robustes, simples. Les logiciels libres peuvent s'inscrire dans cette perspective de durabilité environnementale ; "*un objet low tech doit être reproductible grâce à l'Open Source et aux Fab Lab.*"²⁹⁵. Le lien entre réflexion économique et environnementale a été soulevé par Arnaud Pinier,

²⁸⁷ L'Open Source, qu'est-ce que c'est ? (2019, 24 octobre). Red Hat. Consulté le 21 juin 2023, à l'adresse <https://www.redhat.com/fr/topics/open-source/what-is-open-source>

²⁸⁸ Manifeste pour l'écosystème de la cybersécurité. (2020). Dans ANSSI.

²⁸⁹ Ibid

²⁹⁰ Powerapi-Ng. (s. d.). GitHub - powerapi-ng/Powerapi : PowerAPI is a Python framework for building software-defined power meters. GitHub. <https://github.com/powerapi-ng/powerapi>

²⁹¹ Plan d'action Logiciels libres et communs numériques. (2021, 10 novembre). numerique.gouv.fr. <https://www.numerique.gouv.fr/publications/plan-action-logiciels-libres-communs-numeriques/>

²⁹² Les algorithmes publics : enjeux et obligations | guides.etalab.gouv.fr. (s. d.). https://guides.etalab.gouv.fr/algorithmes/guide/#_3-le-cadre-juridique-applicable

²⁹³ Assemblée nationale. (s. d.). Rapport d'information n°4299 - Tome 1 - 15e législature - Assemblée nationale. https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rappports/souvnum/115b4299-t1_rapport-information#

²⁹⁴ Frederic Bordage. (2019). Etude- Empreinte environnementale du numérique mondial. Dans Green IT.

²⁹⁵ Fontana, D. (2023). Low tech vs high tech : quelle différence ? Trattino. <https://trattino.fr/2020/02/06/low-tech-vs-high-tech-quelle-difference/>



le « lien entre les logiciels libres et numérique responsable tient à l'efficacité économique des modèles libres. Comme ce qui a été produit une fois peut être rediffusé à tous, ça permet de mutualiser des développements. [...] Nécessité d'une allocation très fine des différentes ressources, des déplacements, de la logistique, et donc pouvoir permettre à tout acteur de disposer des logiciels à l'état de l'art, c'est effectivement un point essentiel pour atteindre cette efficacité énergétique. »²⁹⁶. L'économie et l'environnement sont deux leviers complémentaires pour bâtir un modèle durable respectueux de l'environnement et économiquement viable.

L'accélération de la transformation numérique s'est accompagnée de l'intensification des exigences liées à l'accélération de la production de code et la simplification de son développement pour le rendre plus accessible. Ces avancées ont contribué à la détérioration de la qualité avec des langages plus gourmands en ressources. C'est pourtant dans le code que l'optimisation de l'utilisation des équipements est réalisée, à la fois à travers le stockage de données, les traitements ou le flux de réseaux²⁹⁷. La maîtrise des données est parfois oubliée pour agir dans plus de sobriété numérique car on sous-estime l'empreinte causée par son stockage au sein d'infrastructures gourmandes en énergie²⁹⁸. Selon The Shift Project²⁹⁹, un recours et une contribution aux projets Open Source éviterait la multiplication inutile des coûts environnementaux issus de la fabrication de logiciels. La containerisation, les solutions de virtualisation et d'automatisation peuvent être poussées par les utilisateurs au travers de l'Open Source car les logiciels libres donnent les moyens techniques concrets aux personnes souhaitant aller vers plus de sobriété ; « Développé par des utilisateurs, s'ils sont assez nombreux pour faire fonctionner la machine alors les autres ne peuvent pas l'arrêter », d'après Jonathan Le Lous, directeur technique ESN chez Capgemini³⁰⁰.

Pour terminer, l'Association pour la Promotion et la Recherche en Informatique Libre (APRIL) a en outre corrélié le besoin de durabilité avec l'indépendance offerte par les logiciels libres ; « Le logiciel libre, par les libertés qu'il confère, est vecteur d'une informatique plus durable. C'est en garantissant la maîtrise de leurs équipements aux utilisateurs et utilisatrices, en leur donnant les moyens d'être indépendants face aux choix commerciaux des fabricants et des éditeurs de logiciels (privateurs) que l'on pourra pleinement adresser l'objectif de durabilité des équipements informatiques. Que ces personnes exercent par elles même cette liberté, ou fassent appel à des professionnel(le)s. »³⁰¹. Les logiciels libres peuvent répondre aux enjeux contemporains liés à la réutilisation, la réparation ou encore l'obsolescence programmée de certains matériels grâce à un système ouvert et libre d'accès.

²⁹⁶ Le documentaire libre « Responsables du numérique » . (s. d.-b). Entreprise. <https://entreprises.nouvelle-aquitaine.fr/actualites/le-documentaire-libre-responsables-du-numerique>

²⁹⁷ Déployer la sobriété numérique. (2020). Dans *The Shift Project*.

²⁹⁸ Annick. (2022, 14 mars). Consommation d'un data center : tout ce qu'il faut savoir pour limiter les dépenses. *LEBIGDATA.FR*. <https://www.lebigdata.fr/consommation-data-center-tout-savoir> - Tableau en annexe 8 des parts de consommation des data centers

²⁹⁹ *Ibid*

³⁰⁰ Capitole du Libre. (2023, 20 février). *Logiciel libre et environnement : green washing ou réalité ?* [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-JPBxAy6AiE>

³⁰¹ Pierre-Yves Gibello. (2023). Apports du logiciel libre à la durabilité des équipements (smartphones, ordinateurs, objets connectés, périphériques) : une synthèse. Dans *OW2*.



FACTEURS LIMITANTS ET

PISTES D'ACCÉLÉRATION POSSIBLES

1. Les risques et fragilités du marché actuel Open Source
2. Parangonnage géopolitique mondial
3. Menaces
4. Pistes d'accélération et plan d'action pour favoriser l'essor d'une véritable filière logiciel libre





V. Facteurs limitants et pistes d'accélération possibles

1. Les risques et fragilités du marché actuel Open Source

(a) Le défi de la User eXperience

La qualité et la praticabilité du système ont été considérées comme des éléments différentiels s'agissant de l'adoption des systèmes d'information. Des études ont constaté que la qualité du système a un impact substantiel sur l'évaluation des questions liées au recours aux technologies de l'information et de la communication³⁰². De même concernant l'adoption des logiciels libres, il a été mis en avant que la qualité du système influence l'intention comportementale des utilisateurs de recourir à ce type de technologies. On entend ici par "qualité du système", la qualité souhaitée d'un système d'information. Elle est majoritairement déterminée par des facteurs d'interopérabilité, de sécurité et de facilité d'utilisation du système³⁰³. Concernant les effets de la facilité d'utilisation sur les systèmes, il a été décidé démontré que la facilité d'utilisation est l'un des facteurs les plus importants influençant l'acceptabilité par l'utilisateur et la longévité des logiciels libres³⁰⁴. Cependant, il ne semble pas y avoir eu un intérêt prononcé pour ces questions d'utilisabilité malgré l'attrait pour les logiciels libres. Des études plus récentes se sont penchées sur le sujet et ont montré que la facilité d'utilisation est un des acteurs majeurs impactant l'acceptabilité par l'utilisateur et la longévité des logiciels libres³⁰⁵.

Les logiciels libres ont souvent été pointés du doigt pour leur manque d'adaptation à l'utilisateur. Il est parfois décrit comme trop technique et peu intelligible des utilisateurs comme le souligne, Alain Goudey, directeur général adjoint en charge du numérique à Neoma Business School "Un point qu'il ne faut pas rater dans tout ce que j'ai entendu c'est d'éviter le côté des geeks qui parlent aux geeks et qui font que des trucs de geeks. La question c'est comment on embarque, ce que vous questionnez sur l'aval, comment on embarque en s'intéressant aux uses cases en s'intéressant aux utilisateurs. Une des grandes forces d'Open AI a été de rendre le truc très conversationnel. Une des grandes forces quand on regarde toutes les démos Microsoft c'est de rendre tout cela conversationnel et finalement l'une des grandes forces de ce type d'outil c'est de donner de la puissance informatique en langage naturel si on pousse le truc jusqu'au bout. Peut être qu'il

³⁰² Victor Rea Sánchez. (2020). Open Source Adoption Factors—A Systematic Literature Review. *IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2993248>

³⁰³ A. Alwadi, A. Nahhas, S. Bosse, N. Jamous and K. Turowski, "Toward a Performance Requirements Model for the Early Design Phase of IT Systems," *2018 Sixth International Conference on Enterprise Systems (ES)*, Limassol, Cyprus, 2018, pp. 9-16, doi: 10.1109/ES.2018.00009.

³⁰⁴ K. A. Dawood, K. Y. Sharif, A. A. Zaidan, A. A. Abd Ghani, H. B. Zulzalil and B. B. Zaidan, "Mapping and Analysis of Open Source Software (OSS) Usability for Sustainable OSS Product," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 65913-65933, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2914368.

³⁰⁵ Silva, D. G., Coutinho, C., & Costa, C. J. (2023). Factors influencing free and open-source software adoption in developing countries—an empirical study. *Journal of open innovation*, 9(1), 100002. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.01.002>



faut qu'on creuse vraiment cette dimension aval, business model, uses cases, utilisateur, facilitateur d'accès, etc."³⁰⁶

Ce n'est pas le seul à avoir questionné l'aspect utilisateur. Vincent Courbalay a appuyé les arguments avancés par Alain Gaudey au travers d'un entretien *"Les éléments clés pour construire une Infratech souveraine sont la durabilité, la confiance, la sécurité, la transparence et l'interopérabilité afin de déclencher un intérêt utilisateur. Il faut se focaliser sur un "user centric" et non un "technology centric" car c'est avant tout au besoin utilisateur qu'il faut apporter une réponse.*"³⁰⁷. L'ex conseiller de Mark Zuckerberg, Roger McNamee avait pointé les limites de l'open source en soulignant un des aspects majeurs empêchant une adoption massive, des solutions ayant pour point commun de n'être ni faciles ni agréables à utiliser. La maniabilité et l'ergonomie, avaient été, selon lui, les grandes oubliées lors de la création de ces technologies ouvertes ; *"Hélas, et c'était chose grave, le web et les produits open source avaient un point commun: ils n'étaient ni faciles ni agréables à utiliser. Les bénévoles de la communauté open source ne poursuivaient qu'un objectif: construire le web ouvert. Ils concentraient leurs efforts sur la performance et la fonctionnalité, pas sur la maniabilité ou l'ergonomie. [...] Les outils Open Source n'appartenaient à personne, et il n'y avait donc aucune incitation financière à les rendre attrayants aux yeux des consommateurs. Ils étaient conçus par des ingénieurs pour des ingénieurs, ce qui pouvait se révéler frustrant pour les profanes.*"³⁰⁸.

Parfois la compréhension du mode de fonctionnement et les singularités du logiciel libre peuvent freiner certains utilisateurs à s'y convertir. Les interfaces sont l'avenir de l'Open Source selon Jean Noël Olivier, *"L'avenir de l'OSS se trouve sur les interfaces car c'est facile à partager et on peut avoir davantage les moyens de le gérer.*"³⁰⁹. Finalement, si les logiciels libres veulent évoluer au même rythme que la technologie, *"Il faudrait intégrer davantage les interfaces et faire en sorte qu'elles soient les plus simples possibles au niveau UX.*"³¹⁰.

Les usagers ont besoin d'être accompagnés dans le changement car ils ne sont pas suffisamment familiarisés à certaines technologies. Ils se tournent davantage vers des solutions faciles, clé en main, et les logiciels libres nécessitent parfois une adaptation plus longue et énergivore. L'accompagnement des usagers peut être une solution pour encourager une adoption plus massive et lever certaines craintes. Cette philosophie a été notamment adoptée par la mairie d'Echirolles pour la mise en place de sa stratégie numérique, comme le souligne son directeur *"On rencontre néanmoins dans certains domaines des réticences à l'égard des logiciels libres de la part des usagers et nous ne visons pas les 100% de migration. L'objectif est de migrer vers des logiciels libres partout où il est possible en prenant le temps, via une stratégie bien établie, de former et d'outiller correctement les services de la ville. L'approche voulue dans la stratégie était de lever un certain nombre de freins et de minimiser la résistance au changement"*.

Un des aspects mis de côté concernant la contrainte utilisateur est liée aux coûts de la migration vers les nouveaux outils. A l'instar des coûts cachés sur lesquels nous reviendrons ultérieurement, il y a des coûts relatifs aux changements à opérer dans l'entreprise. La manière de travailler au sein de l'entreprise ou de

³⁰⁶ Intervention lors de la première réunion de lancement de l'initiative de la communauté OpenLLM France

³⁰⁷ Entretien réalisé avec Vincent Courbalay le 16/11/2022.

³⁰⁸ Noisette, T. (2019, 31 décembre). Comment les géants de la tech ont tourné à leur avantage l'open source. *ZDNet France*. <https://www.zdnet.fr/blogs/l-esprit-libre/comment-les-geants-de-la-tech-ont-tourne-a-leur-avantage-l-open-source-39896585.htm>

³⁰⁹ Entretien réalisé avec Jean Noël Olivier en novembre 2022.

³¹⁰ Entretien réalisé avec Guillaume Champeau en janvier 2023



l'administration peut être amenée à évoluer, entraînant potentiellement des pertes de productivité temporaires de la part des salariés devant s'approprier les nouveaux services³¹¹.

(b) Les coûts cachés/ indirects associés

Les logiciels libres sont connus pour leur fiabilité, néanmoins cette dernière peut représenter un coût important. Le concept de *“free as in puppy”* fait référence à la notion de liberté, et plus précisément de gratuité souvent associée au mouvement libre. Elle met l'accent sur les responsabilités accompagnant l'adoption de logiciels libres car il nécessite un accompagnement et une attention particulière, au même titre qu'un animal de compagnie. On pourrait ainsi parler davantage du coût total de possession³¹².

Lors d'une faille, si aucun développeur ne parvient à la résoudre au sein d'une entité, l'entreprise va devoir faire appel à un contrat de maintenance. Une faille non résolue peut entraîner des conséquences importantes, notamment en matière de sécurité des composants logiciels.

Les logiciels libres offrent des services similaires aux logiciels propriétaires et se montrent particulièrement performants. En revanche, l'accompagnement en matière d'assistance peut s'avérer plus complexe car il n'y a pas d'entreprise *“fondatrice”* du logiciel, comme c'est le cas pour les logiciels propriétaires. Il peut être alors compliqué de trouver les professionnels compétents pour obtenir un soutien en cas de défaillance.

La maintenance peut, de surcroît, être un facteur aggravant concernant les coûts cachés liés au recours de logiciels libres et Open Source. Ils nécessitent au même titre que les logiciels propriétaires, des correctifs, des mises à jour et des corrections de bogues. Il revient alors aux différents acteurs de s'adapter à des modifications de besoins et d'infrastructures selon leur environnement propre. Ces coûts ne sont pas négligeables car ils sont parfois onéreux au moment de se tourner vers des entreprises tierces³¹³.

La conception d'outils spécifiques n'est pas dans les compétences de tous les développeurs surtout lorsqu'ils n'ont pas été acteurs de l'élaboration code d'infrastructure supportant l'application. Ainsi, dans le cas d'une faille dans le code source, de litige dans le cadre de reversement de code ou encore de l'ajout de fonctionnalités, les entreprises devront faire appel à une aide extérieure pour répondre à leur demande³¹⁴.

Si les logiciels libres sont mis en place sans stratégie définie au préalable, ils peuvent s'avérer coûteux en termes de mise en place, de temps et de main d'œuvre.

Il faut être conscient que les logiciels libres entraînent des coûts, tout comme les autres types de logiciels ; *“Les coûts cachés dans les logiciels libres (conception, formation, assistance, etc) existent aussi pour les logiciels propriétaires”*³¹⁵. Il ne faut pas se lancer dans les logiciels libres en pensant que leur utilisation n'entraînera pas de coûts mais plutôt, évaluer, avant de les adopter, leur coût de mise en place. La transparence envers les utilisateurs pourrait contribuer à une adoption plus large. Ainsi il faudra examiner les différents domaines dans lesquels les coûts indirects des logiciels se glissent; frais d'installation, personnalisation, importation de données, mise en œuvre, interfaces avec d'autres systèmes, entre autres. Un

³¹¹ Cotton, B. (2017, 13 février). *Free as in Puppy : The hidden costs of free software*. Opensource.com. <https://opensource.com/article/17/2/hidden-costs-free-software>

³¹² *Ibid*

³¹³ Carolan, S. (2022, 7 janvier). The high cost of “free” - Sean Carolan - medium. *Medium*. <https://scarolan.medium.com/the-high-cost-of-free-19322d59409d>

³¹⁴ Echos, L. (2011, 24 janvier). *Les coûts cachés du logiciel libre*. lesechos.fr. http://archives.lesechos.fr/archives/cercle/2011/01/24/cercle_32983.htm#

³¹⁵ Entretien réalisé avec Nicolas Vivant le 26/06/2023



rapport IDC commandé par IBM³¹⁶ avait cherché à chiffrer ces coûts cachés liés à l’utilisation de ces logiciels dans des environnements de production. En plus des coûts listés ci-dessus, le rapport a mis en évidence les coûts liés au contrôle de version afin de vérifier si les nouvelles mises à jour ne sont pas incompatibles avec les versions des logiciels existants. Le temps de contribution et notamment de reversement de code au sein des communautés n’est pas à négliger car il mobilise des développeurs sur un temps conséquent pas consacré aux activités de l’entreprise. L’offre d’assistance fournie par IBM permettait d’obtenir des avantages conséquents en matière de “productivité du personnel informatique” à hauteur de 1,6 millions de dollars par an quand l’atténuation des risques, la productivité de l’entreprise et la réduction des coûts de l’infrastructure informatique atteignaient 200 000 dollars chacune³¹⁷. Finalement, les économies générées annuellement par les entreprises seraient en moyenne d’environ 2,08 millions de dollars par organisation.

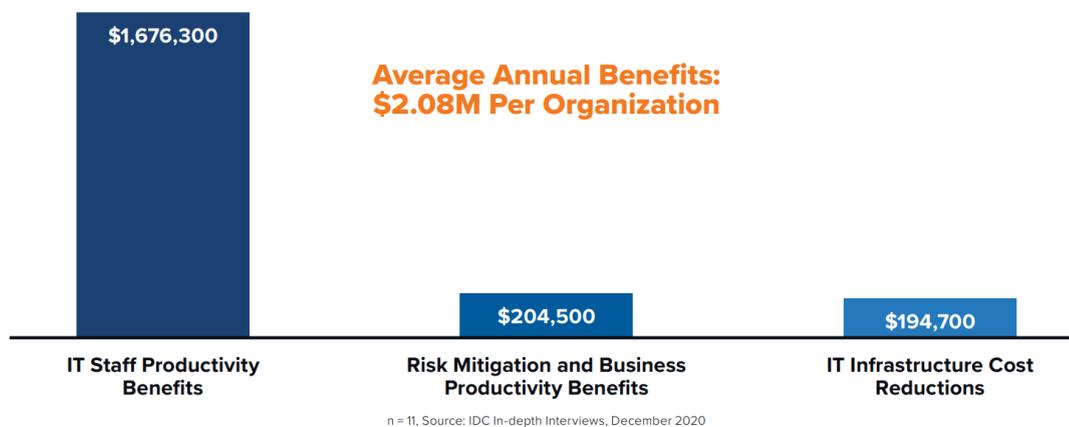


Figure 18: Avantages financiers annuels moyens par organisation avec le recours à l’Open Source, *Crédits : IDC*

(c) Les RH : l’enjeu des compétences au coeur du problème

Depuis une dizaine d’années, les demandes en matière de recrutement d’informaticiens et de formations en Open Source émanant des d’entreprises et administrations n’a cessé de croître. C’est même devenu une des priorités des recruteurs. Une étude parue en 2016, “2016 Open Source Jobs Report”, souligne ces divers besoins dans les résultats de ses enquêtes. Parmi les chiffres clés, on apprend que 65% des responsables du recrutement déclarent que l’embauche de spécialistes de l’Open Source va augmenter plus que n’importe quelle autre partie de leur activité dans les six prochains mois, tandis que 79% ont déjà augmenté le montant de leurs propositions³¹⁸. Ces chiffres restent relativement d’actualité en 2023. La crise ne semble pas toucher le secteur du libre, dont la demande de talents reste forte. Dans le rapport “Tech Talent 2023” de la Fondation Linux, 56% des répondants ont l’intention d’embaucher en 2023³¹⁹.

Cependant, malgré les opportunités d’embauche dans le secteur de l’Open Source, les entreprises rencontrent des difficultés importantes à embaucher des talents compétents, environ 87% d’entre elles rencontreraient ce

³¹⁶ Al Gillen, & Matthew Marden. (2021). The Business Value of IBM Open Source Support. Dans *IDC Business Value White Paper*.

³¹⁷ The Business Value of IBM Open Source Support. (2021). Dans *IDC*.

³¹⁸ Noisette, T. (2016, 23 mai). Les compétences open source très demandées chez les recruteurs. *ZDNet France*. <https://www.zdnet.fr/blogs/l-esprit-libre/les-competences-open-source-tres-demandees-chez-les-recruteurs-39837238.htm>

³¹⁹ 2023 State of Tech Talent Report. (2023). Dans *The Linux Foundation*.



type de problématique³²⁰. En effet, les développeurs en technologie ouverte ne sont pas nombreux et sont très recherchés par les entreprises, seulement 19% d'entre eux n'ont pas été appelés par un recruteurs en 2018³²¹.

Le coût de recrutement, sa complexité et la demande en hausse des talents, contribuent, en partie, au ralentissement de l'expansion de l'Open Source. Un des risques de son adoption est de s'y convertir sans avoir pensé ou mis en place des infrastructures spécifiques. La mise en oeuvre de solution Open Source nécessite une gestion de projet appropriée pour s'assurer que les délais sont respectés et les objectifs atteints. De même, lorsqu'un organisme souhaite faire migrer l'ensemble de son parc informatique, la pénurie de professionnels peut engendrer des difficultés dans la recherche et l'embauche de personnels capables de personnaliser et d'intégrer ces solutions de manière efficace. Ayant pour conséquence principale de faire échouer la transition vers le libre. Ce besoin en amont de professionnels qualifiés participe à la faible propagation des technologies ouvertes au sein des entreprises et des administrations car dans le cas où ces derniers n'arrivent pas à embaucher les profils adéquats, aucun changement ne peut être amorcé.

Des formations sont mises en place par certaines entreprises³²² afin de favoriser l'acquisition de nouvelles compétences, mais toutes ne disposent pas des ressources financières nécessaires. De même que des formations internes seront nécessaires une fois la transition vers les technologies ouvertes effectuées pour former le personnel à utiliser les nouveaux outils informatiques. La montée des cyberattaques constitue également un autre défi car le personnel doit se montrer compétent concernant les réglementations à mettre en place et maintenir un degré élevé de sécurité lors de l'utilisation de l'Open Source.

Ainsi, malgré une attractivité certaine, et des opportunités nombreuses, le secteur de l'Open Source ne parvient pas à contenter l'ensemble des acteurs en recherche de professionnels. Des écoles spécialisées³²³ ont vu le jour, permettant de répondre à ces demandes accrues de la part des entreprises et des organisations publiques.

(d) Absence de normalisation et standardisation

Le logiciel libre, malgré ses atouts indéniables en matière d'interopérabilité, ne permet pas de contenter l'ensemble des utilisateurs car l'offre est particulièrement fragmentée. De nature décentralisée, la plupart des projets libres entraînent des efforts importants en matière de normalisations. Différentes versions ou implémentations d'un même logiciel peuvent être disponibles rendant complexe l'établissement d'un consensus sur les normes ou standards à adopter.

S'appuyant sur le besoin utilisateur, les logiciels libres peuvent tout de même se montrer complexes sur le plan technique, rendant leur intégration dans des normes ouvertes ou standards existants particulièrement difficiles. Une harmonisation des fonctionnalités et spécifications est parfois nécessaire afin d'obtenir une interopérabilité efficace.

Le processus de normalisation et de standardisation peut être long et complexe car il fait intervenir l'ensemble des développeurs ayant participé à un projet et les licences associés. Ces dernières ne disposent pas des mêmes droits d'utilisation et tendent à complexifier les exigences juridiques. Ainsi, la participation à ce processus peut demander une expertise spécifique, fournie par une entreprise tierce, occasionnant des coûts supplémentaires dans le cas où cette dernière arrive à fournir une solution, ce qui n'est pas toujours le

³²⁰ 2018 Open Source Jobs Report (2018) . Dans *The Linux Foundation*.

³²¹ Grandmontagne, Y. (2018, août 13). *Open source : 9 entreprises sur 10 ont des difficultés à recruter des talents - IT SOCIAL*. IT SOCIAL.

<https://itsocial.fr/enjeux-it/enjeux-production/developpements/open-source-9-entreprises-10-ont-difficultes-a-recruter-talents/>

³²² 2023 State of Tech Talent Report. (2023). Dans *The Linux Foundation*.

³²³ OSS. (2016, août 2). *Ecole Informatique Open Source et logiciel libre*. <http://www.opensourceschool.fr/>



cas. Les organismes qui décident de se lancer dans les logiciels ouverts doivent donc disposer de connaissances approfondies sur les protocoles et procédures afin d'éviter le plus possible ces cas de figure :

- Aucune solution mail libre grand public n'est accessible directement en ligne de solution mail libre grand public
- Des problèmes de standardisations subsistent car aucune offre complète ne permet de répondre aux offres logicielles propriétaires actuelles

Pour leur configuration, il est nécessaire d'avoir des ingénieurs aptes à assembler les solutions au sein de l'environnement de l'entreprise. Majoritairement destinées à des équipes informatiques, peu d'utilisateurs dans leur usage privés utilisent des produits libres notamment lié au manque d'interface ou de solutions disponibles.

2. Parangonnage géopolitique mondial

(a) Etats Unis, une préoccupation majoritairement sécuritaire

L'arrivée de Lina Khan à la tête de la Federal Trade Commission (FTC) et de son homologue Tim Wu au Conseil économique national sur les questions de politique *antitrust* intervient³²⁴ alors qu'un rapport en octobre 2020 avait été publié par la sous commission *antitrust* de la Chambre des représentants portant sur l'abus de position dominante des entreprises Amazon, Apple, Facebook et Google³²⁵. Les Etats Unis semblent enfin prendre conscience de l'influence qu'ont ces Big Tech au sein de l'écosystème numérique. Le dirigeant de l'enquête, David N. Cicilline avait même repris un des discours de John Sherman, à l'origine de la loi contre la formation des monopoles en 1890 aux Etats Unis pour exprimer son inquiétude lors de la présentation de son rapport devant la Chambre du Congrès en 2020. Il accusait alors les Big Tech de leur *“capacité à dicter leurs conditions, à décider du jeu, à mettre à bas des secteurs entiers et à inspirer la peur, [ce qui] équivaut au pouvoir d'un gouvernement privé. Nos Pères Fondateurs ne sont pas agenouillés devant un Roi, nous ne nous mettrons pas à genoux devant les Empereurs de l'économie immatérielle”*³²⁶. Ainsi, en alternative aux Big Tech américaines, se posent les technologies libres et open source.

Majoritairement abordé sous l'angle de la cybersécurité, l'Open Source est un enjeu important pour les agences fédérales. Dès 2003, le Département de la Défense (DoD) a exprimé le caractère indispensable des technologies Open Source au sein de son service : *“Les logiciels libres jouent un rôle plus critique dans le DoD que ce qui a été généralement reconnu. [Par exemple], l'interdiction des logiciels libres supprimerait certains types de composants d'infrastructure [...] qui aident actuellement à soutenir la sécurité des réseaux. [Par conséquent,] l'interdiction des logiciels libres auraient des impacts immédiats, larges et fortement négatifs sur la capacité de nombreux groupes sensibles et axés sur la sécurité du DoD à se défendre contre les cyberattaques.”*³²⁷. On doit la généralisation de l'utilisation de l'Open Source au sein des administrations à un mémorandum encourageant l'usage au sein du gouvernement fédéral de solutions OS³²⁸. Deux raisons principales expliquent ce choix: le contrôle des coûts de développement et la protection accrue des données.

³²⁴ Piquard, A. (2021, 11 mars). Etats-Unis : la promotion de deux figures de la lutte antitrust fait polémique. *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/03/11/etats-unis-la-promotion-de-deux-figures-de-la-lutte-antitrust-fait-polemique_6072728_3234.html

³²⁵ Investigation of Competition in Digital Markets. (2020). Dans *Subcommittee Commercial and Administrative Law of the Committee on the Judiciary*. <https://int.nyt.com/data/documenttools/house-antitrust-report-on-big-tech/b2ec22cf340e1af1/full.pdf>

³²⁶ Les Gafa sont-ils au seuil du démantèlement ? (2020, 8 octobre). *France Culture*. <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/le-journal-de-l-eco/les-gafa-sont-ils-au-seuil-du-demantelement-6641538>

³²⁷ Mathilde Velliet, « Souveraineté numérique : politiques européennes, dilemmes américains », Notes de l'Ifri, Ifri, janvier 2023.

³²⁸ *Ibid*



Un document publié en 2022 détaille la pertinence de l'usage de technologies Open Source par la puissance publique. Permettant un examen continu, elle assure la fiabilité et la sécurité des logiciels. De plus, il sait s'adapter plus rapidement aux besoins et changements grâce à son code source accessible. Il réduit également les risques de dépendance, entraîne des économies de coûts financiers importants et se montre parfaitement conforme au prototypage et à l'expérimentation.

Cependant, les nombreux avantages que revêtent cette technologie n'effacent pas l'ensemble des risques liés à l'ouverture de son code source. L'OS pose un vrai défi pour la sécurité nationale américaine. En effet, un code généré en externe par un pays ennemi peut entraîner un point d'entrée potentiel pour les adversaires et lui laisser la main pour introduire du code malveillant, un virus, ou encore dérober des données critiques. Des mesures strictes doivent donc accompagner l'adoption des technologies Open Source. Tout d'abord, un examen rigoureux et régulier du code source doit être pratiqué. Un memorandum du Chief Information Officer (CIO)³²⁹ vient alors détailler un ensemble de requêtes afin de protéger et d'encadrer le recours à l'Open Source. Une maintenance sur le long terme est indispensable afin de maintenir des communautés importantes sur le support logiciel. L'identification des dépendances et des sources de confiance doit être menée de manière précise pour ne pas entraîner des failles sécuritaires. La sécurité et l'intégrité des composants repose également sur la communauté de développeurs devant s'assurer de l'origine et la fiabilité du code source. Enfin, il convient d'avoir une attention particulière à l'égard de l'ingérence des gouvernements étrangers et de leurs potentielles influences. La faille Log4 Shell a accru l'approche géopolitique de l'Open Source³³⁰. Une série d'initiatives ont été prises à la fois par le gouvernement mais également à travers des réunions avec les Géants du numériques et des acteurs de l'Open Source faisant naître une sorte de partenariat public privé avec des objectifs précis. Il s'agit de la nécessité de sécuriser la production des logiciels Open Source, l'amélioration du processus de détection et la correction des vulnérabilités, ainsi que le raccourcissement du délai de réponse pour la distribution et la mise en œuvre de correctifs³³¹. La crainte de l'ingérence étrangère est omniprésente, notamment dans une dimension de désinformation du public. Les risques liés à l'utilisation de l'Open Source sont à la fois cyber et sociaux, nécessitant un panel diversifié et complet de politiques de protection à mettre en place.

Des études ont été menées soulevant la "géopoliticisation" de l'OS³³². Des composants Open Source auraient été mis de côté car ils auraient été développés par des personnes d'origines russes ou chinoises, remettant en cause leur indice sécuritaire : *"Nous avons entendu des anecdotes d'un employé de la défense selon lesquelles le serveur Web NGINX, un logiciel populaire pour stocker et diffuser les pages Web a été banni de certains réseaux gouvernementaux parce que l'un des développeurs associés au projet est russe."*³³³. L'investissement des russes et des chinois au sein de l'écosystème Open Source est indéniable. Il entraîne une inquiétude certaine de la part de pays tels que les Etats Unis voyant en eux une menace pour de potentielles divulgations d'informations, de données critiques ou de vol d'innovations clés. Des travaux législatifs ont d'ailleurs été menés afin de limiter les risques de vulnérabilités dans les chaînes d'approvisionnement de l'Open Source à travers la publication de directives et une proposition de loi pour "sécuriser les logiciels Open Source"³³⁴.

³²⁹ Department of Defense. (2022, 24 janvier). *Memorandum Software Development and Open Source Software*. <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/Library/SoftwareDev-OpenSource.pdf>

³³⁰ J. Lausson, « Log4j : la Maison-Blanche réunit le gratin de la tech pour discuter de la sécurité de l'open source », Numérama, 13 janvier 2022, disponible sur : www.numerama.com.

³³¹ « The Open Source Software Security Mobilization Plan », op. cit., p. 5.

³³² Alice Pannier, « Sources d'influence. Enjeux économiques et géopolitiques des logiciels open source », Études de l'Ifri, Ifri, décembre 2022.

³³³ « Hybrid AI to Protect Integrity of Open Source Code (SocialCyber) », DARPA-PA-20-02-07, DARPA, non daté, p. 2, disponible sur : <https://imlive.s3.amazonaws.com>.

³³⁴ T. Stark, « Senators Introduce a Bill to Protect Open-Source Software », Washington Post, 22 septembre 2022.



(b) La Chine, recours massif au libre mais émancipation dans son utilisation

La rivalité entre la Chine et les Etats-Unis s'est fortement accentuée sur le plan numérique. Avec ses BAT(H)X, Baidu, Alibaba, Tencent, (Huawei) et Xiaomi, la Chine se place en concurrente majeure des GAFAM. Seulement, la Chine compte aussi sur l'Open Source pour peser dans l'écosystème numérique mondial. Sa part de contribution a considérablement augmenté avec une présence au sein de la communauté GitHub avoisinant les 10% et une explosion des contributions à la Fondation Linux de 2012 à 2018 de plus de 400%³³⁵.

Les BATX comptent d'ailleurs parmi les 20 contributeurs les plus importants au dépôt GitHub avec des projets influents comme OpenResty utilisé par Lyft, Target ou encore Cloudflare³³⁶. La Chine a même fondé ses propres plateformes dont Gitee comptant aujourd'hui plus de 8 millions d'utilisateurs³³⁷. Ce sont environ 87,4% des entreprises chinoises qui auraient recours à l'utilisation de l'Open Source pour une multiplicité de raisons: développement des programmes, accroissement de la visibilité des projets et encouragement de leur adoption, ainsi que pour la visibilité et le recrutement de nouveaux talents³³⁸. Il y a également un intérêt géopolitique non négligeable pour la Chine dans cet investissement pour l'Open Source car elle y voit un moyen de s'autonomiser de la puissance des Big Tech américaines. Les champs investis sont particulièrement larges; semi-conducteurs, systèmes d'exploitation, cloud ou encore intelligence artificielle³³⁹.

Les entreprises chinoises ne sont pas les seules à s'être saisi de l'enjeu géopolitique de l'Open Source car le gouvernement chinois s'est également positionné en fervent défenseur de l'innovation, Kevin Xu a d'ailleurs émis en 2020 cette dernière comme une condition : *“La Chine devrait adopter le mode de fonctionnement de l'Open Source, comme une gouvernance transparente, des discussions ouvertes avec les parties prenantes et les développeurs, et des procédures équitables pour l'élaboration des règles.”*³⁴⁰.

Cependant, le gouvernement chinois ne s'inscrit pas dans la trajectoire mondiale de coopération et de participation aux communautés internationales. Le pays accroît son implication en adoptant une vision nationaliste de l'Open Source avec un contrôle fort sur les communautés Open Source, allant ainsi à l'encontre des principes d'ouverture et de partage définissant le mouvement³⁴¹.

Ils cherchent ainsi via le recours à l'Open Source à contourner les restrictions internationales et à s'émanciper de toute dépendance éventuelle. Un parallèle d'initiative vient alors soutenir cet investissement massif de l'Open Source avec des partenariats dans la recherche ou encore de joint-ventures³⁴². Une véritable communauté Open Source nationale se construit en parallèle du mouvement international. Le gouvernement profite de cette communauté pour imposer l'utilisation de “logiciels locaux”. Les réseaux de contribution comme Gitee sont privilégiés car ils ne subissent pas les restrictions liées aux sanctions américaines³⁴³. Cette

³³⁵ R. Arcesati et C. Meinhardt, « China Bets on Open-Source Technologies to Boost Domestic Innovation », MERICS, 19 mai 2021, disponible sur : <https://merics.org>

³³⁶ B. Cameron Gain, « China's Open Source Activity Surged in 2020 », op. cit. Les contributions à GitHub sont comptabilisées comme le nombre total de fourches, de commits, d'étoiles, de pull requests, de commentaires sur les problèmes et d'autres mesures.

³³⁷ Z. Yang, « How Censoring China's Open-Source Coders Might Backfire », MIT Technology Review, 30 mai 2022.

³³⁸ *Ibid* R. Arcesati et C. Meinhardt

³³⁹ Alice Pannier, « Sources d'influence. Enjeux économiques et géopolitiques des logiciels open source », Études de l'Ifri, Ifri, décembre 2022.

³⁴⁰ K. Xu, « Open Source in China: The Players », Interconnected, 7 mai 2020, disponible sur : <https://interconnected.blog> ; GitHub, « Users », non daté, disponible sur : <https://github.com>

³⁴¹ *Ibid* Alice Pannier

³⁴² K. M. Sutter, « China's Recent Trade Measures and Countermeasures: Issues for Congress », Congressional Research Service, Rapport R46915, 10 décembre 2021, p. 42.

³⁴³ *Ibid* Z. Yang



compétition entre la Chine et les Etats-Unis a accru le recours à l'Open Source, mais c'est un Open Source de type national qui est privilégié. Le gouvernement chinois exerçant un contrôle national accru sur ce dernier. Un "14e plan quinquennal chinois 2021-2025"³⁴⁴ place au centre des préoccupations stratégiques nationales l'Open Source.

Une dichotomie s'est installée entre la contribution à l'Open Source et le contrôle national exercé sur les développeurs. Certains codes Gitee ont fait l'objet de censure par le gouvernement car ils contiendraient des codes de nature politique, enfreignant ainsi les lois chinoises. Cela va même jusqu'à un verrouillage des codes sur la plateforme sans même en avertir les développeurs. Elle exige même depuis peu une révision manuelle des codes avant publication ou encore l'impossibilité de télécharger les fichiers de codes sans compte utilisateur³⁴⁵.

Il faut cependant être conscient que les démarches nationalistes de la Chine ont des limites. Leur technologie Open Source n'est aujourd'hui pas suffisante pour rivaliser avec les Etats Unis. De plus, la restriction de l'accès au code source peut nuire à la qualité des logiciels mais également freiner l'accès au marché international³⁴⁶. De plus, en créant une communauté ouverte uniquement à l'échelle nationale exerçant un contrôle accru sur la publication du code, leur positionnement va à l'encontre du principe des communautés Open Source, qui se veulent ouvertes et collaboratives.

(c) Russie, isolationniste, et mise au ban avec la guerre en Ukraine

Les révélations d'Edward Snowden et l'affaire Five Eyes autour de la surveillance massive ont incité les autorités russes à revoir leur politique stratégique et sécuritaire dans le domaine numérique. Ils en ont fait la clé de voûte de leur stratégie de souveraineté numérique notamment en se soustrayant de leur dépendance étasunienne par l'achèvement de leur autosuffisance technologique. L'objectif étant de développer une autonomie dans la gouvernance et le traitement des données produites en Russie. Ainsi Marie-Gabrielle Bertran, dans son article *La place des logiciels libres et open source dans les nouvelles politiques du numérique en Russie*, souligne le tournant digital de ces technologies au sein de l'Etat russe³⁴⁷. Initiée en 2010 via une première stratégie industrielle du numérique par Dmitrij Medvedev, la mise en place du décret n°229-R lance officiellement le plan de transition en 25 points vers l'emploi des logiciels libres et open source à destination du parc informatique des institutions fédérales afin d'encourager la création et la commercialisation de logiciels en Russie³⁴⁸.

Ce choix, n'est pas anodin. En effet, les logiciels libres offrent de nombreux avantages, encourageant ainsi leur utilisation par le gouvernement russe : le code des systèmes d'exploitation et des applications logicielles est libre d'accès sur internet, permettant ainsi de réutiliser le code³⁴⁹. L'atout est considérable pour réduire le temps et les coûts de recherche et développement (R&D), de conception et de production pour les entreprises: "Concrètement, le recours aux logiciels libres et open source leur permettrait donc de limiter

³⁴⁴ Y. Long et al., « Development Experience of International Open Source » ; « Outline of the People's Republic of China 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and LongRange Objectives for 2035 », CSET, 13 mai 2021, disponible sur : <https://cset.georgetown.edu>.

³⁴⁵ *Ibid* Z. Yang

³⁴⁶ *Ibid* R. Arcesati et C. Meinhardt

³⁴⁷ Marie-Gabrielle Bertran. (2020). La place des logiciels libres et *open source* dans les nouvelles politiques du numérique en Russie. *Hérodote*, 177-178, 235-252. <https://doi.org/10.3917/her.177.0235>

³⁴⁸ Ministère du Développement numérique, des Réseaux et des Communications de masse de la Fédération de Russie (2010), «Plan de transition des organes fédéraux des autorités de l'exécutif et des institutions du budget fédéral vers l'utilisation de logiciels libres de sécurité pour la période 2011-2015». <http://minsvyaz.ru/uploaded/files/2299p.pdf>

³⁴⁹ *Ibid* Marie-Gabrielle Bertran.



*considérablement leurs risques en termes d'investissements, sachant que les financements placés dans des projets non encore éprouvés peuvent s'avérer fatals pour les PME et les start-up, si les logiciels produits ne trouvent pas leur public.*³⁵⁰. Le développement de l'industrie du numérique peut donc évoluer rapidement et ainsi concrétiser l'objectif d'une production logicielle russe de qualité.

Les entreprises ont donc massivement contribué à l'indépendance, notamment au sein des instances publiques, vis-à-vis de l'utilisation de logiciels étrangers dont les prix ont parallèlement explosé. Ainsi, la distribution Linux est l'une des distributions les plus utilisées en Russie à l'heure actuelle. L'adoption de cette législation en 2011 a donc constitué un virage majeur en matière d'orientation de la politique étrangère. Cela a eu pour conséquence l'abandon progressif de l'ensemble des distributions logicielles étrangères, majoritairement américaines, utilisées jusqu'alors au sein des administrations publiques. Le gouvernement se montre d'ailleurs ferme concernant ses volontés : *“l'achat de produits à des entreprises étrangères [dès] lors qu'il existe[ait] des solutions équivalentes développées par des sociétés russes”*³⁵¹. On peut y voir ici une conséquence directe entre les politiques adoptées par le gouvernement sur les logiciels libres et l'autonomisation des outils utilisés en Russie. On cherche à avoir exclusivement recours à l'emploi de logiciels conçus en Russie, en illustre d'ailleurs la législation adoptée en 2015 sur “les technologies et la protection de l'information” imposant la création d'un registre de logiciels domestiques³⁵². Ainsi, le gouvernement a, par cette loi, interdit l'emploi de logiciels étrangers dès lors qu'une alternative nationale existe. Une exception existe s'agissant des logiciels open source étrangers, seulement ils cherchent tout de même à privilégier des logiciels dits “locaux”. Derrière cette initiative libre, on devine l'enjeu d'autosuffisance et d'autonomisation du pays en matière numérique. La Russie s'est intéressée aux technologies open source car elle y a vu une opportunité de gagner son indépendance vis-à-vis des monopoles américains et chinois, largement dominants sur le plan mondial.

Une autre motivation importante du gouvernement russe concerne la potentielle fuite de données. Les révélations évoquées plus haut ont également motivé le changement de stratégie au sein de l'Etat russe. Ces derniers ont en effet *“rapidement considéré la possibilité qu'il existât des liens et des collaborations de circonstance entre les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) et les organes gouvernementaux et de renseignement des États Unis”*³⁵³. Les vecteurs de vulnérabilités, les potentielles attaques informatiques et informationnelles sur le territoire rendaient le gouvernement russe totalement impuissant face à une fuite potentielle de données critiques et leur exploitation par un gouvernement étranger. C'est peut être ce qui a davantage motivé le développement de leur technologie “domestique”. Ainsi, le gouvernement a justifié de cette manière les multiples mesures protectionnistes et de contrôle au sein du pays par la protection et le respect du droit et des libertés des internautes sur le sol russe. On peut finalement résumer cette stratégie en 3 phases³⁵⁴ :

1. L'autonomisation numérique impulsée par Medvedev dès 2010 avec le recours au libre et à l'open source
2. L'émancipation technique via des outils dits “domestiques”
3. Considérations sécuritaires ont entraîné un moyen d'autonomisation et d'émancipation stratégique via le recours massif à l'Open Source et au Libre.

³⁵⁰ *Ibid* Marie-Gabrielle Bertran.

³⁵¹ *Ibid* Décret fédéral n° 2299-r

³⁵² Douma d'État (2015), loi fédérale n° 764677-6. <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102374921>

³⁵³ *Ibid* Marie-Gabrielle Bertran.

³⁵⁴ *Ibid* Marie-Gabrielle Bertran.



STRATÉGIE EN MATIÈRE DE LOGICIELS LIBRES ET OPEN SOURCE EN RUSSIE

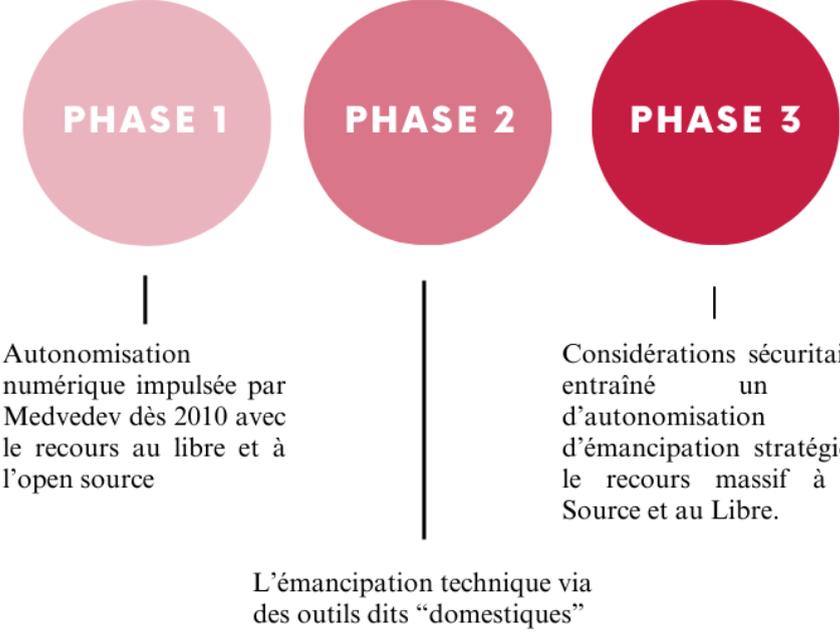


Figure 19 : Infographie représentative de la stratégie russe en matière de logiciels libres et Open Source, Crédits : LINAGORA

Les logiciels libres, grâce à leur code source ouvert, permettent en effet aux utilisateurs de jouir de garantie en matière de sécurité plus importantes car une communauté permet d'assurer une relecture et une validation capable de détecter d'éventuelles failles ou scripts malveillants. De plus, le fonctionnement du processus informatique est entièrement connu puisqu'il est accessible. Les utilisateurs n'ont de fait pas à se préoccuper de l'exécution, à leur insu, de fonctions en arrière-plan par ces programmes privés. La Russie a donc décidé de prolonger cette stratégie de production de logiciels libres et open source étatiques. Elle laisse cependant planer un potentiel détournement des valeurs défendues par les mouvements open source via le contrôle numérique exercé par les entités au pouvoir. Le gouvernement a renforcé la création d'alternatives locales open source et libres, mais l'instrumentalisation du principe du code source ne permettrait pas seulement d'atteindre un objectif de souveraineté numérique. Il favoriserait en outre les intérêts de certaines entreprises privées pour bénéficier de contrats publics. Igor Ashmanov est à l'origine du concept de souveraineté numérique en Russie³⁵⁵. Principal détenteur du groupe InfoWatch, il a contribué à la mise en place de la nouvelle doctrine sur la sécurité informationnelle grâce à sa proximité avec la présidence en 2016. Elle [ndlr InfoWatch] possédait alors jusqu'en 2015 environ 50% des marchés publics dits DLP (Data Leak(age) Protection), s'inscrivant comme un des acteurs privés ayant bénéficié de la nécessité de sécuriser les infrastructures informatiques publiques³⁵⁶. Les acteurs privés se sont saisis des problématiques et inquiétudes

³⁵⁵ Présentation du 14 juillet 2015 au iForum: «Souveraineté de l'information – la nouvelle réalité», <http://files.runet-id.com/2015/tersm/tersm15-3--ashmanov.pdf>

³⁵⁶ Ibid Marie-Gabrielle Bertran.



sécuritaires publiques pour étendre leur influence et ainsi faire corréler les besoins des autorités publiques avec les leurs.

Dans ce sens, la mise en place de l'Open Source et du logiciel libre en Russie semble s'éloigner des principes fondamentaux de libertés et d'ouverture, de mouvement politique contestataire et de domination de la sphère privée. Finalement, la liberté des utilisateurs est remise en cause au même titre que les GAFAM. Les acteurs agissant au sein de l'écosystème open source et libre sur le territoire russe semble privilégier leurs intérêts au détriment du mouvement militant et politique qui guidait historiquement le changement de stratégie numérique russe. Finalement, une privatisation s'est installée avec une prise de position massive des entreprises privées via le développement de logiciels libres et open source "domestiques". On peut notamment citer l'exemple du logiciel libre ASTRA Linux employé par les forces armées russes ; *"Si le noyau Linux et les fonctions primaires du système d'exploitation sont accessibles en ligne, téléchargeables et modifiables par n'importe quel utilisateur, la version de la distribution qui est employée par les forces armées correspond, elle, à une version fermée appelée "Edition spéciale". L'entreprise RusBITech-ASTRA peut ainsi bénéficier de la commercialisation de cette version aux forces armées russes, qui ne respecte pas les exigences du Libre"*³⁵⁷. Les logiques économiques et commerciales ont largement remplacé les ambitions politiques et militantes ayant encouragé le basculement de la stratégie numérique en Russie. Finalement, le dynamisme généré par l'adoption massive des logiciels libres et open source a laissé place à une faible efficacité en matière de sécurité utilisateur en dépit des principes fondateurs des mouvements. La Russie a ainsi détourné la fonction première de "logiciels libres" pour en contrôler entièrement le fonctionnement au détriment de la protection des utilisateurs, qui était une des principales préoccupations à l'origine.

(d) L'Europe est entrée dans la course aux technologies numériques mais progresse lentement

L'adoption de l'Open Source sur le marché européen progresse. La France et l'Allemagne sont les deux moteurs principaux pour l'avancée des politiques en faveur de l'adoption de l'OS. L'Italie, l'Espagne ou encore la Finlande ont aussi adopté massivement ces technologies.

La France est leader dans le marché de l'Open Source en Europe. Elle a d'ailleurs présenté un plan d'action en novembre 2021 sur les logiciels libres et les communs numériques incluant, entre autres, le partage du code et le renforcement de l'attractivité de l'Etat. En Allemagne, l'industrie et le public ont massivement investi dans l'Open Source en parallèle d'une augmentation des offres commerciales. Le gouvernement a lancé de nombreuses initiatives Open Source afin de satisfaire les demandes de l'administration. Des projets de financement ont aussi été lancés mais l'informatique reste encore dominée par les logiciels fermés. En ce qui concerne l'Italie, deux tiers des entreprises utilisent l'Open Source et c'est encore plus largement répandu dans l'administration publique. Un acteur gouvernemental en est chargé, l'AGID (Agence pour l'Italie Numérique), et Developers Italia agit depuis 2017 en soutien de la communauté dédiée au développement des logiciels Open Source. L'Espagne reste encore en retrait car même si de nombreux exemples d'adoption par les autorités locales, régionales et nationales existent, l'OS reste peu utilisée par les entreprises. La Finlande, au contraire, reste un pays de premier plan pour l'Open Source, elle privilégie l'utilisation du libre au sein de ses administrations publiques avec un gouvernement particulièrement investi à travers l'adoption de nouvelles interfaces.

³⁵⁷ *Ibid* Marie-Gabrielle Bertran.



S'agissant du rôle de l'Europe, elle dispose d'un rôle pionnier dans le développement de l'OS. Elle s'est investie depuis les débuts notamment à travers la mise dans le domaine public du protocole du Web, développé par Tim Berners Lee en 1993, par l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN)³⁵⁸ mais également par le projet Linux, fondé par le finlandais Linus Torvald³⁵⁹. Elle a ainsi permis une diversité géographique des contributeurs. Ces derniers représentent environ 1/3 des communautés Open Sources mondiales soit environ 26,8% pour GitHub avec des contributions stables, restant néanmoins inférieures à celles des chinois ou des américains³⁶⁰. Cependant, malgré un investissement massif dans le domaine, certaines réticences à l'adoption de l'Open Source sont apparues face aux communautés nord-américaines à cause de la pénétration de l'industrie numérique. Les européens ne sont pas en faveur de l'hybridation et les défenseurs du libre n'ont pas apprécié le rachat de GitHub par Microsoft en 2018 pour le montant faramineux de 7,5 milliards de dollars³⁶¹.

Pour autant, les européens voient dans les logiciels libres et open source un outil de souveraineté, en construisant une stratégie portant en son cœur des standards ouverts. C'est la volonté profonde des acteurs européens de s'émanciper de partenaires étrangers comme la Chine ou les Etats Unis. Le recours aux technologies ouvertes est avant tout politique, notamment après l'utilisation d'applications de traçage et la récolte de données pendant l'épidémie de Covid-19. Cette stratégie est difficile à mener dans un écosystème Open Source dominé par les acteurs américains. Le positionnement européen doit alors jongler pour trouver son équilibre. L'adoption massive de l'Open Source dans les administrations s'ajoute au développement de solutions. L'idée est de répondre aux besoins accrus d'indépendance dans certains domaines critiques comme l'intelligence artificielle, l'IoT ou encore l'analyse de données. Le domaine peut s'appuyer les organismes de recherches et des acteurs privés afin de mener des projets en partenariat comme Scikit-learn avec l'INRIA et BLOOM.

Le EU Next Generation Internet³⁶² est un moyen de financement important car il se montre plus adapté que le programme Horizon³⁶³, pas vraiment compatible avec le numérique et le système open source. Le gouvernement allemand a également lancé son propre financement via le Sovereign Tech Fund³⁶⁴. Les pays de l'Union européenne sont particulièrement investis dans la promotion de l'Open Source au sein de leurs pays, et ils font même figure d'exemple s'agissant de l'ouverture des données publiques (Panier, 2022)³⁶⁵. Pourtant, leur pensée stratégique reste largement inférieure à celle adoptée aux Etats Unis par exemple. Cependant, l'action de la France lors de la présidence du Conseil de l'Union Européenne suite à la faille Log4 Shell a relancé l'ambition politique vers le libre. Un rapport a notamment été publié en 2022 pour aboutir sur une politique commune à propos des communs numériques³⁶⁶. L'accent a été porté sur l'identification des technologies émergentes afin de poursuivre leur développement. Il a été souligné que les

³⁵⁸ Les 20 ans d'un Web libre et gratuit. (s. d.). CERN. <https://home.web.cern.ch/fr/news/news/birth-web/twenty-years-free-open-web>

³⁵⁹ Il y a 30 ans, l'aventure Linux commençait. (s. d.). LeMondeInformatique. <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-il-y-a-30-ans-l-aventure-linux-commençait-83928.html>

³⁶⁰ C. Meinhardt, « Open Source of Trouble: China's Efforts to Decouple From Foreign IT Technologies », MERICS, 18 mai 2020, disponible sur : <https://merics.org>.

³⁶¹ Rolland, S. (s. d.). *Pourquoi le rachat de GitHub par Microsoft pour 7,5 milliards de dollars choque Internet*. La Tribune. <https://www.latribune.fr/technos-medias/internet/pourquoi-le-rachat-de-github-par-microsoft-pour-7-5-milliards-de-dollars-choque-internet-780682.html>

³⁶² *Next Generation Internet Initiative*. (2021, 22 novembre). Shaping Europe's digital future. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/next-generation-internet-initiative>

³⁶³ *Présentation du programme Horizon Europe*. (s. d.). Horizon-europe.gouv.fr. <https://www.horizon-europe.gouv.fr/presentation-du-programme-horizon-europe-24104>

³⁶⁴ Sovereign Tech Fund Initiative. (s. d.-b). *Sovereign Tech Fund*. <https://sovereigntechfund.de/en/>

³⁶⁵ Alice Pannier, « Sources d'influence. Enjeux économiques et géopolitiques des logiciels open source », Études de l'Ifri, Ifri, décembre 2022.

³⁶⁶ *Towards a sovereign digital infrastructure of commons*. (2022). Dans *Digital Assembly*. https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/report_of_the_european_working_team_on_digital_commons_digital_assembly_june_2022_wnetherlands_cle843dbf.pdf



pays européens manquaient de coordination sur les diverses initiatives Open Source lancées, car principalement nationales. Des propositions ont été mises en avant dont la mise en place d'un guichet unique pour recueillir et centraliser l'information, des appels à projets multipays ou encore l'établissement d'une fondation européenne pour les communs numériques. Cependant, pour l'instant aucune initiative n'a vu le jour. Il faut néanmoins reconnaître que l'UE dispose d'une place importante au sein de l'écosystème du logiciel libre et Open Source, elle apporte une contribution non négligeable aux communautés. De plus, les instances gouvernementales ont fait part d'un intérêt accru pour ces technologies depuis quelques années, et l'ensemble des pays européens se sentent concernés par l'enjeu du numérique. La seule chose que l'on peut se demander c'est si l'Europe sera capable de s'unir à 27 pour mener une politique commune du libre et ainsi peser encore davantage au sein de la gouvernance numérique mondiale.

3. Menaces

(a) Un soutien inégal de l'administration publique et du secteur privé

Le choix de l'Open Source est loin de s'imposer comme une évidence pour les administrations publiques et les entreprises. Même si elles sont conscientes des bénéfices fournis par l'Open Source, elles restent sur la réserve quant à l'adoption ou la mise en place de stratégies dédiées. Plusieurs raisons sont évoquées pour justifier les réticences à l'égard de ces technologies ouvertes ; les coûts liés à la formation des fonctionnaires sur les nouveaux outils, le manque de productivité pendant la période d'adaptation ou encore la souscription à des prestataires externes pour effectuer les transitions techniques³⁶⁷. Cependant, s'agissant des administrations publiques, les obstacles liés à l'incompatibilité des solutions entre logiciels libres et propriétaires constituent un défi majeur. En effet, lorsque les administrations n'ont pas fait les mêmes choix, leur collaboration se complexifie car les systèmes informatiques de certaines entités sont interconnectés et interagissent avec des systèmes tiers.

La démarche du libre pose de nombreux défis techniques et pratiques, notamment car l'offre ne répond pas aux exigences actuelles sur le marché ; *“sans solution pérenne sur le libre, nous resterons sur le propriétaire. C'est le principe de réalité.”*³⁶⁸. Certaines administrations et entreprises ayant des besoins très spécifiques en matière logicielle peuvent être freinés dans leur démarche car ils ne seraient pas satisfaits des alternatives Open Source disponibles sur le marché.

Habitues à l'utilisation de logiciels propriétaires depuis de nombreuses années, certaines administrations ont créé des situations de dépendance technologique. Un changement de support entraînerait nécessairement une réévaluation des processus, une migration de données et la formation du personnel. Ces initiatives sont coûteuses en énergie et en ressources. En outre, la pénurie de personnel qualifié peut accroître le scepticisme de certaines organisations et administrations à se convertir au libre. Requirant un support technique fiable et une expertise spécifique, les intérêts commerciaux, les contrats existants avec certains fournisseurs ou des considérations d'autres types peuvent venir interférer avec la transition vers les technologies ouvertes.

Le logiciel libre est également moins connu et peut paraître moins stable que certaines solutions propriétaires établies et ancrées plus fortement dans l'écosystème numérique. Ainsi, certaines craintes peuvent émerger concernant d'éventuels problèmes techniques. Enfin, les entreprises propriétaires font également pression sur ces administrations afin d'y maintenir leur présence. Ils proposent des solutions clés en main ou des avantages considérables pour décourager les DSI de migrer vers le libre.

³⁶⁷ Sibaud, C. (2021b). Open source ; : Un choix qui doit s'imposer dans le secteur public comme dans le privé ; www.journaldunet.com.

<https://www.journaldunet.com/solutions/dsi/1506945-open-source-un-choix-qui-doit-s-imposer-dans-le-secteur-public-comme-dans-le-prive/>

³⁶⁸ Kerinec, M. (2021, 26 septembre). Pourquoi les administrations ont-elles tant de mal à passer au logiciel libre à grande échelle ? *Numerama*.

<https://www.numerama.com/tech/742425-pourquoi-les-administrations-ont-elle-tant-de-mal-a-passer-au-logiciel-libre-a-grande-echelle.html#:~:text=Par%20souci%20d'%C3%A9conomiser%20les.informatique%20vers%20le%20logiciel%20libre.&text=La%20faute%20%C3%A0%20un%20logiciel%20mal%20ficel%C3%A9>



Il faut cependant noter une différence entre le secteur public et le secteur privé en matière d'adoption du libre. La circulaire de 2012 adoptée sous la direction de Jean Marc Ayrault³⁶⁹, exigeait que chaque ministère considère l'utilisation de logiciels libres et ouverts lors de l'adoption de nouvelles technologies. En outre, elle soulignait la faisabilité d'alternatives ouvertes lors de la révision d'alternatives existantes au sein des administrations. Selon Nagle³⁷⁰, cette circulaire a eu un impact significatif sur la communauté française du logiciel libre. De même, en 2021, le plan d'action en faveur du logiciel libre³⁷¹ a entraîné la création de la plateforme interministérielle dédiée aux logiciels libres, le "Socle interministériel des logiciels libres"³⁷². Cependant, le soutien continu envers les logiciels libres est davantage concentré au sein des administrations publiques que dans le secteur privé et industriel, accusant un retard supplémentaire en termes de soutien³⁷³.

(b) Une réappropriation unilatérale des géants de la Tech

L'ingérence des géants du numérique dans l'écosystème open source et libre n'est pas nouveau. Les liens unissant ces deux univers sont d'ailleurs plus étroits que ce qu'il y paraît. Les logiciels sont aujourd'hui composés à 98% de composants open source, y compris les logiciels propriétaires créés par Google, Amazon ou Facebook. En atteste les contributions des logiciels propriétaires à des projets Open Source qui n'ont cessé d'augmenter depuis 2016³⁷⁴.

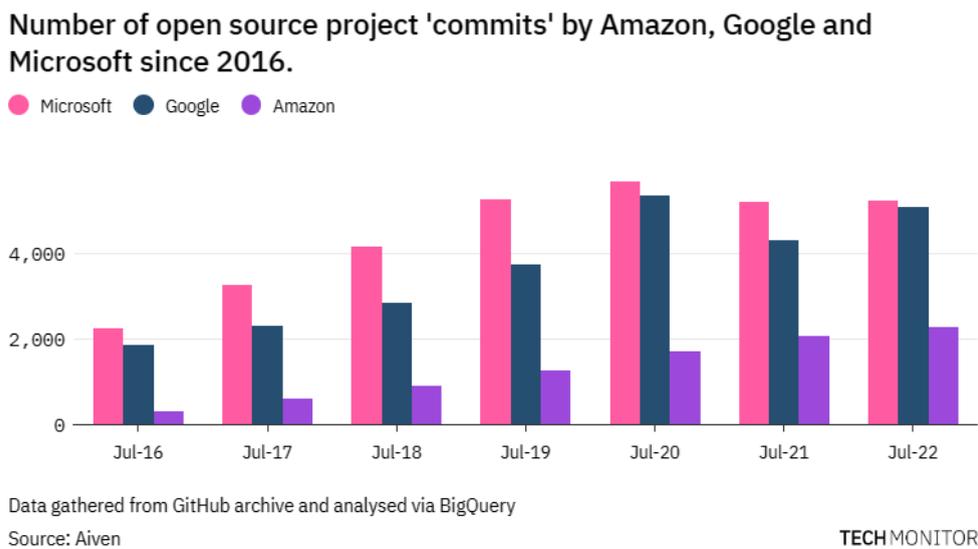


Figure 20: Graphique en barre représentant l'engagement croissant des grandes entreprises technologiques en faveur de l'open source. *Crédits : Aiven³⁷⁵*

³⁶⁹ Orientations pour l'usage des logiciels libres dans l'administration - LégiFrance. (s. d). <https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/35837>

³⁷⁰ Nagle, F. (2019). Politique technologique gouvernementale, valeur sociale et compétitivité nationale. Document de travail de l'unité stratégique de la Harvard Business School, (19- 103).

³⁷¹ Plan d'action Logiciels libres et communs numériques. (2021, 10 novembre). numerique.gouv.fr. <https://www.numerique.gouv.fr/publications/plan-action-logiciels-libres-communs-numeriques/#:~:text=Lanc%C3%A9%20par%20l'E2%80%99%C3%89tat%20en%20novembre%202021%2C%20e%20plan.%E2%80%99attractiv%C3%A9%20de%20l'E2%80%99%C3%89tat-employeur%20aupr%C3%A8s%20des%20talents%20du%20num%C3%A9rique.>

³⁷² Le socle interministériel de logiciels libres est un ensemble de logiciels libres préconisés par l'État français depuis 2013. etalab.gouv.fr

³⁷³ Blind, K., Böhm, M., Grzegorzewska, P., Katz, A., Muto, S., Pättsch, S & Schubert, T. (2021). L'impact des logiciels et matériels Open Source sur l'indépendance technologique, la compétitivité et l'innovation dans l'économie de l'UE. Rapport d'étude final. <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/79021>

³⁷⁴ Morrison, R. (2022, août 19). Google overtakes Microsoft on open source projects, Amazon lags behind. *Tech Monitor*. <https://techmonitor.ai/technology/software/google-open-source-projects-microsoft-amazon-github>

³⁷⁵ Morrison, R. (2022, août 19). Google overtakes Microsoft on open source projects, Amazon lags behind. *Tech Monitor*. <https://techmonitor.ai/technology/software/google-open-source-projects-microsoft-amazon-github>



Dans l'Index des Contributeurs à l'Open Source (OSCI)³⁷⁶, où les organisations commerciales sont classées en fonction du volume de leurs contributions Open Source de leurs employés sur GitHub, Google, Microsoft et Amazon apparaissent dans le top 5 des contributeurs depuis le début de l'année³⁷⁷. Ces contributions ne sont pas anodines car ces entreprises sont conscientes des bénéfices procurés par les technologies ouvertes.

RANK	ORGANIZATION	ACTIVE CONTRIBUTORS ?	TOTAL COMMUNITY ?
1	Google	4733 +297	8745 +468
2	Microsoft	3202 +282	6312 +487
3	Red Hat	2616 +162	3857 +161
4	Intel	1471 +122	3135 +202
5	Amazon	1294 +113	2725 +202
6	IBM	1073 +107	2314 +148
7	VMware	660 +51	1055 +47
8 ↗ 2	Oracle	619 +167	1154 +194
9 ↘ 1	SAP	600 +40	1032 +58
10 ↘ 1	GitHub	541 +43	1143 +69

Figure 21 : Classement des organisations en fonction du volume des contributions de leurs employés à des logiciels libres sur GitHub au 18/07/2023, Crédits : OSCI³⁷⁸

L'implication dans les projets open source est un aspect important pour la visibilité de l'entreprise. Si les employés contribuent de manière significative à l'écosystème, ils accroîtront leur influence au sein du secteur numérique et attireront ainsi un nombre plus important de talents. Plusieurs moyens leur permettent d'y parvenir, ils peuvent tenter de figurer parmi les contributeurs de projets de grande ampleur, le développement de module en intégralité ou en étant présent au sein des grandes communautés de codeurs. Cette expertise n'est pas négligeable pour des entreprises telles que Google, Amazon ou Facebook, car elles peuvent le mettre en avant comme gage de qualité auprès de futurs collaborateurs. De même, cela tend à accroître leur autonomie dans des projets open source et dans le développement car cette qualification leur permet de moins dépendre des communautés open source en cas de défaillance.

Ensuite, l'aspect technique est attrayant. L'open source est une référence en matière de conception des technologies de l'information. Les géants du numérique sont attirés par plusieurs atouts offerts par l'open source dont l'interopérabilité de ses solutions, sa sécurité et des coûts minimalistes. Cela leur permet notamment de se concentrer sur les aspects novateurs, amenant une plus-value sur les logiciels développés, comme le souligne l'ex conseiller de Mark Zuckerberg et capital-risqueur dans la tech, Roger Mc Namee ; *“Le premier grand changement au sein de la Silicon Valley est lié à l'économie des start-up. Les obstacles qui entravaient depuis longtemps les jeunes entreprises ont soudainement disparu. Les ingénieurs pouvaient*

³⁷⁶ OSCI – Open Source Contributor Index. (s. d.). <https://opensourceindex.io/>

³⁷⁷ Pris au 18/07/2023

³⁷⁸ OSCI – Open Source Contributor Index. (s. d.). <https://opensourceindex.io/>



désormais créer des produits de classe mondiale rapidement grâce à une mine d'outils logiciels complémentaires, comme le serveur Apache et le navigateur Mozilla [Firefox, NDLR], issus de la communauté open source. En s'appuyant sur les nombreuses applications open source disponibles, les ingénieurs ont pu concentrer tous leurs efforts sur la fonctionnalité valorisable de leurs applications, plutôt que de construire une infrastructure à partir de zéro, ce qui représenterait un gain de temps et d'argent.”³⁷⁹.

Cependant, cette ingérence des GAFAM au sein des communautés préoccupe les défenseurs historiques du mouvement libre, inquiets pour l'indépendance de leurs projets. Les grands acteurs sont omniprésents au sein des projets open source. Disposant de ressources financières conséquentes, la crainte d'une réorientation de projet ou de choix arbitraires pour des intérêts commerciaux pèse sur les projets de grande envergure³⁸⁰. Cela pourrait notamment entraver les valeurs et quatre libertés fondamentales accordées par le mouvement. De par leur taille autant en effectifs, qu'en matière financière ou humaines, peuvent influencer de manière considérable les acteurs de l'Open Source dans leur processus de décision.

Les start-up, connues pour leur fort potentiel en matière d'innovation, contribuent abondamment à l'open source car elles se servent des éléments dont elles ont besoin pour accélérer le développement de leurs propres logiciels. Leur polarisation autour d'une croissance rapide et des objectifs à court termes répond aux qualités fournies par l'industrie du libre. Cependant, ces entreprises doivent se préoccuper de la valorisation de leur innovation pour pérenniser leur activité. En utilisant les technologies open source pour développer leur activité, les start-up mettent à disposition ces innovations aux grandes entreprises du numérique, limitant de fait les bénéfices commerciaux faits sur cette technologie. Un des avantages de la mise à disposition de ces innovations aux GAFAM, par exemple, permet de faire rayonner plus largement ces dernières car la communauté autour de ces grandes entreprises est une opportunité majeure pour se faire connaître auprès d'une grande communauté d'utilisateurs³⁸¹.

La participation des géants du numérique dans le secteur de l'Open Source n'est pas désintéressée car ils sont conscients de la valeur ajoutée et de la qualité des produits développés via l'Open Source. Un des meilleurs exemples est le rachat d'Android en 2005, système d'exploitation mobile open source, il constitue “la meilleure affaire de tous les temps”³⁸² car il est devenu un des systèmes d'exploitation les plus utilisés au monde et a su s'imposer face à IOS sur de nombreux appareils. Le bénéfice tiré de cette acquisition est colossal. Elle permet notamment à Google de s'accorder sur des normes communes et de contrôler son infrastructure numérique. De ce fait, ils continuent de dominer le marché puisque ce sont les principaux acteurs des stratégies autour des projets open source, en plus de leurs projets personnels. Malgré l'apparence libre des modèles open source, les géants du numérique se sont réapproprié le fonctionnement et les valeurs du mouvement³⁸³. L'aspect collaboratif a été conservé pour profiter du foisonnement d'innovation, en revanche, l'éthique, les principes et valeurs fondamentales de l'open source et du mouvement libre ont été mis de côté. Cela se manifeste notamment à travers la méconnaissance de certains principes défendus par les licences open source comme “Inner Source 8” ou l'utilisation des CLA (Contributor Licence Agreements), permettant un droit de modification d'une licence régulant un logiciel. Le mouvement libre et open source

³⁷⁹ Noisette, T. (2019, décembre 31). Comment les géants de la tech ont tourné à leur avantage l'open source. *ZDNet France*. <https://www.zdnet.fr/blogs/l-esprit-libre/comment-les-geants-de-la-tech-ont-tourne-a-leur-avantage-l-open-source-39896585.htm>

³⁸⁰ Di Giacomo, T. (2019). Les géants de la tech ont-ils leur place dans l'open source? *www.journaldunet.com*. <https://www.journaldunet.com/solutions/dsi/1446788-les-geants-de-la-tech-ont-ils-leur-place-dans-l-open-source/>

³⁸¹ *Ibid*

³⁸² Schmid, A. (2021). Android : Il y a 13 ans, Google réalisait le meilleur rachat de son histoire. *PhonAndroid*. <https://www.phonandroid.com/android-il-y-a-13-ans-google-realisait-le-meilleur-rachat-de-son-histoire.html>

³⁸³ Muselli, L. (2021). Employees of the web giants contribute most to open source software. *Polytechnique Insights*. <https://www.polytechnique-insights.com/en/braincamps/digital/of-machines-and-men-new-challenges-of-digital-technology/how-digital-giants-are-keeping-their-hands-on-open-source-software/>



doit donc faire preuve d'une vigilance accrue pour conserver les principes fondateurs, protéger l'écosystème libre et sa remise en cause par l'hégémonie des GAFAM y compris dans ce domaine.

(c) Le manque d'intégration d'un écosystème morcelé

L'interopérabilité et la transparence de l'Open Source constituent des atouts considérables pour les organismes souhaitant s'y convertir. Un défi clé réside néanmoins dans le manque d'intégration des solutions et un écosystème souvent morcelé, perdant les utilisateurs dans le large panel d'offres proposées sur le marché. La richesse des solutions Open Source disponibles complexifie la navigation pour les entreprises et les administrations.

Il est relativement fréquent, dans le domaine du libre, de voir émerger plusieurs solutions pour résoudre une même problématique. Cette situation engendre une compétition notable entre les divers logiciels libres existants. De plus, il arrive à l'occasion que des projets se scindent, donnant lieu à la création de deux versions distinctes d'un même logiciel, chacune développée par un groupe de programmeurs portant une vision différente quant à l'orientation à donner au projet.

Cette prolifération de solution entraîne un impact significatif sur l'efficacité globale du développement de ces logiciels. En effet, la solution initiale du problème se trouve ainsi reproduite à plusieurs reprises, engendrant un contexte où les utilisateurs se retrouvent face à un choix plus large, mais potentiellement ardu³⁸⁴. Finalement, l'utilisateur doit désormais prendre une décision basée sur des critères techniques ou politiques, compétences généralement éloignés de leur domaine de prédilection.

En outre, les logiciels libres sont majoritairement développés par des groupes indépendants, parfois même issus d'entreprises concurrentes, et donc n'entretiennent pas toujours une communication fluide entre eux. De ce fait, le maintien des dépendances entre ces logiciels devient complexe car les évolutions d'un logiciel entraînent occasionnellement des perturbations significatives chez les autres. C'est d'autant plus préoccupant dans le cas des bibliothèques de programmes, ayant davantage tendance à évoluer de manière incompatible. L'intégration de ces divers logiciels libres exige donc un effort substantiel, constituant un point de vulnérabilité face aux solutions globales qui prévalent naturellement dans un environnement monopolistique. Cette tâche est traditionnellement entreprise par les différentes "distributions" Linux, et engendre indirectement une dépendance envers l'éditeur de la distribution concernée.

(d) Limitation technique, inertie du marché et menaces pour l'innovation

La discussion ambivalente sur les logiciels libres se poursuit concernant les offres de logiciels libres. Toutes les entreprises ne considèrent pas le vaste choix de composants et de fournisseurs OSS comme un avantage. Dans une enquête publiée en 2019 par Boktom, 6% des entreprises interrogées voient l'open source comme un inconvénient et 6% supplémentaires critiquent le manque de solutions OSS pour leurs applications ou jugent un manque d'interfaces importants sur les applications libres.

Pour arriver à s'imposer sur le marché et conquérir les utilisateurs, les logiciels libres et open source doivent pouvoir contenter l'ensemble des attentes des usagers. Une majorité des projets libres et Open Source ayant conquis s'appliquent à des "logiciels techniques", soit des logiciels dont les fonctionnalités se substituent à un autre logiciel (ici propriétaire). Pour arriver à séduire les utilisateurs, les logiciels libres doivent à la fois offrir une offre similaire à celles déjà existantes sur le marché mais également qu'elles proposent des logiciels applicatifs pour le grand public.

³⁸⁴ *Socle interministériel des logiciels libres.* (s. d.). <https://sill.etalab.gouv.fr/list>



Développés par des experts de l'informatique, l'utilisation de logiciels libres requiert parfois des aptitudes plus poussées que pour des logiciels où les interfaces se montrent plus adaptées aux utilisateurs inexpérimentés. Ainsi, bien qu'ils remplissent les caractéristiques sur le plan technique, les logiciels libres ne se suffisent pas à eux seuls pour fournir un logiciel à la fois ergonomique et technique.

Le développement d'interfaces adaptées peut également venir du manque de moyens financiers alloués à la filière car investir et financer des projets d'éditeurs de solutions libres et Open Source peut entraîner un certain risque. D'autant plus que les projets Open Source et libres ne disposent pas vraiment de budget marketing puisque initialement, la renommée d'un projet était mise en avant grâce à la large communauté de développeurs soutenant ce dernier. Les utilisateurs sont familiers et connaissent les logiciels actuellement sur le marché. Aussi, pour les entraîner à adopter plus massivement les logiciels libres, il faudrait apporter des fonctionnalités supplémentaires et devenues indispensables aux usagers car l'utilisateur n'est pas forcément sensible aux questions de coûts et de fiabilité. Il n'a pas toujours envie de passer du temps à se former à une autre technologie alors qu'il en utilise déjà une qu'il connaît et qu'il maîtrise.

Pour offrir des fonctionnalités complémentaires et permettre une expansion élargie, la politique législative entamée par l'UE semble être une menace.

Après le Digital Market Act et le Digital Service Act, c'est au tour du Cyber Resilience Act et de l'Artificial Intelligence Act d'être décriés pour leur fort impact sur l'innovation et la créativité s'agissant des services numériques. Le directeur technique de Sonatype a pris la parole sur cette nouvelle régulation qui nuirait gravement à la communauté libre : *"Dans sa forme actuelle, la loi sur la cyber-résilience risque de sonner le glas de l'open source, en compromettant gravement sa sécurité et sa viabilité"*. Le point central critiqué concerne la responsabilité des développeurs de logiciels libres qui pourront être tenus responsables de potentielles vulnérabilités logicielles. Utilisées dans quasiment la totalité des composants logiciels, les entreprises du libre seront donc confrontées à des pénalités potentielles et/ ou des exigences de conformité incitant les contributeurs à ne plus poursuivre ou s'investir dans les projets. Sur le long terme, cela pourrait amener à la réduction drastique des communautés, voire à leur disparition totale.

S'agissant du GPAI (general purpose AI), l'une des modifications les plus débattues concerne la proposition avancée par le Conseil de l'UE visant à créer une responsabilité juridique pour tous les modèles d'IAGP à source ouverte. Malgré une utilisation amenant à une sécurisation de ces outils, ce changement nuirait au développement de l'Open Source. Cela aurait pour conséquence de concentrer davantage les pouvoirs de l'avenir de l'IA entre les mains des grandes entreprises technologiques et restreindrait la recherche, pourtant primordiale afin de sensibiliser le public au défi de l'intelligence artificielle. Ainsi, même si l'approche juridique choisie par l'UE paraît intéressante, les législateurs et institutions européennes doivent se questionner plus largement sur les enjeux de ces législations et les impacts réels sur l'ensemble de l'écosystème. Ils doivent s'attarder plus longuement sur les communautés open source car elles constituent l'alternative la plus viable et la plus aboutie afin de renforcer la souveraineté numérique et l'autonomie stratégique avancée par les politiques européens.



4. Pistes d'accélération et plan d'actions pour favoriser l'essor d'une véritable filière logiciel libre

(a) Renforcer la législation sur le droit d'auteur

Le logiciel est soumis au droit d'auteur depuis la Directive Européenne du 14 mai 1991 et la loi française du 3 juillet 1985. Alors que le secteur ne faisait qu'émerger, cette **insertion du numérique dans le droit de la propriété littéraire et artistique s'est fait à l'époque au prix d'une grande complexité et d'une certaine confusion**. Aujourd'hui, alors que le numérique est absolument partout, **le droit d'auteur se trouve par certains aspects inadapté à l'évolution de notre société**. Il en résulte une très faible protection des auteurs de logiciels et la nécessité urgente d'y remédier.

En effet, les auteurs de logiciels peinent à protéger ces derniers notamment du fait des difficultés à démontrer l'originalité des logiciels. L'originalité est un critère qui date de la convention de Berne de 1886, et qui doit être obligatoirement prouvée par tout auteur sans quoi son œuvre n'est pas protégeable. Dans le contexte d'un logiciel cela a comme conséquence que la licence du logiciel en question n'a, dans ce cas d'absence d'originalité, plus aucun effet obligatoire.

Or, par construction, un logiciel n'est jamais une invention de rupture mais une innovation incrémentale. Tous les logiciels reposent sur des bibliothèques déjà existantes et sur une adaptation de celles-ci. Souvent l'innovation dans le domaine logiciel repose sur de nouveaux usages et de nouvelles façons de présenter des résultats et d'interagir entre la machine et l'Homme, entre les algorithmes et l'Homme. Le meilleur exemple est certainement l'Intelligence Artificielle. Il est donc grand temps de ne plus faire de l'originalité un point de blocage pour que les auteurs de logiciels puissent protéger leurs créations. Pour cela il est essentiel de revoir le droit d'auteur à l'heure du 21ème siècle, de se réinterroger sur ce qu'est une œuvre dans le domaine logiciel.

Par ailleurs il faut rappeler avec force que la bonne solution n'est pas d'aller d'un extrême à l'autre et de basculer vers la protection via un brevet logiciel qui réserverait l'exclusivité des droits à son auteur pendant une période trop longue et donc qui desservirait le processus d'innovation incrémentale propre au modèle de construction des logiciels, évoqué ci-dessus. Il faut donc trouver un juste milieu entre un droit d'auteur qui est aujourd'hui trop faible et trop difficilement défendable et une protection via les brevets qui serait une protection trop forte et trop longue qui nuirait à l'innovation dans le domaine logiciel. Les logiciels Open Source, dont la totalité du code est ouvert sont à ce titre particulièrement vulnérables, comme l'a démontré l'absence de sanction de pratiques avérées de suppression de mentions de copyright (1), dans un contexte d'agissements déloyaux reconnus et lourdement sanctionnés, sans que le tribunal ne soit en mesure de faire respecter la propriété intellectuelle du titulaire des droits sur le logiciel (qui avaient d'ailleurs été achetés aux auteurs des suppressions de copyright et sanctionnés pour concurrence déloyale).



Ce défaut de référencement de la paternité de [Linagora](#) est confirmé par des courriels des 14 et 31 mars 2012 de M. [W] à son équipe faisant état d'une démarche de suppression des mentions faisant référence à 'obm' dans le code source de BM-CORE.

Ces constats démontrent la reprise par la société Blue mind d'une partie du code source du logiciel OBM et, en particulier, une appropriation du module OBM-SYNC, cette reprise étant en outre empreinte de dissimulation dans le code source de BM-CORE au moins jusqu'en 2014 puisque les mentions de paternité y ont été supprimées. Le caractère open source du code d'OBM ne justifie pas une telle réappropriation par MM. [W] et [B], via la société Blue mind, au regard de leurs obligations de cédants de la société Aliasource. Elle est susceptible de caractériser un trouble de jouissance paisible.

(1) Extrait du jugement disponible ici : « Cour d'appel de Paris, Pôle 5 - chambre 8, 1er décembre 2020, n° 19/00030 ») <https://www.doctrine.fr/d/CA/Paris/2020/C14222CEB3399ED45DAB8>

L'ambiguïté de cette situation juridique et la faible protection des auteurs qui en résulte plaide pour une nouvelle convention internationale pour le renforcement du droit d'auteur, portée par la France et l'Europe, qui ont ici une formidable opportunité de faire progresser la protection des droits d'auteurs dans le domaine logiciel.

Cette opportunité se fait particulièrement pressante dans les nouveaux domaines comme l'Intelligence Artificielle, où un grand débat est en train de s'ouvrir pour savoir si le fait d'entraîner des algorithmes sur des datasets en l'absence d'autorisation d'usage de ces derniers constitue une violation du droit d'auteur ou non (au motif qu'il s'agit seulement d'un outil d'entraînement des algorithmes). Aujourd'hui, le seul pays qui s'est prononcé sur ce sujet est le Japon, qui prétend qu'il ne s'agit pas d'un vol de propriété intellectuelle. L'extension à d'autres Pays de cette jurisprudence constituerait un grave risque sur la prolifération de cette interprétation du droit d'auteur vis-à-vis d'oeuvres existantes.

Nous, européens, sommes fermement attachés au respect de la propriété. Et nous avons toujours considéré qu'une œuvre était rattachée à un auteur. Il faut donc absolument se défendre et défendre les ayants droit pour rappeler avec force que la création intellectuelle, la création artistique et donc aussi la création logicielle doivent être protégées.



(b) Création d'une taxe pour l'innovation numérique et les logiciels libres

La révolution numérique transforme les activités humaines, économiques et les interactions sociales en créant des outils toujours plus performants et innovants. Aujourd'hui se pose la question de la limite de ces produits et leur régulation. Menaçant la vie privée à travers la récolte massive de données personnelles, leur expansion économique est telle qu'en 2022 la capitalisation boursière d'Amazon franchissait les 3 000 milliards de dollars³⁹¹. Cela représente sept fois plus la valeur du leader français du luxe LVMH et plus de quarante valeurs françaises notables du Cac 40 réunies, soit environ 2 700 milliards de dollars de capitalisation cumulée. Apple n'est pas le seul puisque cette même année Microsoft valait 2 500 milliards de dollars, Alphabet (ex Google) 1 900 milliards et Meta (ex Facebook) 935 milliards. L'inondation de la place boursière par les acteurs du numérique fait réfléchir sur les mesures à adopter pour réguler l'utilisation de leurs produits et services sur le marché européen.

Le cinéma français et le cinéma américain peuvent être une analogie intéressante pour comparer les deux phénomènes. En 2021, plus d'un millions d'entrées ont été enregistrées sur 10 film français, dont le premier totalisant 2,66 millions d'entrées³⁹². A titre comparatif, ce sont 13 films américains ayant réalisé plus d'un million d'entrées dont le premier totalisait 4,58 millions d'entrées³⁹³.

On peut s'étonner de ces chiffres car même si le cinéma américain est omniprésent, il n'écrase pas l'industrie cinématographique française à la manière des GAFAM dans le numérique. Cette relative prééminence s'explique par la création d'une taxe, vieille de 64 ans, la Taxe Spéciale Additionnelle ou TSA³⁹⁴, mise en place par André Malraux en 1959. S'appliquant sur les entrées au cinéma et basée sur un mécanisme vertueux avec un système d'avances sur recettes, les films à succès financent en partie les autres, grâce à une première aide à la production. Cette taxe a été révisée en 2007 et elle est maintenant directement perçue par le CNC (Centre National du Cinéma et de l'Image animée), chargé de contrôler de manière hebdomadaire les recettes des exploitants avec un taux unique fixé à 10,72% du prix de l'entrée³⁹⁵. En 2022, le CNC a redistribué 291 millions d'euros d'aides pour le cinéma³⁹⁶ (aides à la création, à la production, diffusion des œuvres ou encore pour la restauration du patrimoine cinématographique). C'est ainsi un maillon essentiel de la politique culturelle française car il permet de maintenir une production cinématographique française diversifiée.

³⁹¹ Leparmentier, A. (2022a, janvier 4). Apple et les Gafam, nouvelles valeurs refuge des investisseurs. *Le Monde.fr*. Consulté le 13 juin 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/01/04/apple-et-les-gafam-nouvelles-valeurs-refuge-des-investisseurs_6108078_3234.html

³⁹² *Cinéma, audiovisuel, vidéo et jeu vidéo : une année 2021 contrastée*. (2022, 3 juin). Vie Publique. Consulté le 13 juin 2023, à l'adresse <https://www.vie-publique.fr/en-bref/285300-cinema-audiovisuel-et-multimedia-une-annee-2021-contrastee>

³⁹³ Tableau fourni en Annexes

³⁹⁴ La taxe sur les entrées en salles de spectacles cinématographiques (TSA). (2007). Dans *CSN (Conseil national du cinéma et de l'image animée)*. Consulté le 13 juin 2023, à l'adresse <https://www.cnc.fr/documents/36995/156986/la+taxe+sur+les+entr%C3%A9es+en+salles+de+spectacles+cin%C3%A9matographiques+%28TSA%29.pdf/e54f64f3-9982-8a07-654b-d3b566e1e6c2?t=1532441037420>

³⁹⁵ Code du cinéma et de l'image animée - Article L115-1, (s. d.). Dans *Légifrance*. Consulté le 13 juin 2023, à l'adresse https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000020908868/LEGISCTA000020907747/#LEGISCTA000020908831

³⁹⁶ Franceinfo Culture. (2023, 31 mai). Cinéma, taxes, aides et financements : explications après les déclarations de Justine Triet au Festival de Can. *Franceinfo*. Consulté le 13 juin 2023, à l'adresse https://www.franceinfo.fr/culture/cinema/cinema-taxes-aides-et-financements-explications-apres-les-declarations-de-justine-triet-au-festival-de-cannes_5858630.html



Un autre décret³⁹⁷ définit les obligations des acteurs de la diffusion à propos de leur obligation de contribution au développement de la production cinématographique. Ils doivent consacrer au minimum 3,2% de leur chiffre d'affaires annuel net de l'exercice précédent à la production d'œuvres cinématographiques européennes dont 2,5% d'entre elles doivent être des productions d'œuvres cinématographiques d'expression originale française. Le dispositif a été complété une dizaine d'années plus tard avec une obligation des diffuseurs à hauteur de 75% pour la contribution au développement de la production cinématographique³⁹⁸, à des œuvres produites par des entreprises indépendantes. Ces mesures ont constitué en outre un soutien important pour l'industrie cinématographique française sans qu'elle soit entièrement aspirée par les blockbusters américains. Une révision³⁹⁹ entrée en vigueur en 2002 a modifié la part initiale pour la monter à 3,2% afin de consacrer 0,2% de contribution à la distribution des films en salles⁴⁰⁰.

Fort de cette réussite dans le secteur cinématographique, il pourrait être envisageable qu'un tel dispositif soit mis en place pour le numérique. La taxe pourrait s'appliquer lors de l'utilisation ou la souscription d'une licence ou de services numériques étrangers, à la manière du cinéma. La redevance pourra être versée par les entreprises qui ont souscrit ou ont recours à ce type d'offres. Les acteurs du cloud doivent également être responsabilisés à cet égard et se soustraire aux mêmes obligations, héberger les données sur le territoire français ou européen, ou contribuer via le versement de cette taxe. Le Conseil National du Numérique pourrait être l'entité chargée de collecter la taxe, annuellement ou trimestriellement. Cette dernière serait ensuite réinvestie dans la recherche, l'innovation et le développement numérique sous forme de subventions. Ces 1% pourraient contribuer aux fondations Open Source, des logiciels libres ou encore aux petits acteurs ne disposant pas des fonds nécessaires pour exister et s'étendre.

(c) Une IA responsable, souveraine et de confiance basée sur un modèle Open Source

Les enjeux de l'IA sont cruciaux car ils ont une incidence directe sur notre souveraineté numérique et notre autonomie stratégique. A la fois vecteur d'opportunité pour une multiplicité de domaines comme la santé, l'industrie, l'agriculture et le travail, des interrogations subsistent sur les enjeux éthiques et la régulation de son utilisation. Vague la plus grande et la plus actuelle en matière de numérique, avec ses capacités intellectuelles et opérationnelles décuplées, elle donne un caractère prédictif aux données et généralisent leur utilisation au quotidien. Vecteurs d'enjeux économiques et sociétaux, les grands volumes de données, la puissance algorithmique et la capacité de calcul des Large Language Model⁴⁰¹ ou LLM permettent de réaliser des tâches extrêmement variées et de plus en plus complexes. Seulement, lorsque l'on s'intéresse aux

³⁹⁷ Décret n°90-67 du 17 janvier 1990 pris pour l'application du 3° de l'article 27 de la loi n° 86-1067 du 30 septembre 1986 modifiée relative à la liberté de communication et fixant les principes généraux concernant la contribution au développement de la production cinématographique et audiovisuelle ainsi que l'indépendance des producteurs à l'égard des diffuseurs. (1986, 30 septembre). Légifrance. Consulté le 5 juillet 2023, à l'adresse <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000158977/2021-11-09/>

³⁹⁸ Décret n°99-189 du 11 mars 1999 modifiant le décret n° 90-67 du 17 janvier 1990 et relatif aux principes généraux concernant l'indépendance des producteurs d'œuvres cinématographiques à l'égard des diffuseurs. (1999, 11 mars). Légifrance. Consulté le 5 juillet 2023, à l'adresse <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000006426787/1999-03-13/>

³⁹⁹ Décret n°2001-609 du 9 juillet 2001 pris pour l'application du 3° de l'article 27 et de l'article 71 de la loi n° 86-1067 du 30 septembre 1986 et relatif à la contribution des éditeurs de services de télévision diffusés en clair par voie hertzienne terrestre en mode analogique au développement de la production d'œuvres cinématographiques et audiovisuelles. (2001, 9 juillet). Légifrance. Consulté le 5 juillet 2023, à l'adresse <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000006427011/2002-01-01/>

⁴⁰⁰ Tableau fourni en annexe 10

⁴⁰¹ Les Large Language Models (LLM) sont des modèles de traitement automatique du langage naturel. Il s'agit de réseaux de neurones profonds qui ont été entraînés sur de vastes corpus de données textuelles. L'entraînement de ces modèles consiste à prédire le mot ou la phrase suivante dans un texte donné en se basant sur le contexte précédent. Cette approche est appelée "pré-entraînement" et permet aux modèles d'apprendre à représenter la structure et la sémantique du langage naturel.



premiers modèles de langages en cours de développement sur le marché⁴⁰², ni les français, ni les européens, ne sont présents parmi les premiers. Pourtant, l'intelligence artificielle, encore plus que le numérique, va bouleverser les choses. On retrouve dans l'IA un concentré de ce qu'on a créé ou constaté dans le numérique depuis 50 ans ; Internet, la domotique, l'IoT, à la seule différence que cette technologie est factrice d'aggravation et d'accélération.

Depuis la conquête spatiale lancée pendant la Guerre Froide entre la Russie et les Etats Unis⁴⁰³, aucune autre évolution n'avait été autant concentrée entre deux territoires. Le numérique, et plus spécifiquement l'IA relance ces combats idéologiques par territoires interposés en partie entre la Chine et les Etats Unis⁴⁰⁴.

Cependant, ces grands modèles générationnels posent la problématique des biais autour de la culture anglo-saxonne. Dans son discours d'introduction à la 5ème édition l'Assemblée des idées sur le thème "Intelligence Artificielle : sommes-nous prêts ?" la directrice de l'Assemblée Nationale, Mme Yaël Braun-Pivet en a fait une démonstration⁴⁰⁵. En générant un discours via une intelligence artificielle, elle a alerté sur les dérives de cette nouvelle technologie : "Celui qui impose l'outil impose aussi son langage, ses concepts, ses références culturelles et pour tout dire ses normes sociales. De ce point de vue là, Chapt GPT n'est pas neutre.". Cédric Villani a également souligné ces biais lors d'un entretien publié sur Libération ; "On a aussi vu ces phénomènes d'augmentation des clichés qui ont été propulsés, renforcés par les développements des grandes banques d'images"⁴⁰⁶ avec l'exemple de la recherche du mot "PDG" ne donnant que des hommes au 95 premières images et dont la première image représentative d'une femme s'avérait être une Barbie PDG. Ce dernier fait également référence au livre de Cathy O'Neil⁴⁰⁷ démontrant comment un algorithme peut être discriminatoire à travers deux exemples. Dans le premier cas, il s'agit de Compas⁴⁰⁸ dans l'administration pénitentiaire et les interactions qu'il peut avoir avec le système judiciaire aux Etats Unis pour orienter les jugements⁴⁰⁹. Il a par exemple le pouvoir d'estimer s'il y a des chances de récidives, et il a été prouvé que cet algorithme était raciste en donnant deux fois plus de chances à un individu "blanc" d'être en liberté conditionnelle qu'à un individu "noir". Dans les autres cas, ces algorithmes étaient purement sexistes, comme cela a été montré pour DALL-E d'Open AI⁴¹⁰.

⁴⁰² Islam, A. (2023). Top Large Language Models (LLMs) in 2023 from OpenAI, Google AI, Deepmind, Anthropic, Baidu, Huawei, Meta AI, AI21 Labs, LG AI Research and NVIDIA. *MarkTechPost*. <https://www.marktechpost.com/2023/02/22/top-large-language-models-llms-in-2023-from-openai-google-ai-deepmind-anthropic-baidu-huawei-meta-ai-ai21-labs-lg-ai-research-and-nvidia/>

⁴⁰³ LES ENJEUX GÉOPOLITIQUES DE LA CONQUÊTE SPATIALE : La conquête spatiale : un enjeu central dans la guerre froide. (s. d.). Belin Éducation. Consulté le 29 juin 2023, à l'adresse https://manuelnumeriquemax.belin.education/hggsp-terminale/topics/hggsp-tle-t1c02-032-a_la-conquete-spatiale-un-enjeu-central-da ns-la-guerre-froide

⁴⁰⁴ POINT DE VUE. « L'espace, entre guerre froide et gafamisation » . (2021). *Ouest France*. <https://www.ouest-france.fr/sciences/espace/point-de-vue-l-espace-entre-guerre-froide-et-gafamisation-229aaca2-c235-11eb-b272-500c49682f10>

⁴⁰⁵ Assemblée des idées : « Intelligence artificielle : sommes-nous prêts ? » - Mardi 30 mai 2023. (2023, 30 mai). *videos.assemblee-nationale.fr*. Consulté le 29 juin 2023, à l'adresse https://videos.assemblee-nationale.fr/video.13491848_647638630b9fe.assemblee-des-idees--%EF%BF%BD-intelligence-artificielle-sommes-nous-prets---%EF%BF%BD-30-mai-2023

⁴⁰⁶ Frison, M. (2023, 19 juin). L'intelligence artificielle : révolution ou malédiction ? Revivez notre live vidéo avec Cédric Villani et vos questions. *Libération*. https://www.liberation.fr/economie/economie-numerique/lintelligence-artificielle-revolution-ou-malediction-suivez-notre-live-avec-cedric-villani-et-vos-questions-a-partir-de-18h30-20230619_IZOBKRUD3ZCLLM75TPHDHOL65A/

⁴⁰⁷ O'Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction : How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Penguin UK.

⁴⁰⁸ Monde, L. (2018, 18 janvier). L'efficacité d'un logiciel censé prédire la récidive à nouveau critiquée. *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/01/17/l-efficacite-d-un-logiciel-cense-predire-la-recidive-a-nouveau-critiquee_5243218_4408996.html

⁴⁰⁹ Tual, M. (2018, 8 novembre). Cathy O'Neil : « Les algorithmes exacerbent les inégalités » . *Le Monde.fr*. Consulté le 29 juin 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/11/07/cathy-o-neil-les-algorithmes-exacerbent-les-inegalites_5380202_4408996.html

⁴¹⁰ Heaven, W. D. (2022, 9 novembre). OpenAI is ready to sell DALL-E to its first million customers. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.com/2022/07/20/1056238/openai-product-launch-dall-e-million-customers-ai-bias/#:~:text=In%20pre>



Une autre problématique majeure rencontrée sur ces modèles de langages concerne les sets utilisés pour entraîner les intelligences artificielles. Les Géants du numérique, dont OpenAI, n'ont pas communiqué sur la conformité de leurs modèles aux règlements européens et français actuels en matière de protection des données personnelles, notamment le RGPD et la législation sur le droit d'auteur⁴¹¹.

Il faut fermement condamner cette pratique car la protection des utilisateurs et de leurs données personnelles est cruciale. Ces entreprises doivent donner davantage de précisions sur les données d'entraînement utilisées pour le développement de leurs modèles de langages. Elles doivent également se soustraire à l'ensemble des règlements sur les territoires sur lesquelles elles opèrent. Ainsi, au sein de l'espace européen les modèles d'intelligence artificielle doivent répondre au règlement général sur la protection des données (RGPD) pour informer et rendre compte de leur processus d'entraînement. En France, la législation du droit d'auteur doit également permettre de soumettre ces industries à notifier l'usage de leurs dataset.

En parallèle de cette conformité législative, la France et l'Europe doivent se doter de leur propre modèle d'Open LLM. Ils doivent proposer une alternative souveraine, de confiance et respectueuse des droits et libertés des utilisateurs pour ne pas dépendre de la Chine ou des Etats Unis. Pour se faire, il ne faut pas s'appuyer sur les modèles dits "Open Source" de Meta car ils ne respectent pas la philosophie libre et Open Source. Les licences utilisées sont en effet trop restrictives, ils ne partagent donc pas l'intégralité du code produit. Ces limitations entravent l'innovation et s'opposent aux valeurs liberticides définies dans ces deux mouvements.

La France dispose des talents nécessaires pour développer ces nouvelles OpenLLM grâce à des formations prestigieuses, de plus elle dispose de modèles de données et d'une puissance de calcul grâce à son supercalculateur Jean Zay, opéré par l'Institut du développement et des ressources en informatique scientifique (Idris) du CNRS, offrant des capacités de calculs de plus en plus vastes à la communauté scientifique⁴¹². Le Président français, Emmanuel Macron a annoncé le 14 juin lors du salon Vivatech à Paris qu'un financement de 50 millions d'euros lui serait alloué pour quadrupler ses capacités de calcul⁴¹³. De plus, il a mis en avant l'initiative menée en parallèle à l'échelle européenne concernant le calculateur Exascale; *"Ensuite, on a le calculateur Exascale pour 2025, où on a investi 250 millions d'euros, l'Europe devrait normalement faire pareil, donc c'est 500 millions d'euros d'investissements. On commence à être plus compétitif."*⁴¹⁴. Conçu sur la base des critères d'efficacité énergétique les plus ambitieux en faveur du calcul à haute performance durable pour un avenir plus écologique, il dispose d'une capacité de calcul massive permettant de répondre aux exigences actuelles⁴¹⁵. Finalement, la seule chose dont la France et l'Europe sont dépourvues c'est un modèle fondation, c'est à dire un modèle qui a *"la capacité à créer un grand modèle d'intelligence artificielle formé sur une grande quantité de donnée non étiquetées à grande échelle résultant en un modèle qui peut être adapté à un large éventail de tâches bien spécifiques."*⁴¹⁶. La création d'un

[paration%20for%20this%20commercial%20launch%2C%20OpenAI%20has,teachers%20and%20nurses%20who%20were%20all%20white%20women.](#)

⁴¹¹ [Dossier IA générative] - Quelles réglementations pour la conception des IA génératives ? | Linc. (2023, 26 avril). Consulté le 29 juin 2023, à l'adresse <https://linc.cnil.fr/dossier-ia-generative-queelles-regulations-pour-la-conception-des-ia-generatives>

⁴¹² Jean Zay, le supercalculateur le plus puissant de France pour la recherche | CNRS. (2020, 13 octobre). CNRS. <https://www.cnrs.fr/fr/jean-zay-le-supercalculateur-le-plus-puissant-de-france-pour-la-recherche>

⁴¹³ Reuters, H. M. A. (2023, 14 juin). Intelligence artificielle : la France et l'Europe doivent « faire beaucoup plus », estime Emmanuel Macron. [lindependant.fr. https://www.lindependant.fr/2023/06/14/intelligence-artificielle-la-france-et-leurope-doivent-faire-beaucoup-plus-estime-emmanuel-macron-11264937.php](https://www.lindependant.fr/2023/06/14/intelligence-artificielle-la-france-et-leurope-doivent-faire-beaucoup-plus-estime-emmanuel-macron-11264937.php)

⁴¹⁴ *Ibid*

⁴¹⁵ Deuxième supercalculateur Exascale haut de gamme européen à héberger en France. (s. d.). Bâtir l'avenir numérique de l'Europe. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/news/europes-second-high-end-exascale-supercomputer-be-hosted-france>

⁴¹⁶ Vasques, X. (2023, 13 mars). Intelligence Artificielle : L'avenir des modèles de fondation passe par des innovations sur l'ensemble des couches - IBM-France. IBM-France. Consulté le 29 juin 2023, à l'adresse



modèle français ou européen est indispensable pour ne pas dépendre de modèles de fondation étrangers. Ainsi, la France, grâce à la création d'un modèle de fondation pourra ensuite créer des Intelligences Artificielles spécifiques et souveraines. Cette approche n'est possible que s'il y a un rassemblement du monde académique qui s'opère. Il est indispensable que tous les chercheurs, philosophes et sachants sur l'IA se réunissent afin d'établir une stratégie commune. Une initiative a été lancée à ce propos le 16 juin 2023 afin de créer une communauté française "Open LLM France"⁴¹⁷ dont l'ambition principale est de "développer un LLM français, souverain, réellement Open Source reposant sur des corpus de données d'apprentissage publics et ouverts, des algorithmes documentés pour en assurer l'explicabilité et proposant une licence d'utilisation libre, non restrictive."

(d) Education et logiciels libres

L'éducation et la formation sont un des enjeux primordiaux dans la construction d'un plan pour plus d'autonomie et de souveraineté en matière numérique.

Face à une décentralisation accrue des administrations et un recours au numérique quasi systématique pour les démarches quotidiennes ; France Connect pour le permis, la sécurité sociale ou encore la Caisse des Affaires Familiales, l'école avec l'ENT et Moodle, l'ensemble des domaines sont touchés. Ainsi, une stratégie éducative est indispensable pour sensibiliser et former les nouveaux talents au sein des nouvelles générations dans ce domaine.

La formation aux enseignements logiciels durables, responsables et sobres doit démarrer dès le plus jeune âge avec une initiation dès le collège en adaptant le programme de technologie. L'ajout d'une formation aux outils libres pourrait être obligatoire afin de montrer aux élèves l'existence d'alternatives indépendantes et souveraines. En outre, les jeunes filles seraient également plus largement sensibilisées à ce type de technologie, les encourageant peut-être davantage à poursuivre dans cette voie. Les besoins de formation sont réels dans nombre de disciplines : traitement de texte, montage vidéo et son, ou encore initiation au codage. Ces initiatives nécessitent néanmoins de disposer d'équipements disponibles dans l'ensemble des établissements. Un "comité des partenaires"⁴¹⁸ composé de représentants des associations représentatives des collectivités et l'Etat ont publié trois référentiels à propos de l'équipement de base nécessaire, selon les niveaux, mais des inégalités subsistent dans certains établissements manquant de financement. Au lycée, de nombreuses régions ont lancé des initiatives pour mettre à disposition des ordinateurs mais cela reste encore trop peu démocratisé pour le niveau collège. Les départements du Lot⁴¹⁹, des Landes⁴²⁰, de l'Essonne⁴²¹ ou encore du Val de Marne⁴²² ont mis en place cette initiative permettant ainsi aux collégiens de se familiariser

<https://www.ibm.com/blogs/ibm-france/2023/03/13/intelligence-artificielle-lavenir-des-modeles-de-fondation-passe-par-des-innovations-sur-lensemble-des-couches/>

⁴¹⁷ Maudet, M. (2023). Création de la communauté francophone "OpenLLM France 🇫🇷". [www.linkedin.com. https://www.linkedin.com/pulse/cr%C3%A9ation-de-la-communaut%C3%A9-francophone-openllm-france-maudet?trk=public_profile_article_view](https://www.linkedin.com/pulse/cr%C3%A9ation-de-la-communaut%C3%A9-francophone-openllm-france-maudet?trk=public_profile_article_view)

⁴¹⁸ *Socles d'équipement numérique définis en comité des partenaires.* (s. d.). éducol | Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse - Direction générale de l'enseignement scolaire.

<https://eduscol.education.fr/1066/socles-d-equipement-numerique-definis-en-comite-des-partenaires>

⁴¹⁹ *Tout savoir sur Ordi'Lot.* (s. d.). Département du Lot. <https://lot.fr/ordilot>

⁴²⁰ Beky, A. (2002, 30 mai). 4 500 ordinateurs sont mis à la disposition d& # 039 ; élèves landais. *Clubic.com.* <https://www.clubic.com/actualite-44567-.html#:~:text=Au%20total%2C%20plus%20de%204%20500%20ordinateurs%20portables,afin%20%22d%27int%C3%A9grer%20les%20nouvelles%20technologies%20dans%20la%20p%C3%A9dagogic.%22>

⁴²¹ Guide pratique ordinateur portable. (2021). Dans *Essonne.fr.*

⁴²² *Le meilleur pour l'avenir des élèves des collèges.* (s. d.). valdemarne.fr. <https://www.valdemarne.fr/le-conseil-departemental/grands-projets/le-meilleur-pour-lavenir-des-eleves-des-colleges#:~:text=Chaque%20ann%C3%A9e%2C%20le%20D%C3%A9partement%20remet%20gratuitement%20un%20ordinateur,toute%20la%20dur%C3%A9e%20de%20sa%20scolarit%C3%A9%2C%20jusqu%E2%80%99en%203e.>



dès le plus jeune âge avec ces technologies. L'association APRIL a même créé un "pack logiciel" pour accompagner et orienter les lycéens vers les logiciels libres⁴²³. Sous réserve que des infrastructures informatiques soient disponibles et utilisables, les outils libres sont essentiels pour construire un plan d'éducation et de formation numérique durable. En plus d'être, pour la plupart, entièrement gratuits et accessibles facilement, ils véhiculent des valeurs de partage et de mise en commun de la connaissance, primordiales à enseigner dès l'enfance. Les écoles pourraient d'ores et déjà s'appuyer sur eux afin d'établir un enseignement numérique de qualité et dont les élèves pourront tirer parti dans leur futur professionnel mais également dans toutes les démarches quotidiennes. Cela contribuerait en outre à accroître la compréhension à l'égard du numérique, de son fonctionnement, mais aussi d'avertir sur les risques liés à la fuite de données personnelles. Les élèves seraient responsabilisés à travers une éducation numérique ouverte et libre.

Les compétences numériques et informatiques sont aujourd'hui essentielles et indispensables dans une société toujours plus digitalisée. Une refonte du programme de technologie ou l'intégration d'un programme informatique spécifique enseigné dans les collèges et lycées serait un bon moyen d'initier et de prévenir les usages. Basé sur la culture informatique, les élèves seraient sensibilisés selon leur âge à diverses pratiques. Ces programmes pourraient s'appuyer sur les programmes d'histoire notamment avec la Machine d'Alan Turing pendant la 2^{de} Guerre Mondiale permettant d'introduire les premiers rudiments du code, ou encore dès la 6^{ème} avec la dissection d'un vieil ordinateur et la découverte de ses éléments constitutifs. C'est autant d'enseignements fondamentaux indispensables à la compréhension de la nouvelle vague numérique. Les élèves de 3^{èmes} pourraient notamment développer des objets connectés à l'aide de bibliothèques Open Source diffusées sur le site gouvernemental "Etalab"⁴²⁴. L'objectif n'est pas d'enseigner aux élèves l'utilisation de plateformes américaines mais au contraire de les sensibiliser à un numérique plus responsable et de confiance.

Une uniformisation des enseignements dans les collèges et lycées permettrait en outre de réduire la fracture numérique et d'intégrer l'enjeu de l'inclusion numérique. Grâce à des outils accessibles librement, comme les logiciels libres, tous les élèves auraient la possibilité de se former aux rudiments de l'informatique et ainsi acquérir des connaissances utiles pour le futur. L'accès égal et équitable aux ressources logicielles est un moyen pour faciliter l'inclusion numérique y compris au sein de milieux populaires.

Ensuite, un plan poussé et plus précis doit être mis en place pour ceux qui seraient intéressés et souhaiteraient poursuivre dans la voie de l'informatique. L'instauration d'un enseignement de spécialité informatique de type codage pourrait être proposé au lycée, au même titre que les spécialités de Science et Vie de la Terre, de Physique Chimie ou de Mathématiques.

Pour l'enseignement supérieur, il serait pertinent de sensibiliser aux outils libres mais également encourager les écoles supérieures à migrer vers des logiciels libres. En effet, si les étudiants sont sensibilisés à l'utilisation de logiciels libres avant même d'intégrer le marché du travail, ils seront déjà formés et prêts à utiliser des logiciels libres dans leur futur emploi. Ainsi, les problématiques liées à la perte de productivité ou la crainte d'une perte de repère causée par une potentielle migration d'outils ne toucherait pas ces derniers. De plus, le gain économique réalisé par les universités et écoles du supérieur en ne concluant pas de contrat onéreux avec des fournisseurs comme Microsoft ou Google permettrait de financer d'autres projets étudiants.

⁴²³ *Tableau dynamique logiciels éducatifs libres* — April MediaWiki. (s. d.). https://wiki.april.org/w/Tableau_dynamique_Logiciels_%C3%89ducatifs_Libres

⁴²⁴ *Plateformes*. (s. d.). <https://www.etalab.gouv.fr/plateformes/>



CONCLUSION

Devenu un terrain de jeu mondial, le libre et l'open source sont un enjeu dont l'Europe et la France doivent se saisir dans le cadre de la **souveraineté numérique européenne**. Même si l'Europe s'est emparée du sujet en amorçant une **stratégie juridique** via un accroissement des **législations**, cela reste largement **insuffisant** face à l'importance du secteur sur le **plan économique et diplomatique**. La Chine et les Etats Unis sont très largement en tête des innovations technologiques et leur **hégémonie pèse sur l'écosystème mondial**. Il est primordial pour le continent européen et la France de réagir en renforçant les règles déjà établies et en adoptant une **stratégie commune de recours aux logiciels libres afin d'ouvrir une troisième voie du numérique plus responsable et souveraine** dont ils seraient les protagonistes principaux.

Afin de mener les propositions opérationnelles présentées précédemment, il serait pertinent de créer **une mission sous la responsabilité de la Première Ministre pour bâtir collectivement une infrastructure souveraine et de confiance avec des briques technologiques ouvertes pour un numérique indépendant et responsable**.

La dernière décennie a considérablement bouleversé les interactions sociales avec la pandémie de Covid-19. **L'intégration des technologies numériques** au sein des opérations des entreprises et des services publics ont profondément **transformé la société** notamment avec leur **résilience** à toute épreuve. Les **impacts** des technologies sur cette dernière sont **gigantesques** ; *plateformes numériques, IoT, cloud computing et intelligence artificielle* font partie des principales innovations vouées à **bouleverser la prochaine décennie**.

Le **logiciel libre** constitue un atout indispensable dans l'**accélération de la transformation numérique**. Il se pose comme une **alternative** non négligeable vers plus d'**indépendance technologique vis-à-vis des éditeurs**. Les logiciels libres permettent de progresser et de converger vers plus de **sécurité, d'ouverture, de qualité** et de **souveraineté**. Il faut donc poursuivre dans cette voie et **sécuriser l'impact positif** des logiciels libres sur le numérique afin de **développer l'innovation** et la **recherche** autour de cette technologie.

Le *Comité de Filière Stratégique "Numérique de confiance"* (CSF), lancé en septembre 2022 par Bruno le Maire dans le cadre d'une mission de préfiguration a entamé les **prémices d'une coopération** entre les différents acteurs du domaine. Une consultation publique a été lancée afin de permettre à l'ensemble des parties prenantes de l'écosystème du numérique d'établir les axes de travail prioritaires. Avec plus de 100 contributions et 300 propositions spontanées, les acteurs du cloud, de l'IA, de la cybersécurité, du calcul quantique et des technologies immersives vont pouvoir se pencher collectivement sur ces enjeux. Ces axes de travail vont permettre d'**intensifier la compétitivité de la filière** en matière d'**innovation**, de **numérique responsable** et de **formation** en mutualisant les efforts de l'ensemble des acteurs du numérique.

La numérisation pose des questions de **dépendance** concernant la **protection des données, l'offre de services numériques** ou encore la **création d'une infrastructure souveraine et de confiance**. Cette infrastructure représente la base de la numérisation des territoires et de l'industrie française. Elle doit à la fois **créer un écosystème d'innovations dynamiques, attirer des nouveaux talents capables de mener à bien des projets** et **permettre le développement d'une offre française à l'international**. D'une importance capitale, il est question de **réfléchir conjointement** au **développement de briques matérielles ouvertes**, des



infrastructures de centres de données ou encore de la création de Large Language Model (LLM) afin de **concevoir des modèles génératifs souverains**.

Dans la continuité du travail effectué par le CSF, afin de reconnaître et soutenir les efforts fournis par l'écosystème numérique, il serait impératif de **lancer une mission gouvernementale** pour une infratech souveraine. Sous la responsabilité de la Première Ministre, cette mission pourrait être confiée à une personnalité issue des logiciels libres afin de :

- Développer la **résilience** des grandes entreprises françaises grâce à des **briques logicielles numériques ouvertes**
- Réfléchir à des **mesures fiscales** pour renforcer l'écosystème des logiciels libres
- Et développer une **approche systémique** en faveur d'un **numérique de confiance, résilient et souverain**.

La mission pourrait notamment s'appuyer sur certaines propositions présentées plus haut en matière fiscale ou d'éducation. Ayant mission à compléter les efforts fournis par le CSF, elle se focaliserait davantage sur la **réflexion** et l'**aboutissement d'une infrastructure souveraine et de confiance opérationnelle**, notamment pour l'ensemble des ministères régaliens.

Cette mission, associée à l'expertise de l'Etat en matière de TIC, **contribuerait à l'accélération de l'autonomie stratégique nationale** et **renforcerait les efforts** vers une **souveraineté numérique française**.

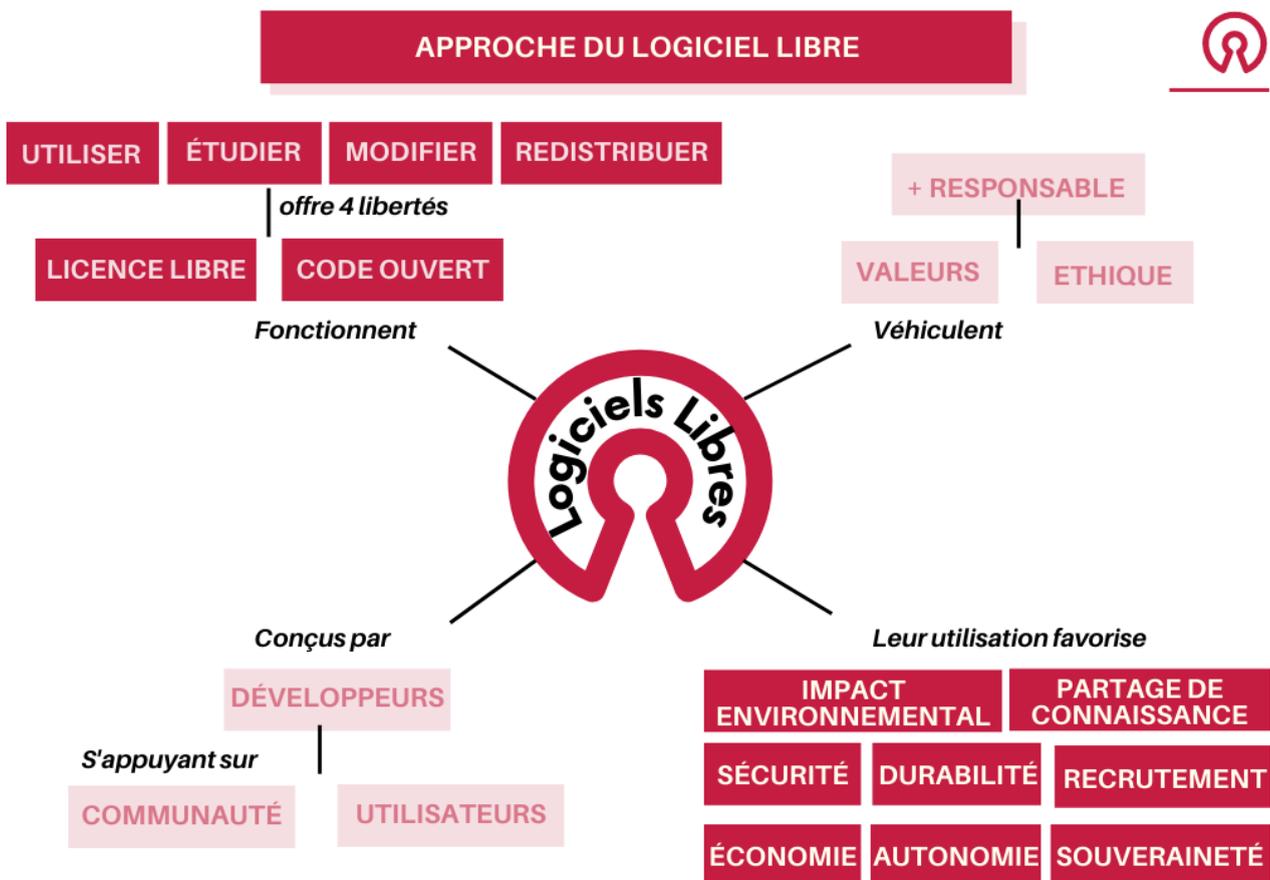


Figure 22 : Approche du logiciel libre vue par Linagora, Crédits : LINAGORA



ANNEXES

Annexe 1 : Extrait du journal *Marianne*, du 24 au 30 novembre 2022.

LA GAMELLE DES GAFAM
Pertes de valeur en Bourse entre le plus haut historique de chacune des sociétés et leur cours actuel (au 18 novembre 2022)

SOCIÉTÉ	ÉVOLUTION EN MILLIARDS DE DOLLARS	SOIT
Google (Alphabet)	- 326	Le PIB de la Finlande
Amazon	- 1001	45% de l'ensemble du CAC 40
Facebook (Meta)	- 520	La moitié du PIB des Pays-Bas
Apple	- 512	50 fois la valeur de Renault
Microsoft	- 805	14 années de budget de l'Éducation nationale

32 / Marianne / 24 au 30 novembre 2022

Crédits : Marianne



Annexe 2 - Récapitulatif de l'ensemble de la législation, des mécanismes et des organisations de l'UE pour le monde numérique

Table 1: Overview of EU Legislation in the Digital Sector

												Applicable law	Published in the Official Journal of the European Union
												In negotiation	Proposed by the European Commission entered the legislative process.
												Planned initiative	Mentioned by the European Commission as potential legislative initiative
Research & Innovation	Industrial Policy	Connectivity	Data & Privacy	IPR	Cybersecurity	Law Enforcement	Trust & Safety	E-commerce & Consumer Protection	Competition	Media	Finance		
Digital Europe Programme Regulation, (EU) 2021/694	Recovery and Resilience Facility Regulation, (EU) 2021/1461	Frequency Bands Directive, (EC) 1997/072	General Data Protection Regulation (GDPR), (EU) 2016/679	Database Directive, (EC) 1996/9	Regulation for a Cybersecurity Act, (EU) 2019/881	Law Enforcement Directive, (EU) 2016/680	Product Liability Directive (PLD), (EC) 1985/374, 2022/0329(COD)	Unfair Contract Terms Directive (UCTD), (EC) 1993/13	Technology Transfer Block Exemption, (EC) 2014/616	Satellite and Cable I Directive, (EC) 1993/63	Common VAT system, (EC) 2002/112, 2022/0101(CAS)		
Horizon Europe Regulation, (EU) 2021/695, (EU) 2021/784	InvestEU Programme Regulation, (EU) 2021/623	Radio Spectrum Decision, (EC) 2002/678	Regulation to protect personal data processed by EU institutions, bodies, offices and agencies, (EU) 2018/1725	Community Design Directive, (EC) 2002/6, 2022/0391(COD)	Regulation to establish a European Cybersecurity Competence Centre, (EU) 2021/887	Directive on combating fraud and counterfeiting of non-cash means of payment, (EU) 2018/713	European Standardization Regulation, (EU) 2012/1026	E-commerce Directive, (EC) 2000/31	Company Law Directive, (EU) 2017/1132, 2023/0069(COD)	Information Society Directive, (EC) 2001/29	Payment Service Directive 2 (PSD2), (EU) 2015/2366, 2023/0208(COD)		
Regulation on a pilot regime distributed ledger tech market, (EU) 2022/858	Connecting Europe Facility Regulation, (EU) 2021/1153	Broadband Cost Reduction Directive, (EU) 2011/611, 2023/0046(COD)	Regulation on the free flow of non-personal data, (EU) 2018/1807	Enforcement Directive (FR), (EC) 2004/48	NIS 2 Directive, (EU) 2022/2555	Regulation on terrorist content online, (EU) 2021/784	Radio Equipment Directive (RED), (EU) 2014/53	Unfair Commercial Practices Directive (UCPD), (EC) 2005/29	Market Surveillance Regulation, (EU) 2019/1020	Audio-visual Media Services Directive (AVMSD), (EU) 2010/13	Digital Operational Resilience Act (DORA Regulation), (EU) 2022/2554		
	Regulation on High Performance Computing Joint Undertaking, (EU) 2021/1173	Open Internet Access Regulation, (EU) 2015/2120	Open Data Directive (PSI), (EU) 2019/1024	Directive on the protection of trade secrets, (EU) 2016/943	Information Security Regulation, 2022/0084(COD)	Temporary CSAM Regulation, (EU) 2021/1232, 2022/0158(COD)	eIDAS Regulation, (EU) 2014/510, 2021/0136(COD)	Directive on Consumer Rights (CRD), (EU) 2011/63	P2B Regulation, (EU) 2019/1150	Portability Regulation, (EU) 2017/1128	Crypto-assets Regulation (MCA), (EU) 2023/1114		
	Regulation on Joint Undertakings under Horizon Europe, (EU) 2021/2085, 2022/0233(3)(L)	European Electronic Communications Code Directive (EECC), (EU) 2018/1972	Data Governance Act (DGA Regulation), (EU) 2022/868	Standard essential patents, 2023/0133(COD)	Cybersecurity Regulation, 2022/0085(COD)	E-evidence Regulation, 2018/0106(COD)	Regulation for a Single Digital Gateway, (EU) 2018/774	e-invoicing Directive, (EU) 2014/592	Vertical Block Exemption Regulation (VBER), (EU) 2022/720	Satellite and Cable II Directive, (EU) 2019/789	Digital euro, 2023/0212(COD)		
	Decision on a path to the Digital Decade, (EU) 2022/2481	Roaming Regulation, (EU) 2022/612	ePrivacy Regulation, 2017/0003(COD)	Design Directive, 2022/0392(COD)	Cyber Resilience Act, 2022/0272(COD)	Digitalization of travel documents	General Product Safety Regulation, (EU) 2023/988	Geo-Blocking Regulation, (EU) 2018/302	Digital Market Act (DMA Regulation), (EU) 2022/1925	Copyright Directive, (EU) 2019/790	Financial Data Access Regulation, 2023/0205(COD)		
	European Chips Act (Regulation), 2022/0032(COD)	Regulation on the Union Secure Connectivity Programme, (EU) 2023/588	European Data Act (Regulation), 2022/0047(COD)	Compulsory licensing of patents, 2023/0129(COD)	Cyber Solidarity Act (Regulation), 2023/0109(COD)		Machinery Regulation, (EU) 2023/1230	Digital content Directive, (EU) 2019/770	Regulation on distortive foreign subsidies, (EU) 2022/2550	European Media Freedom Act, 2022/0277(COD)	Payment Services Regulation, 2023/0210(COD)		
	European critical raw materials act (Regulation), 2023/0075(COD)	eu top-level domain Regulation, (EU) 2019/517	European Health Data Space (Regulation), 2022/0140(COD)				AI Act (Regulation), 2021/0106(COD)	Directive on certain aspects concerning contracts for the sale of goods, (EU) 2019/771	Horizontal Block Exemption Regulations (HBER), (EU) 2022/1056, (EU) 2023/1087		Revision of the late payments Directive		
	Establishing the Strategic Technologies for Europe Platform (STEP), 2023/0199(COD)	New radio spectrum policy programme (RSP), 2023/0199(COD)	Regulation on data collection for short-term rental, 2022/0358(COD)				Eco-design Regulation, 2022/0095(COD)	Digital Services Act (DSA Regulation), (EU) 2022/2055	Platform Work Directive, 2021/0414(COD)				
		Telecoms Act / Fair Share initiative	Harmonization of GDPR enforcement 2023/0202(COD)				AI Liability Directive, 2022/0303(COD)	Right to repair Directive, 2023/0083(COD)	Single Market Emergency Instrument (SMEI), 2022/0278(COD)				
			Interoperable Europe Act, 2022/0478(COD)					Political Advertising Regulation, 2021/0381(COD)					
			Access to vehicle data, functions and resources					Multimodal digital mobility services (MDMS)					
			GreenData4all					Consumer protection strengthened enforcement cooperation					
								Consumer rights adapting ADR to digital markets					



Table 2: Overview of EU Enforcement Mechanisms and Agencies in the Digital sector

Table 2: Overview of EU Enforcement Mechanisms and Agencies in the Digital sector											
Explanation											
1 EU Institution 3 Decentralised agency 5 Independent body 7 Network of Member States 2 Executive agency 4 Governing board 6 Advisory body 8 European Standardisation Organisations											
Research & Innovation	Industrial Policy	Connectivity	Data & Privacy	IPR	Cybersecurity	Law Enforcement	Trust & Safety	E-Commerce & Consumer Protection	Competition	Media	Finance
1 European Commission (DG CNCT): Unit D.1 (EUJ 2021/694, EUJ 2021/695)	1 European Commission (DG DEFS): Unit B.1 (EUJ 2023/588)	3 Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC) (EUJ 2019/2120, EUJ 2019/1972)	3 European Health Data Space Board (EHDS) (2022/0140(COD))	2 European Union Intellectual Property Office (EUIPO) (EUJ No 386/2012, EUJ 2017/1001, 2022/0281(COD), 2022/0392(COD), 2023/0129(COD), 2023/0133(COD))	1 cert-eu (2022/0085(COD))	2 Europol (EUJ 2016/794)	3 European Artificial Intelligence Board (2021/0106(COD))	1 European Commission (DG JUST): Unit B.3 (Consumer Enforcement and Redress)	1 European Commission (DG CNCT): Unit F.2 & F.3 (EUJ 2022/2065, EUJ 2022/1925)	6 European Regulators Group for Audiovisual Media Services (ERGA), potentially replaced by European Board for Media Services, (2014/462, EUJ 2010/113, 2022/0277(COD))	1 European Central Bank (ECB) (EUJ 2015/2366, 2023/0212(COD))
2 European Research Council Executive Agency (ERCEA) (EUJ 2021/694, EUJ 2021/695, EUJ 2021/173)	2 European Union Agency for the Space Programme (EUSPA) (EUJ 2023/588, EUJ 2021/696)	4 Interoperable Europe Board (2022/0379(COD))	4 European Data Protection Board (EDPB) (EUJ 2016/679)	5 European Patent Organisation	3 European Cybersecurity Competence Centre (ECCC) (EUJ 2021/697)	2 Eurojust (EUJ 2016/1727)	3 Gateway coordination group (EUJ 2018/1724)	7 Consumer Protection Cooperation Network (CPC) (EUJ 2017/2394)	1 European Commission (DG COMP)		3 European Securities and Markets Authority (ESMA) (EUJ 2022/2554, EUJ 2023/1114)
2 European Innovation Council & SMEs Executive Agency (ERISMA) (EUJ 2021/694, EUJ 2021/695, EUJ 2021/173)	4 European Chips Infrastructure Consortium (ECIC) (2022/0032(COD))	5 eu Multistakeholder Advisory Group (EUJ 2019/517)	4 European Data Protection Supervisor (EDPS) (EUJ 2016/1725)	5 Compulsory Sciences advisory body (2023/0129(COD))	3 EU Agency for Cybersecurity (ENISA) (EUJ 2019/881)	2 European Public Prosecutor's Office (EPPO) (EUJ 2017/1939)	3 European Committee for Standardization (CEN) (EUJ 2012/1025)	1 Consumer Safety Network (EUJ 2023/988)	1 European Commission (DG GROW): Unit A.4 (2022/0278(COD))		5 European Banking Authority (EBA) (EUJ 2015/2366, EUJ 2022/2554, EUJ 2023/1114, 2023/0205(COD))
2 European Research Executive Agency (REA) (EUJ 2021/694, EUJ 2021/695, EUJ 2021/173)	4 "Governing Board of Chips Joint Undertaking (Chips JU) (2022/0033(NLE))"	6 Governing Board of Smart Networks and Services Joint Undertaking (SNS JU) (EUJ 2021/2085)	6 European Data Innovation Board (EDIB) (EUJ 2022/868)	3 European Observatory on Infringements of IPR (EUJ 386/2012)	3 European Defence Agency (EDA) (EUJ 2019/881)	2 Frontex (EUJ 2019/1886)	3 European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) (EUJ 2012/1025)		1 European Board of Digital Services (EUJ 2022/2065)		5 European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) (EUJ 2022/2554, 2023/0205(COD))
4 European Institute of Innovation & Technology (EIT) (EUJ 2021/694, EUJ 2021/695, EUJ 2021/173)	4 Governing Board of European High-Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU) (EUJ 2021/1173)				4 European Cyber Shield (2023/0109(COD))	2 eu-LISA (EUJ 2019/1726)	3 European Telecommunications Standards Institute (ETSI) (EUJ 2012/1025)		6 High-Level Group on DMA (EUJ 2022/1925)		
	4 European Digital Infrastructure Consortium (EDIC) (EUJ 2022/2481)				6 European Cybersecurity Certification Group (ECCG) (EUJ 2019/881)	2 EU Fundamental Rights Agency (FRA) (EUJ No.168/2007)			7 European Competition Network (ECN)		
	3 European Space Agency (ESA) (EUJ 2023/588)				5 Interinstitutional Cybersecurity Board (ICB) (2022/0085(COD))	2 European Anti-Fraud Office (1999/352/EC)			7 Union Product Compliance Network (EUJ 2019/1020)		
	6 European Semiconductor Board (2022/0032(COD))				6 Interinstitutional Information Security Coordination group (2022/0084(COD))						
	6 European Critical Raw Materials Board (2023/0079(COD))				6 NIS cooperation group (EUJ 2022/2555)						
	7 European network of competence centers in semiconductors (2022/0032(COD))				7 Network of National Coordination Centres (EUJ 2021/887)						
					7 EU Cybersecurity Reserve (2023/0109(COD))						



Crédits : Bruegel⁴²⁵

Annexe 3 - Schéma de la solution souveraine proposée par Systran



Crédits : Systran

⁴²⁵ A dataset on EU legislation for the digital world. (2023, 5 juillet). Bruegel | The Brussels-based economic think tank. <https://www.bruegel.org/dataset/dataset-eu-legislation-digital-world>



Annexe 4: Tableau synthétique du fonctionnement des modèles libres, Open Source, freemium et propriétaires

	Logiciels libres	Freemium	Open Source	Propriétaires
Concept	Mouvement social	Business model et stratégie de pricing	Méthode de développement	MOdèle commercial
Fonctionnement	4 libertés fondamentales de l'utilisateur	Logiciel propriétaire avec version gratuite qui est financée par l'achat des versions premium	10 conditions supplémentaires à celles des versions premium	Vente de la licence, code as diffusé à l'utilisateur et paiement pour un droit d'usage
Ordre de prix	0 ou € (coûts services et supports)	0 ou €€€ (en fonction service basique ou premium)	0 ou € (coûts services et supports)	€€€

Crédits : LINAGORA



Annexe 5: Analyse des applications intelligentes pertinentes pour les villes d'ici 2025





Annexe 6 : Tableaux récapitulatifs des différentes formules incluant Microsoft Teams en 2020



Les suites Business (limitées à 300 users par référence)

produire	M365 Apps for Business	M365 Basic	M365 Standard	M365 Business Premium
	8,80 €	4,20 €	10,50 €	16,90 €
	Office on line	Office on line	Office on line	Office on line
	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes		Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes
collaborer	One Drive (1 To)	One Drive (1 To)	One Drive (1 To)	One Drive (1 To)
		Exchange (50 Go)	Exchange (50 Go)	Exchange(50 Go)
		Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner
		Teams	Teams	Teams
sécuriser		Exchange Online Protection	Exchange Online Protection	Exchange Online Protection / ATP
				WDS Hello / MFA / Intunes
				AIP / Bitlocker / DLP



Les suites Enterprise

produire	M365 Apps for Enterprise	O365 F1	O365 E1	O365 E3	O365 E5	O365 F1	O365 E3	O365 E5
	12,80 €	3,40 €	6,70 €	19,70 €	34,40 €	8,40 €	31,50 €	54,70
	Office on line	Office on line	Office on line	Office on line	Office on line	Office on line	Office on line	Office on line
	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes + SWR RDS			Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes + SWR RDS	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes + SWR RDS	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes + SWR RDS	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes + SWR RDS	Office installable sur 5 PC/Mac + 5 smartphones + 5 tablettes + SWR RDS
	One Drive (1 To)	One Drive (1 To)	One Drive (1 To)	One Drive (5 To)	One Drive (5 To)	One Drive (2 Go)	One Drive (5 To)	One Drive (5 To)
		Exchange (2 Go)	Exchange (50 Go)	Exchange (100 Go)	Exchange (100 Go)	Exchange (2 Go)	Exchange (100 Go)	Exchange (100 Go)
		Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner	Sharepoint / Yammer / Planner
		Teams	Teams	Teams	Teams	Teams	Teams	Teams
					Phone Systems / Audio Conf			Phone Systems / Audio Conf
	collaborer		Exchange Online Protection	Exchange Online Protection	Exchange Online Protection	Exchange Online Protection / ATP	Exchange Online Protection	Exchange Online Protection / WDS Defender
							WDS Hello / MFA / Acces Conditionnel / Intunes / Advanced Threat Analytic	WDS Hello / MFA / Acces Conditionnel / Intunes / Advanced Threat Analytic
							AIP / Bitlocker / DLP	AIP / Bitlocker / Intune / DLP / Cloud App Security
sécuriser		DLP	DLP	DLP	DLP	AIP / DLP	AIP / Bitlocker / DLP	AIP / Bitlocker / Intune / DLP / Cloud App Security

Crédits: Flexsi



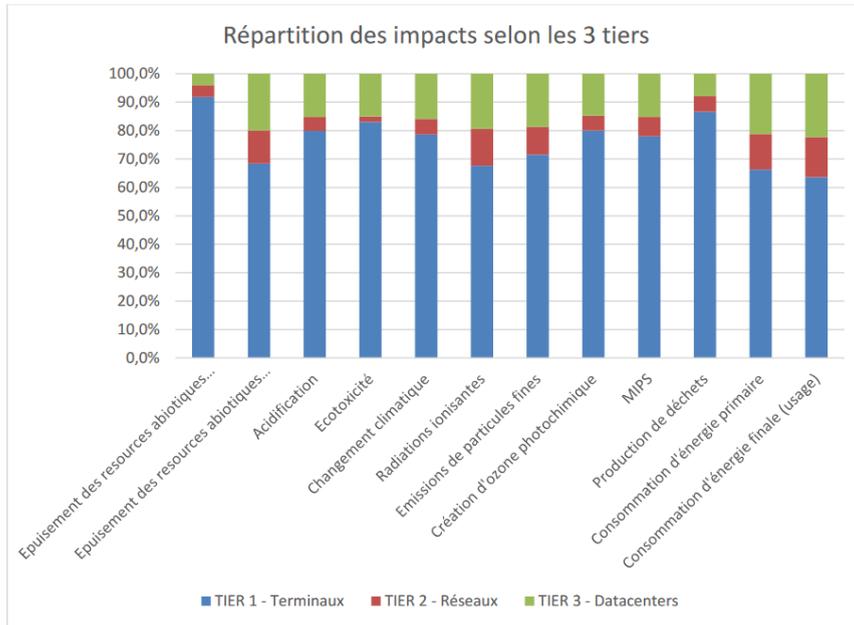
Annexe 7 : Tableau récapitulatif des augmentations à prévoir pour chaque licence selon le type d'engagement en 2023

	Engagement annuel		Engagement mensuel		Augmentation
	Avant	Après	Avant	Après	
Microsoft 365 Business Basic	5,10 €	5,60 €	6,12 €	6,72 €	9,80%
Microsoft 365 Apps for Business	8,80 €	9,80 €	10,56 €	11,76 €	11,36%
Microsoft 365 Business Standard	10,60 €	11,70 €	12,72 €	14,04 €	10,38%
Microsoft 365 Business Premium	18,60 €	20,60 €	22,32 €	24,72 €	10,75%
Office 365 E1	8,40 €	9,40 €	10,08 €	11,28 €	11,90%
Microsoft 365 Apps for Enterprise	12,80 €	14,30 €	15,36 €	17,16 €	11,72%
Office 365 E3	22,60 €	25,10 €	27,12 €	30,12 €	11,06%
Microsoft 365 E3	35,40 €	39,30 €	42,48 €	47,16 €	11,02%
Microsoft 365 E5	53,70 €	59,70 €	64,44 €	71,64 €	11,17%

Crédits: LDLC



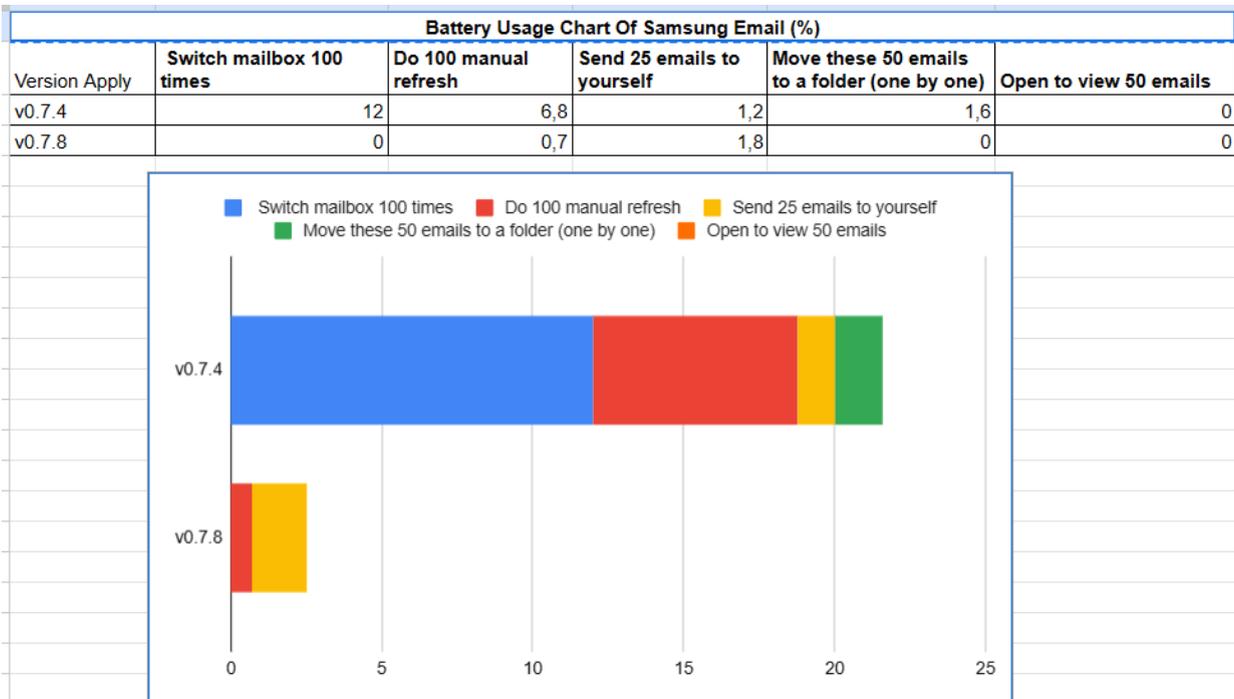
Annexe 8 : Diagramme de la répartition des impacts entre les terminaux, les réseaux et les datacenters



Crédits: Ademe/ Arcep

Annexe 9 : Graphiques synthétiques de l'étude réalisée sur deux applications distinctes, propriétaire et open source

- Graphique 1 : Utilisation de la batterie sur Samsung Email en pourcentage

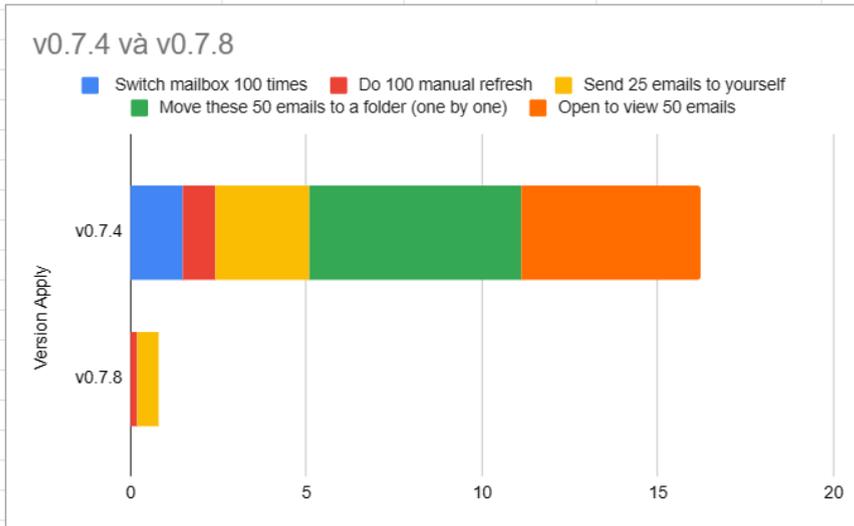


Crédits : LINAGORA



- Graphique 2 : Utilisation de la batterie sur TeamMail en pourcentage

Version Apply	Switch mailbox 100 times	Do 100 manual refresh	Send 25 emails to yourself	Move these 50 emails to a folder (one by one)	Open to view 50 emails
v0.7.4	1,5	0,9	2,7	6	5,1
v0.7.8	0	0,2	0,6	0	0



Crédits : LINAGORA

- Graphique 3 : Utilisation des données sur Samsung Email en MB

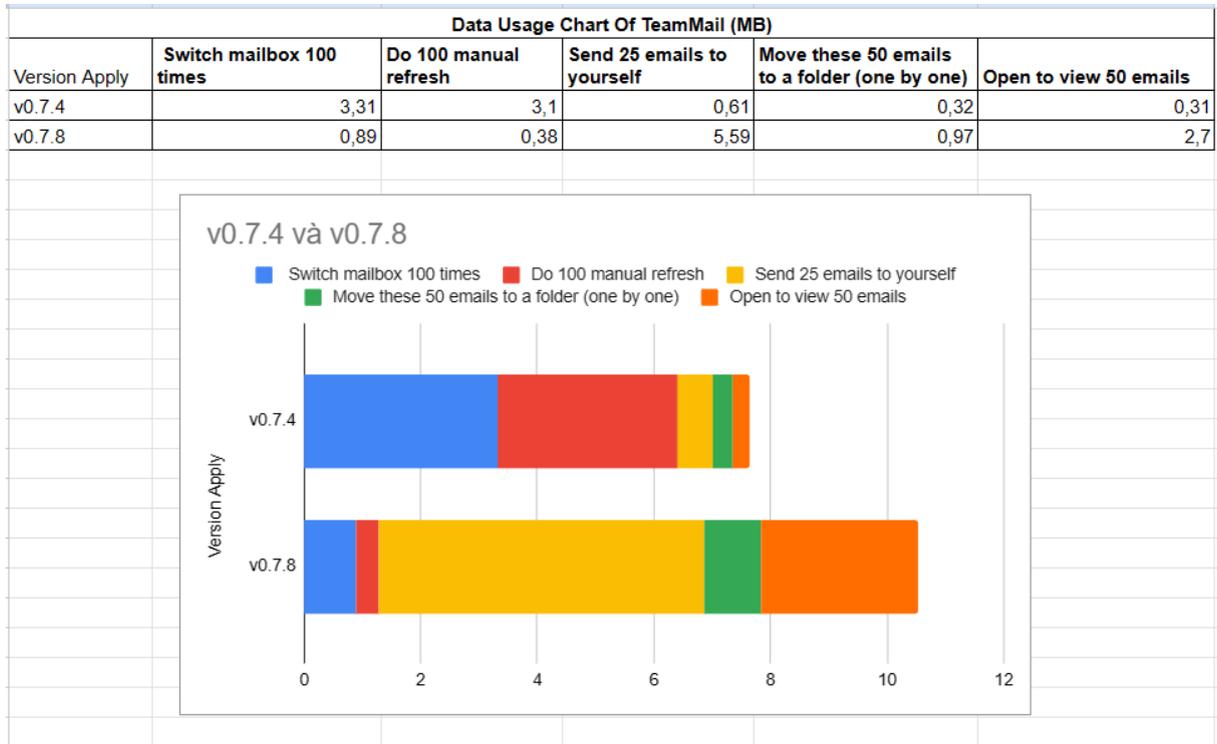
Version Apply	Switch mailbox 100 times	Do 100 manual refresh	Send 25 emails to yourself	Move these 50 emails to a folder (one by one)	Open to view 50 emails
v0.7.4	3,31	3,1	0,61	0,32	0,31
v0.7.8	0,3	0,55	0,55	0,92	0,65



Crédits : LINAGORA

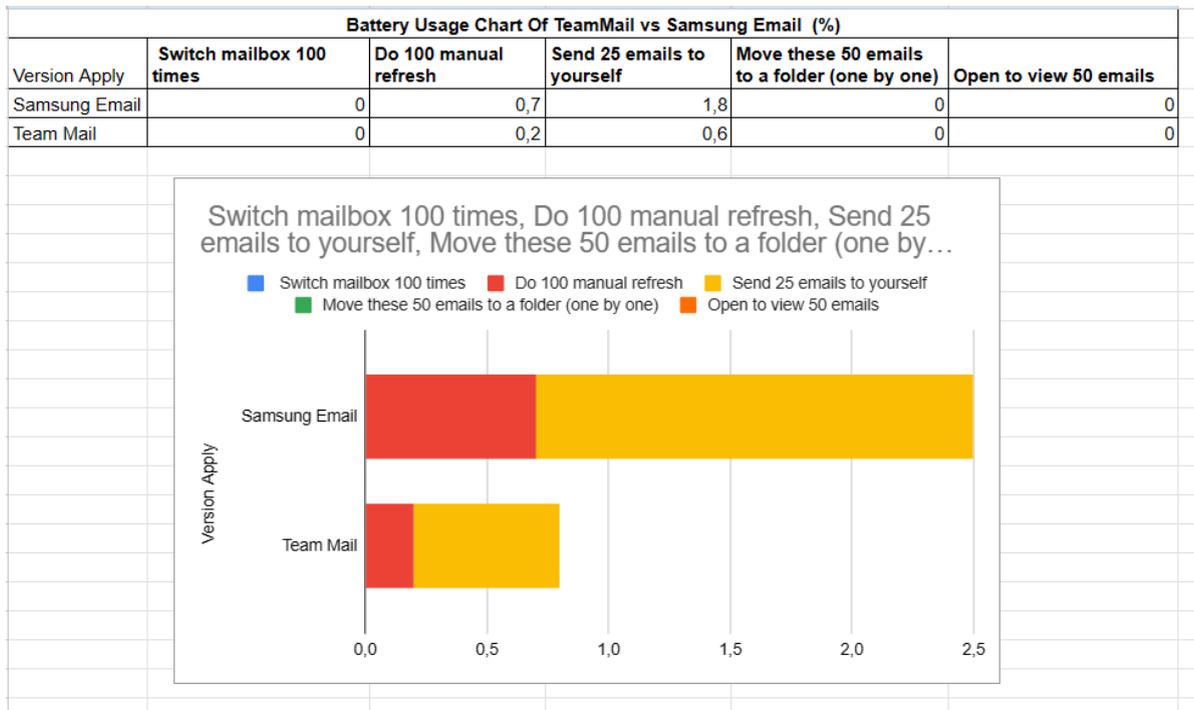


- Graphique 4: Utilisation de la batterie sur TeamMail en MB



Crédits : LINAGORA

- Graphique 5 : Comparaison de l'utilisation de la batterie sur Samsung Email et TeamMail en pourcentage



Crédits : LINAGORA



Annexe 10 : Tableau synthétique du fonctionnement des modèles libres, Open Source, freemium et propriétaires

Évolution du nombre d'entrées payantes en salles entre 2019 et 2021

	2019	2020	2021	Évolution 2021/2020
Entrées (millions) ¹	213,20	65,30	95,50	+46,3%
Entrées des films américains (millions) ²	113,20	26,50	40,30	+52,1%
Entrées des films français (millions) ²	72,80	28,70	38,00	+32,6%
Recette moyenne par entrée (€) ¹	6,79	6,63	7,04	+6,2%
Recettes (M€) ¹	1448,70	432,80	672,40	+55,4%

¹ long métrage, court métrage, hors film. ² Long métrage.

Tableau: Vie-publique.fr / DILA • Source: CNC • Récupérer les données • Créé avec Datawrapper

Crédits : Vie publique

Annexe 11 : Tableau synthétique des contributions des diffuseurs à la création cinématographique

Synthèse des obligations réglementaires des diffuseurs hertziens nationaux en clair concernant les œuvres cinématographiques d'expression originale française.

	TF1	France 2	France 3	La 5 ^{ème}	M6
Diffusion	60% d'œuvres OE dont 40% d'œuvres EOF	60% d'œuvres OE dont 40% d'œuvres EOF 192 films par an dont 104 entre 20H30 et 22H30	60% d'œuvres OE dont 40% d'œuvres EOF 192 films par an dont 104 entre 20H30 et 22H30	60% d'œuvres OE dont 40% d'œuvres EOF	60% d'œuvres OE dont 40% d'œuvres EOF 192 films par an dont 104 entre 20H30 et 22H30
Production	3% du CA à production d'œuvres cinéma, dont 2,5% pour des œuvres EOF.	3% du CA à production d'œuvres cinéma, dont 2,5% pour des œuvres EOF	3% du CA à production d'œuvres cinéma, dont 2,5% pour des œuvres EOF	3% du CA à production d'œuvres cinéma, dont 2,5% pour des œuvres EOF	3% du CA à production d'œuvres cinéma, dont 2,5% pour des œuvres EOF
Production Dispositions nouvelles	3% pour la production 0,2% pour la distribution	3% pour la production 0,2% pour la distribution	3% pour la production 0,2% pour la distribution	3% pour la production 0,2% pour la distribution	3% pour la production 0,2% pour la distribution

Crédits : Sénat⁴²⁶

⁴²⁶ Les aides publiques au cinéma en France - Sénat. (s. d.-b). Sénat. <https://www.senat.fr/rap/r02-276/r02-27627.html>

