



Défi numérique

Comment faire converger la transition numérique et la transition écologique au Québec dans un horizon de 20 ans?



Ensemble pour un futur souhaitable

Espace pour la vie | Université de Montréal

CONTRIBUTIONS

Ce rapport s'appuie sur des contributions multiples mobilisées à travers des séances de travail pilotées par un comité expert, mais aussi par le biais d'événements (ateliers de co-design, groupes focus, ateliers citoyens, entrevues individuelles, etc.), organisés par l'équipe Chemins de transition et Espace pour la vie. Les visions exprimées dans ce document ne sont pas nécessairement représentatives de la totalité des personnes qui y ont contribué ou de leur organisation.

Rédaction : Martin Deron, Mélanie McDonald (Chemins de Transition)

Révision du contenu : Clara Guillemin, Peggy Henry, Franck Scherrer (Chemins de Transition), Patrick Lainesse (Quintus marketing) ainsi que les membres du comité expert

Révision orthographique : Patrick Lainesse (Quintus Marketing)

Illustrations : Émilie Dubois, IMPAKT Scientifik

Mise en page : Karine Himbeault, Vivace Design

Contribution au contenu : Camille Chabas, Jordane Cousineau (auxiliaires de recherche, Chemins de Transition)

Crédits photos (Unsplash) :

Page 7 : Noralí Nayla, imgix, Hobi industri

Page 26 : Jainath Ponnala

Comité expert :

Christophe Abrassart, professeur agrégé, Université de Montréal

Agnès Beaulieu, fondatrice, Insertech

Valérie Bécaert, directrice de la recherche et des programmes scientifiques, ServiceNow

Mohamed Cheriet, professeur titulaire, École de Technologie Supérieure

Bianca Drapeau, directrice des opérations, Québec Numérique

Vincent Gautrais, professeur titulaire, Université de Montréal

Stéphanie Leclerc, doctorante et chargée de cours, Trottier Institute for Sustainability in Engineering and Design, Université McGill

Cyrille Maltot, associé, président et conseiller, SYNAIRGIS et AGIT Québec

Julien Toussaint, expert Green IT, Sia Partners et Les Shifters Montréal

Christoph Stamm, chargé de cours, Université de Montréal

Consultations collectives ou individuelles :

Jonathan Abitbol, Marie-Luc Arpin, Pascal Beauchesne, Mehdi Benboubakeur, Nicolas Bernier, Jocelyn Blériot, John Blouin, Cécile Bulle, Stéphanie Caddedu, Sylvain Carle, Guillaume Chicoisne, Dominic Cliche, Simon Collin, Amélie Côté, Thomas Dandres, Jonathan Durand Folco, Sébastien Gambis, Jennifer Garard, Chany Gauthier, Mathieu Gauthier-Pilote, Philippe Gauthier, Christian Laramée, Jessica Leblanc, Pascale Lehoux, Geneviève Létourneau-Guillon, Daria Marchenko, Alexandre Monnin, Tristan Oertli, Yann Pezzini, Max Pinsard, Saad Sebti, Vivian Shi, Nathalie Voarino

Pour citer ce document :

Chemins de transition (2022). Comment faire converger la transition numérique et la transition écologique au Québec dans un horizon de 20 ans? Rapport final du défi numérique.



TABLE DES MATIÈRES

MOT DU DIRECTEUR

La transition écologique et la transition numérique accélèrent, chacune dans son monde : comment les faire converger?.....4

POURQUOI LE DÉFI NUMÉRIQUE?.....5

Des outils précieux en contexte de transition écologique.....5

Des alliés de choix pour accompagner les secteurs à réduire leur empreinte5

Des leviers de transformation massive...6

... aux impacts environnementaux en forte croissance.....6

Des impacts environnementaux peu connus..7

... mais significatifs7

Au Québec et au Canada.....8

Des projections difficiles à concilier avec les impératifs de la transition écologique9

Une ressource limitée et de plus en plus restreinte.....10

Faire converger transition numérique et transition écologique.....11

Le défi numérique de chemins de transition.....12

Les limites du défi numérique13

DÉFINIR UNE VISION COLLECTIVE D'UN FUTUR

À LA FOIS POSSIBLE ET SOUHAITABLE.....14

La vision du défi numérique.....16

LES ÉTAPES-CLÉS À FRANCHIR

POUR ATTEINDRE CETTE VISION19

L'offre et la demande de sobriété.....21

Un partage de ressources limitées.....24

Un numérique sur mesure28

L'innovation guidée par la transition31

UN ÉCLAIRAGE SUR LES FORCES VIVES DE CE CHEMIN35

Les investisseurs(-euses).....36

La société civile.....38

Les entreprises du secteur numérique40

Les personnes et organisations utilisatrices.....42

Les institutions d'enseignement et de recherche.....44

Les gouvernements.....46

ET SI...51

ET SI... la hausse de la demande en électricité nous obligerait à prioriser l'accès à l'énergie au cours des prochaines années?52

ET SI... les ressources se raréfiaient plus vite que prévu, affectant les chaînes d'approvisionnement du numérique?54

ET SI... nous ne parvenions pas à encadrer les géants technologiques?56

LES NŒUDS DU FUTUR.....59

DES GERMES DE CHANGEMENT62

LE MOT DE LA FIN63

RÉFÉRENCES64

MOT DU DIRECTEUR

La transition écologique et la transition numérique accélèrent, chacune dans son monde : comment les faire converger ?

D'un rapport international à l'autre, nous prenons toute la mesure de l'ampleur des bouleversements écologiques que nos modes de développement ont provoqués, comme de la profondeur des transformations que nos sociétés doivent conduire pour tenter d'y remédier en l'espace d'une génération. En même temps, nous participons, enthousiastes ou inquiets, à une révolution technologique, l'expansion d'un univers numérique dans toutes les sphères publiques et privées des activités humaines, dont on ne perçoit pas encore les bornes. Or ces deux faces d'un même monde, ou plus exactement ces deux visions d'où va le monde ne communiquent pratiquement jamais entre elles. Pour ne prendre que l'énoncé de politiques climatiques, tels que les engagements pris par les pays pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris, on constate que le numérique y est presque toujours un angle mort. En ce qui concerne la chambre d'écho de l'industrie numérique, des grandes entreprises de la *Silicon Valley* aux équipes de pointe sur l'intelligence artificielle, l'idée que le numérique contribue aux crises écologiques et qu'il doive se développer sous contrainte de son empreinte environnementale semble encore marginale.

Le petit nombre de personnes qui s'intéressent à la question sont souvent partagées en deux camps : pour certaines, la transition numérique de notre société va assurément fournir les

innovations indispensables pour s'adapter aux conséquences des bouleversements écologiques et accélérer la transition vers une société plus soutenable. D'autres dénoncent au contraire le mythe de la dématérialisation du numérique et révèlent au plein jour le risque de croissance démesurée des consommations énergétiques et de ressources non renouvelables que notre suréquipement et notre surconsommation du numérique vont induire. Les appels à une sobriété numérique plus ou moins forcée d'un côté, et la croyance absolue dans le solutionnisme technologique de l'autre, sont les symptômes d'une absence de dialogue. Pourtant le potentiel d'innovation du numérique peut tout à fait aller de pair avec une plus grande attention portée à la sobriété en carbone et en ressources du numérique. Comme il s'est révélé un formidable outil de résilience durant la crise sanitaire, le numérique a le potentiel d'accélérer demain la transition écologique. Face à l'anxiété paralysante que génère le « mur » de la décarbonation des activités humaines qui se dresse devant nous d'ici 30 ans, le développement du numérique peut nous redonner de la capacité à agir. Pour cela, il est indispensable que les gains environnementaux permis par le numérique ne soient pas annulés par ses impacts en termes d'émissions de GES, d'utilisation de ressources et de consommation d'énergie.

La démarche empruntée par Chemins de transition offre des atouts pour avancer dans cette convergence des deux transitions. Puisque l'avenir qu'elles dessinent paraît particulièrement incertain, la prospective, qui permet collectivement d'explorer des futurs possibles et de tracer une trajectoire vers une vision souhaitable, est particulièrement adaptée. Toujours en raison de cette incertitude, il n'y a pas de spécialiste qui aurait le monopole d'une parole d'autorité : c'est au contraire l'intelligence collective des multiples savoirs que nous avons mobilisés tout au long de ce processus qui nous permet de rendre plus saisissable la façon dont nous pouvons, au Québec, orienter et accélérer la transformation nécessaire de nos sociétés. Expertes et experts scientifiques de toutes disciplines, professionnelles et professionnels, citoyennes, citoyens et activistes se sont « passés le ballon » pour aboutir à ce rapport, avant que d'autres s'en emparent. Nous tenons à remercier tout particulièrement les membres du comité expert, cités préalablement, qui ont fait les arbitrages nécessaires à l'avancée de ces travaux.

Franck Scherrer, directeur académique et instigateur de Chemins de Transition



POURQUOI LE DÉFI NUMÉRIQUE?

Des outils précieux en contexte de transition écologique

Que ce soit pour travailler, communiquer, se divertir et même de plus en plus pour accéder aux services publics, les technologies numériques rythment nos activités quotidiennes. Cette tendance exponentielle depuis l'essor des technologies de l'information et de la communication (TIC) des années 1990, s'est d'autant plus accélérée depuis l'arrivée de la pandémie de COVID-19. Outils de résilience par excellence, les technologies numériques ont permis de maintenir un grand nombre d'activités économiques et culturelles malgré les mesures de distanciation.

Cette capacité à faire advenir des changements importants en très peu de temps fait des technologies numériques des catalyseurs importants pour accélérer la transition écologique. Déjà aujourd'hui, les outils numériques nous aident à modéliser et davantage anticiper les conséquences des changements climatiques, à suivre et mieux comprendre les déplacements de populations animales ou encore à nous organiser collectivement pour mutualiser nos biens. Mais ce rôle pourrait s'accroître à l'avenir : en effet, pour beaucoup d'acteurs et d'actrices

des milieux institutionnels et industriels, le numérique possède les atouts nécessaires pour être l'un des leviers centraux de la transition écologique. « L'accélération de la transformation numérique des entreprises vers de nouvelles technologies » est par exemple l'un des piliers du Plan d'action de développement durable 2015-2022 du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (1), et Hydro-Québec identifie le « virage numérique » comme l'un des trois volets principaux de la transition énergétique (2).

Des alliés de choix pour accompagner les secteurs à réduire leur empreinte

De nombreux outils numériques sont déjà utilisés dans divers secteurs afin de développer des pratiques plus soutenables. Parmi les services numériques qui semblent les plus prometteurs, et bien qu'il ne soit pas toujours évident d'en mesurer les retombées, on trouve par exemple l'utilisation de systèmes d'intelligence artificielle pour repérer et réduire les îlots de chaleur dans les milieux urbains, et donc des besoins en climatisation (3). Dans le secteur des nouvelles énergies renouvelables, les technologies numériques sont de plus en plus utilisées pour réaliser l'interconnexion du réseau électrique, afin d'assurer une distribution plus fluide et de pallier l'intermittence (4). Enfin,

les outils de réunion à distance permettent de réduire en partie les trajets quotidiens et les voyages professionnels (5).

Il semble très probable que l'utilisation d'outils numériques comme accélérateurs de transition soit renforcée au cours des prochaines années. Dans une étude récente, une équipe de recherche en apprentissage automatique menée par David Rolnick (Université McGill/MILA) offre un aperçu des secteurs où les technologies numériques (plus spécifiquement l'apprentissage automatique) pourraient être utilisées afin de contribuer plus activement à la lutte contre les changements climatiques. En partant du principe

que la transition nécessite à la fois une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et des stratégies d'adaptation aux conséquences inévitables des changements climatiques, les scientifiques identifient une série de problématiques sectorielles auxquelles ces outils pourraient offrir des solutions. Ils proposent par exemple l'utilisation d'imprimantes 3D dans la construction afin de concevoir de nouvelles formes qui ne pourraient pas être conçues dans des moules traditionnels et qui nécessiteraient moins de matières fortement carbonées (comme le ciment et l'acier), ou encore la surveillance continue de l'état des tourbières grâce à la télédétection (6).

Des leviers de transformation massive...

D'autres spécialistes défendent que, même si elles doivent être encouragées, les applications sectorielles des technologies numériques ne suffiront pas à réaliser le changement de paradigme que nécessite la transition écologique. Si la recherche montre que les voies de décarbonation profonde sont techniquement réalisables, orienter rapidement les sociétés vers ces sentiers s'annonce comme une tâche monumentale. Selon ces spécialistes, cette inertie serait due aux règles, structures de pouvoir et aux mentalités ancrées dans les systèmes économiques, politiques et cognitifs existants qui empêcheraient la société d'opérer les transformations à la vitesse et à l'ampleur nécessaires. L'organisme et collectif *Sustainability in the Digital Age (SDA)*, basé à Montréal, estime en ce sens que la réelle force de transformation du numérique réside en son

pouvoir « disruptif ». SDA remarque que les technologies numériques contribuent déjà à façonner de nouvelles normes, structures de pouvoir et façons de penser au fur et à mesure où nos sociétés se numérisent. L'organisme nous invite à guider cette force de transformation vers les impératifs de la transition écologique en se concentrant sur quatre « perturbateurs numériques » pouvant apporter des changements structurels au fonctionnement de notre société (7) :

- **Un niveau de transparence inédit**, en lien avec la multiplication des objets connectés qui collectent et partagent des informations en continu;
- **Un potentiel de collaboration massive**, permis par le partage des ressources numériques et la décentralisation

des appareils numériques, rendant possibles des formes de collaboration inédites à travers le monde;

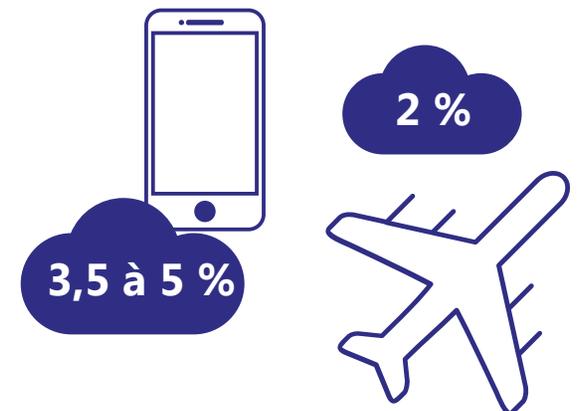
- **Le développement de systèmes intelligents**, qui sont capables d'analyser de larges volumes de données complexes pour assister à la prise de décision;
- **La réalité mixte**, qui combine réalité virtuelle et réelle pour créer des expériences immersives afin de susciter davantage de réponses émotionnelles et comportementales que les méthodes de sensibilisation traditionnelles.

Les spécialistes rassemblés par l'organisme militent pour que ces capacités, propres au numérique, soient orientées vers la transition écologique afin de provoquer les profonds changements qu'elle suppose.

... aux impacts environnementaux en forte croissance

S'il est important de regarder comment le numérique peut contribuer positivement à la transition écologique, il est également critique de porter attention aux impacts qu'il génère. Depuis quelques années, de plus en plus de voix lancent l'alerte sur l'empreinte grandissante de l'univers numérique, un angle mort des politiques environnementales au Québec comme ailleurs.

En le considérant comme un secteur à part entière, le numérique contribue à l'empreinte carbone de nos modes de vie : selon les études, il serait déjà responsable d'environ **3,5 % à 5 % des émissions de GES mondiales** – soit des proportions similaires, voire supérieures à d'autres secteurs importants comme les véhicules lourds (4 %) ou l'aviation (2 %). (8, 9, 10)



Des impacts environnementaux peu connus...

Secteur économique majeur en pleine croissance, le numérique n'est pas traditionnellement abordé comme tel au sein des politiques environnementales et climatiques. Cet angle mort semble être lié à une vision abstraite attribuée à l'industrie, qui utilise des champs lexicaux évoquant la dématérialisation et la légèreté. Les termes tels que « nuage » ou « virtualisation », véhiculés abondamment par l'industrie, contribuent à entretenir la vision d'un numérique qui évolue sans impacts sur les ressources ou les écosystèmes. Or, les usages numériques reposent sur un ensemble d'infrastructures et d'équipements, qui est, au contraire, très matériel.

L'univers numérique, en trois grands pôles matériels :

Les appareils (parfois appelés « terminaux ») – les téléphones (intelligents ou non), télévisions, tablettes, objets connectés en tout genre utilisés au quotidien par les personnes et les organisations.



Les centres informatiques – qui stockent l'ensemble des informations échangées sous forme de données au sein de leurs serveurs et assurent leur disponibilité.



Les réseaux – les antennes, câbles souterrains et sous-marins, ainsi que les équipements réseau divers tels que les routeurs, qui permettent aux personnes d'échanger et de communiquer avec les centres informatiques.



... mais significatifs

L'ensemble de ces infrastructures et équipements représente en réalité une imposante couche matérielle : alors que nous étions 7,7 milliards en 2019, nous possédions déjà plus de 34 milliards d'équipements numériques. La masse totale de ces appareils et infrastructures était alors estimée à 223 millions de tonnes, soit l'équivalent de 179 millions de voitures (environ 6 fois le parc automobile canadien!). Et cette estimation ne représente que le poids final des équipements, elle ne tient pas compte

de l'ensemble des ressources qui ont dû être mobilisées lors de leur fabrication.

Tout au long de son cycle de vie, le numérique génère des impacts sur l'environnement : depuis l'extraction des matières premières pour la fabrication des équipements jusqu'à leur fin de vie, en passant par la distribution et la phase d'utilisation.

C'est la phase de fabrication qui concentre le plus d'impacts sur le cycle de vie des équipements et des infrastructures numériques, en particulier lorsqu'il s'agit des

appareils des utilisatrices et des utilisateurs. Cette phase est particulièrement gourmande en hydrocarbures (pour la production de plastique), électricité, eau, sable et surtout en ressources métalliques (métaux de base, précieux, critiques...). Les appareils numériques ont une forte « intensité matière » : en moyenne, on estime qu'il faut mobiliser 50 à 350 fois leur poids en matière pour produire des appareils à forte composante électronique. La fabrication d'un ordinateur portable de seulement 2 kg aura ainsi nécessité 800 kg de matières premières (11).

LE CYCLE DE VIE D'UN ORDINATEUR

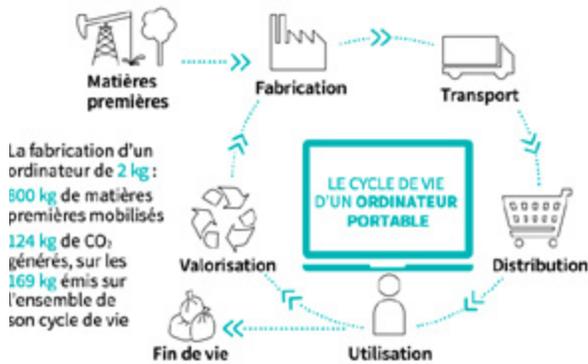


Figure 1 - Issue de (11, p.6)

Les autres étapes sont également source d'impacts significatifs : le transport des équipements se fait principalement par avion et bateau, générant des émissions de GES, et l'utilisation entraîne une consommation énergétique pour recharger les appareils, et faire fonctionner les réseaux et centres informatiques. Enfin, nous générons à l'échelle internationale de grands volumes de déchets numériques, dont la majorité prend le chemin des

lieux d'enfouissement ou est envoyée à l'étranger via des réseaux parallèles, où elle termine dans des décharges à ciel ouvert, avec des conséquences nocives pour la santé humaine comme celle des écosystèmes. Malheureusement cette dernière étape du cycle de vie souffre d'une grande opacité et de l'absence d'un suivi rigoureux à l'heure actuelle et se trouve donc certainement sous-représentée dans l'empreinte générale du secteur.

En reprenant les trois pôles de l'univers numérique, les sources d'impacts à l'échelle mondiale sont, par ordre décroissant (12) :

- ↓ La fabrication des appareils;
- ↓ La consommation électrique des appareils;
- ↓ La consommation électrique du réseau;
- ↓ La consommation électrique des centres informatiques;
- ↓ La fabrication des équipements réseau;
- ↓ La fabrication des équipements et des informatiques.

%	Énergie	GES	Eau	Élec.	Ressources
Utilisateurs	60%	63%	83%	44%	75%
Réseau	23%	22%	9%	32%	16%
Centres informatiques	17%	15%	7%	24%	8%

Répartition des impacts du numérique mondial en 2019

Figure 2 - Issue de (12, p.13)

Ce classement s'explique notamment par le fait que les impacts environnementaux sont proportionnels à la quantité d'équipements de chaque pôle : par leur nombre (34 milliards), les appareils concentrent donc la majorité des impacts de l'univers numérique.

Au Québec et au Canada

Il n'existe pour le moment pas d'étude institutionnelle qui offrirait un portrait des impacts liés au numérique au Québec, ou même en Amérique du Nord. Cependant, le groupe de réflexion bénévole *Les Shifters Montréal* a produit en 2020 deux rapports sur les usages numériques au Canada et au Québec qui tentent de l'estimer avec les données disponibles. Ils concluent que les Canadiennes et les Canadiens

utilisent fortement les outils numériques. En moyenne, chaque personne (13) :

- Consomme trois fois plus de données que la moyenne mondiale (1000 Go en 2019).
- Possède environ une dizaine d'appareils numériques et en remplace deux chaque année par du neuf.

La majorité des émissions des GES du numérique au Canada (70 %) serait concentrée dans la phase de fabrication des appareils, car l'électricité pour l'utilisation des appareils et des infrastructures demeure faiblement carbonée.

Des projections difficiles à concilier avec les impératifs de la transition écologique

Au-delà des impacts actuels, ce sont surtout les projections qui font du numérique un sujet préoccupant au regard de la transition écologique. Selon *The Shift Project*, le taux de croissance annuelle des émissions de GES dues au numérique serait d'environ 6 %, ce qui veut dire que la part du numérique devrait continuer d'augmenter et pourrait même doubler d'ici 2025 pour dépasser 7 % des émissions totales (14). 7 % des émissions, c'est ce que l'on attribue actuellement aux voitures et aux deux-roues à l'échelle mondiale (15)! **Comment expliquer que l'empreinte environnementale attribuable au numérique continue d'augmenter malgré tous les progrès réalisés dans le secteur en matière d'efficacité énergétique ?**

- La réponse se trouve principalement du côté de la **hausse de la demande**. Tous les indicateurs pointent vers une explosion du nombre d'appareils au cours des prochaines années à l'échelle mondiale, portée par l'essor des objets connectés, des villes intelligentes et de l'informatique embarquée (ex. : robots ménagers, voitures connectées). Si les tendances se maintiennent, on prévoit ainsi la production de 65 milliards d'appareils numériques dans le monde en 2025 (dont 48 milliards d'objets connectés - soit 48 fois plus qu'en 2010!) (16). De la même manière, le trafic de données connaît actuellement une croissance de plus de 25 % par an, portée en grande majorité par les

flux vidéo (17). Ces tendances mondiales devraient également se matérialiser au Québec, en lien avec le « virage numérique » que souhaite poursuivre le gouvernement provincial au sein des principaux secteurs économiques et à travers les organisations.

- En parallèle, on observe que, pour le moment, **les gains d'efficacité réalisés par le secteur ne servent pas à stabiliser ou à réduire les flux de matière et d'énergie associée.** Au contraire, des technologies plus efficaces permettent de réduire les coûts d'exploitation et encouragent le développement de nouveaux usages qui n'étaient jusque-là pas accessibles. **C'est ce que l'on appelle « l'effet rebond »**, l'un des obstacles les plus redoutables pour la transition écologique! Par exemple, le réseau 5G est beaucoup plus efficace que les réseaux précédents, mais son déploiement a été pensé pour développer de nouveaux usages, qui conduiront à la fabrication de milliards de nouveaux appareils pour profiter des fonctionnalités disponibles (18).

Résultat : les progrès impressionnants réalisés par ce secteur en termes d'efficacité énergétique ne compensent pas la hausse de l'usage. On estime que le numérique devrait consommer trois fois plus d'énergie en 2025 qu'en 2010 (19). Du côté matériel, la forte augmentation d'appareils numériques va également entraîner une pression croissante sur les ressources nécessaires à les fabriquer, comme les métaux. Or, la transition écologique

nécessite que tous les secteurs économiques réduisent progressivement et durablement leurs impacts environnementaux pour éviter les conséquences les plus dramatiques des bouleversements planétaires. Les tendances de croissance affichées par l'univers numérique s'inscrivent à contresens de cet effort global et rien n'indique un ralentissement à venir. **Sans changement majeur de trajectoire, il y a un risque important que le numérique gomme, voire annule, les efforts de réduction des impacts réalisés dans d'autres secteurs.** À quel point les promesses du numérique en termes d'efficacité énergétique (pour se déplacer, se loger, se nourrir...) valent-elles l'augmentation de la facture environnementale de ce secteur, compte tenu du peu de temps dont l'humanité dispose pour réduire son empreinte ?

« Des changements radicaux dans la structure et les composants du numérique seront nécessaires pour réduire l'empreinte pendant une période de croissance exponentielle. Parallèlement, les technologies numériques joueront un rôle clé dans la réduction de l'empreinte carbone des marchés verticaux. Cela offrira une grande opportunité pour l'innovation et le développement de la société. Mais, plus le numérique progresse, plus la demande de bande passante et les coûts associés continuent à augmenter. »
(Mohamed Cheriet, professeur titulaire, École de Technologie Supérieure)

Une ressource limitée et de plus en plus restreinte

Même si on faisait le choix de s'appuyer fortement sur le numérique comme un outil clé de transition écologique, il est important de ne pas perdre de vue que les nombreux équipements nécessaires à ce secteur (appareils, réseau...) font de lui une ressource limitée, à l'opposé de l'image diffuse et infinie entretenue par les offres d'accès illimité et la vision populaire de l'avenir «tout numérique». De fait, le secteur dépend pour fonctionner de ressources non renouvelables et son approvisionnement au long terme risque d'être de plus en plus contraint par la disponibilité décroissante de celles-ci.

Les réseaux sont gourmands en grands métaux (cuivre, aluminium), alors que nos appareils nécessitent une quantité de petits métaux (tantale, gallium, germanium) et de métaux précieux (or, platine). Bien que consommés en très faibles quantités, ces métaux sont vite devenus indispensables par leurs caractéristiques exceptionnelles qui servent à amplifier les performances de nos équipements (20). Le niveau critique de ces ressources peut varier, et est établi selon les réserves estimées dans l'écorce terrestre et les rythmes d'exploitation prévus, mais aussi la répartition de ces ressources sur la planète et le nombre d'entreprises et de pays qui composent l'offre. Les enjeux les plus importants à courts et moyens termes semblent concerner principalement des tensions d'approvisionnement (ruptures, pénuries plus ou moins étendues) liées à une inadéquation entre une demande explosive

et des capacités d'offre ne pouvant pas s'ajuster à temps (inertie technique pour installer des sites, coûts d'exploitation, rendements décroissants, interdépendance économique entre les métaux, etc.). Entre 2000 et 2018, la demande pour les métaux dits «de base» a augmenté de 96 % et celle des métaux plus spécialisés, de 144 % (21). La situation monopolistique de certains maillons de la chaîne de production pourrait également comporter des risques géopolitiques, tout comme la concentration de certains métaux : la Chine dispose par exemple de plus de 80 % des réserves de tungstène (23), et de plus de 90 % des réserves d'antimoine connues (24).

Le numérique consomme également de grands volumes d'eau tout au long de son cycle de vie : lors de l'extraction des minerais, dans la production de composants électroniques, mais aussi pour refroidir les serveurs des centres informatiques. Or, les besoins hydriques du numérique entrent de plus en plus en concurrence avec d'autres usages, comme l'approvisionnement des populations locales et de l'agriculture. Cette situation de rivalité est déjà source de fortes tensions, notamment lorsqu'elle se manifeste dans des zones soumises à un stress hydrique important. Par exemple, l'extraction de lithium dans le désert d'Atacama, au nord du Chili, occasionne l'épuisement de la nappe aquifère de la région, et de ce fait, empêche la possibilité de développer des pratiques agricoles (25).

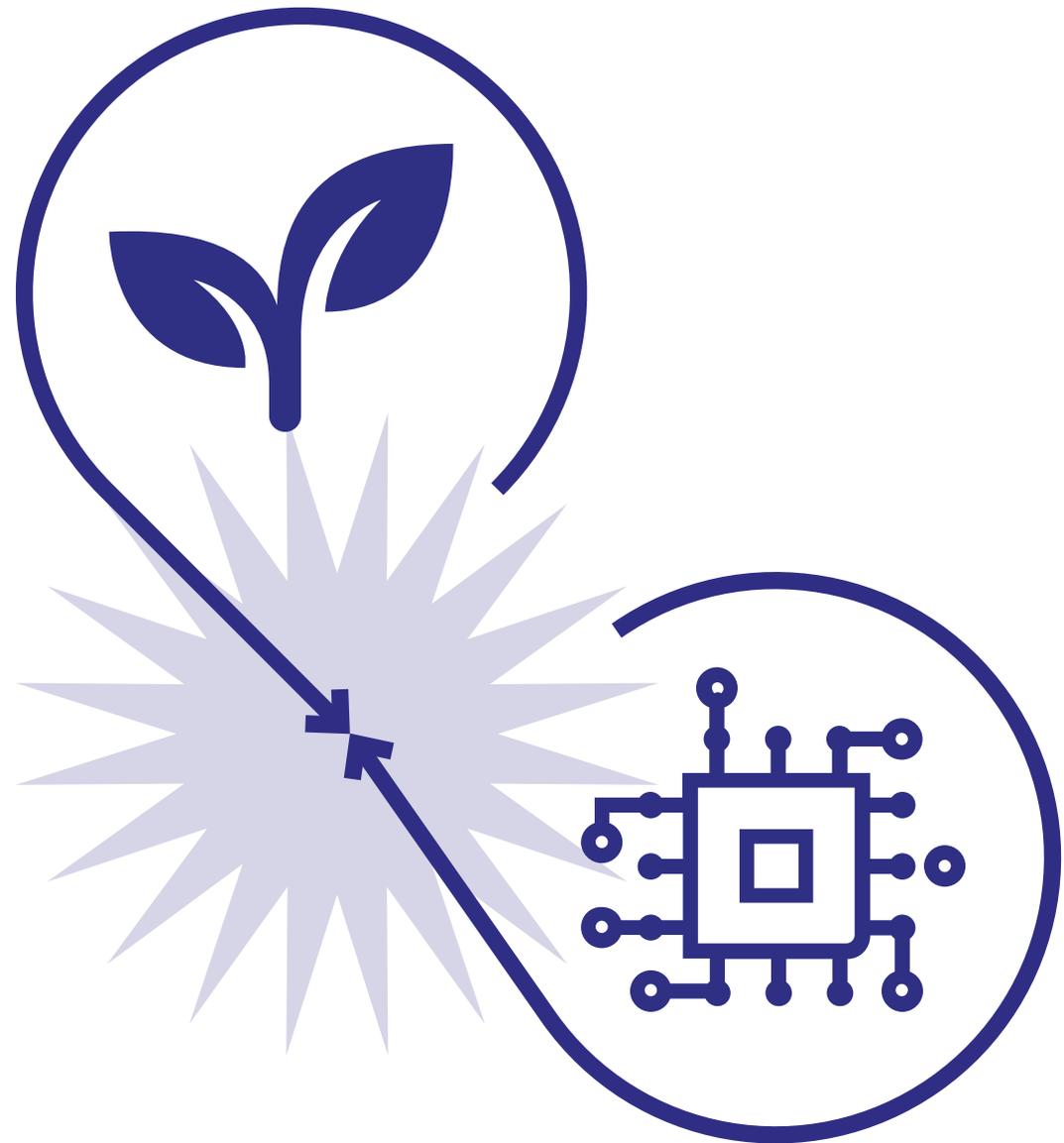
« Reposant sur l'extraction de terres rares, le numérique est une ressource finie et largement plus diffusée dans les pays développés. De fait, nous devons redéfinir nos besoins pour mutualiser des pratiques durables et favoriser la résilience de nos sociétés sur le long terme. »

(Julien Toussaint, expert Green IT)



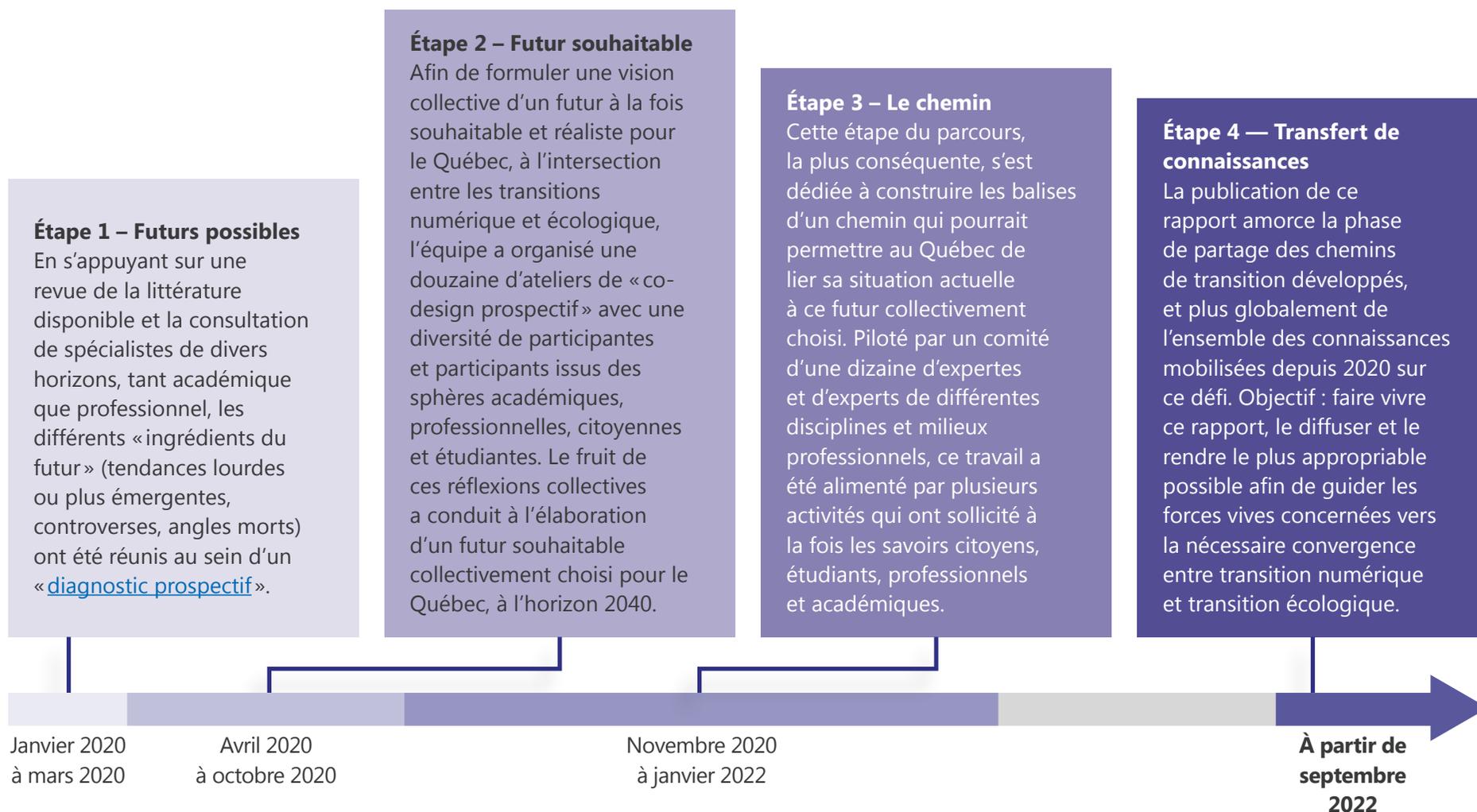
Faire converger transition numérique et transition écologique

La transition écologique nécessite de réaliser des changements profonds en l'espace d'une ou de deux décennies seulement et pourrait compter, pour ce faire, sur le potentiel transformateur des outils numériques. Cependant, l'empreinte grandissante du secteur montre que l'on ne peut plus se permettre de laisser la transition numérique se poursuivre sans la soumettre à des balises pour qu'elle parvienne à réduire à la fois sa propre empreinte et celle des secteurs qu'elle transforme. Faire du numérique un allié de la transition écologique passe par une remise en question profonde de la place que nous lui accordons. Cela implique de commencer dès aujourd'hui à façonner collectivement un numérique guidé par la transition écologique, qui en accepte les contraintes, et les utilise comme source d'inspiration et levier d'innovation : en voilà un beau défi collectif!



Le défi numérique de chemins de transition

Entre janvier 2020 et janvier 2022, l'équipe du défi numérique de [Chemins de transition](#) — avec l'aide de plus de 200 personnes — a travaillé sur l'idée de faire converger la transition numérique et la transition écologique, au Québec, dans un horizon de 20 ans. Ce travail a été effectué à travers trois étapes successives, inspirées de l'approche prospective :



Les limites du défi numérique

Avec la publication de ce rapport, nous espérons contribuer à faire avancer les connaissances à l'intersection entre les transitions numérique et écologique. Mais ces travaux ne prétendent pas couvrir l'ensemble des problématiques et des enjeux associés au numérique. Nous avons fixé plusieurs balises pour tenter de guider nos travaux sans nous éparpiller. Mais rappelons que le chantier de la convergence entre les transitions au Québec ne fait que commencer et gagnera à être complété et bonifié lorsque d'autres s'y joindront au cours des prochaines années!

ÉCHELLE DU QUÉBEC – le défi numérique s'adresse en premier lieu aux forces vives de la société québécoise. Cette échelle géographique a été choisie, car elle permet d'inclure un ensemble de parties prenantes suffisamment important et divers pour opérer des changements significatifs dans sa trajectoire, tout en étant suffisamment délimité pour pouvoir instaurer un dialogue et des dynamiques de concertation. Cependant, le numérique est par nature mondialisé et de nombreuses parties prenantes influentes se trouvent à l'étranger, en particulier celles impliquées dans la conception et fabrication d'appareils ainsi que la conception de services numériques. En ce sens, l'univers numérique au Québec ne dépend pas seulement des décisions prises localement; il est également fortement influencé par ce qui se passe à l'international. Nous avons tenté d'intégrer les questionnements que pose cette dépendance aux parties prenantes internationales dans différentes sections du rapport, comme une invitation à poursuivre la réflexion collectivement (voir notamment le chapitre « Et si »).

ANGLE ENVIRONNEMENTAL – nos travaux se sont concentrés de manière quasi exclusive sur un sujet relativement peu abordé au Québec : l'intersection entre le numérique et la transition écologique. Toutefois, nos réflexions ont fait écho à de nombreux enjeux connexes : ceux de justice internationale (par exemple en lien avec les pratiques extractivistes et la gestion des déchets électroniques), les enjeux sociaux (ex. conditions de travail très difficiles lors de la fabrication, les « travailleuses et travailleurs du clic » invisibilisés, biais algorithmiques et injustices sociales), démocratiques ou encore les enjeux de santé mentale (ex. cyberdépendance). Lors de l'étape du transfert, nous espérons pouvoir faire des liens avec d'autres acteurs et actrices qui se consacrent pleinement à ces questions.



IMPACTS DIRECTS – Ce rapport se concentre principalement sur les impacts directs attribuables aux outils numériques – soit les impacts environnementaux qu'ils génèrent à travers leur cycle de vie, et les cas d'utilisations qui ont le potentiel d'accélérer la transition écologique. Cependant, étant donné sa nature multisectorielle et omniprésente, le numérique génère également un certain nombre d'impacts indirects. Par exemple, les outils numériques contribuent à l'intensification des activités économiques qu'ils rendent possibles et ce, y compris dans les secteurs qui perpétuent la non-soutenabilité de nos modes de vie. Comme le soulignent Françoise Berthoud et Pierre-Yves Longaretti (26), l'accélération du commerce international est permise par l'allongement des chaînes de production, le traçage en temps réel, l'optimisation du temps et des stocks grâce aux outils numériques (GPS, codes-barres, logiciels de gestions, puces de suivi et algorithmes d'optimisation). Nous avons tenté au mieux de prendre en compte « l'utilité sociale » des outils numériques ainsi que les effets rebond potentiels dans la trajectoire développée afin de ne pas outrepasser les responsabilités du numérique. Toutefois, il est si imbriqué avec les secteurs d'activité qu'il soutient que cette frontière est parfois difficile à délimiter.

DÉFINIR UNE VISION COLLECTIVE D'UN FUTUR À LA FOIS POSSIBLE ET SOUHAITABLE

Une fois convenu que les trajectoires actuelles du numérique ne sont pas compatibles avec les impératifs de la transition écologique, dans quelle direction voulons-nous aller? Que voulons-nous atteindre collectivement pour concilier au mieux transition numérique et transition écologique?

La formulation d'une vision est une étape critique dans l'élaboration de chemins de transition. En l'absence de celle-ci, la transition devient l'addition d'actions non concertées, à objectifs multiples, souvent dans une optique de court terme et potentiellement incompatible. Sans chercher à établir un point d'arrivée trop précis, qui risquerait de devenir obsolète, la vision se construit de points d'accroche, d'un ensemble de principes clés offrant une direction avec laquelle s'orienter au mieux. Reconnaissant que l'avenir est par nature incertain, elle offre un repère commun pour guider au mieux nos actions dès aujourd'hui. Ces balises sont critiques pour faire face à la rapidité de la numérisation de nos sociétés, mais aussi de la transition écologique, qui transformera radicalement nos sociétés à l'échelle d'une génération seulement. Afin de ne pas agir uniquement en réaction, il paraît essentiel de bâtir dès aujourd'hui un numérique plus résilient, au regard des défis actuels et de ceux que nous pouvons anticiper pour les prochaines décennies.



Pour élaborer une vision collective d'un futur où le Québec serait capable de faire converger sa transition numérique et écologique, nous avons organisé une douzaine d'[ateliers de « co-design prospectif »](#). S'inscrivant au croisement du design, de la créativité collective et de l'approche prospective, ces ateliers consistent à se projeter dans un futur possible à un horizon lointain, peuplé d'inconnu, comme un détour imaginaire pour se décoller du présent et imaginer ce que nous voulons dans l'avenir. 140 personnes se sont prêtées au jeu d'explorer ensemble le futur de la société québécoise à l'intersection entre la transition numérique et la transition écologique. Plongées dans différents mondes possibles à l'horizon 2040 à l'aide de scénarios prospectifs, elles ont été invitées à identifier les éléments clés d'un futur souhaitable et les points de tension à anticiper.

DES GAFAM QUI VOUS VEULENT DU BIEN

31 MAI 2040. Myriam se fait réveiller par l'odeur du café fraîchement torréfié par Mike, son compagnon numérique Microsoft. En lui donnant sa tasse, Mike l'informe :

— *Cet expresso a réduit ton budget carbone à 37,8 g équivalent CO₂ jusqu'à lundi. Mais la température extérieure est excellente, peut-être pourrais-tu aller au travail à vélo pour compenser cet impact environnemental ?*

— *Merci Mike, qu'est-ce que je ferais sans toi... Peux-tu me donner mon programme de la journée pendant que je mange en vitesse ?*

— *Certainement chère amie. Je te propose de terminer ta formation de gestion de conflit en entreprise de 8 h-10 h 55, et de poursuivre avec l'évaluation annuelle de Félix à 11 h. Et comme tu aimes la lecture en après-midi, je te recommande la nouvelle étude Optimiser l'ambiance au travail par les algorithmes à compter de 13 h.*

Véritable GPS de vie, les activités proposées par Mike sont recalibrées en continu pour que Myriam ait les meilleures chances d'atteindre son objectif principal de devenir DRH de son entreprise d'ici la fin 2041, fier leader québécois du marché nord-américain de réemploi du matériel informatique.

>>> **Pour lire la suite, [consultez cette section de notre site web.](#)**

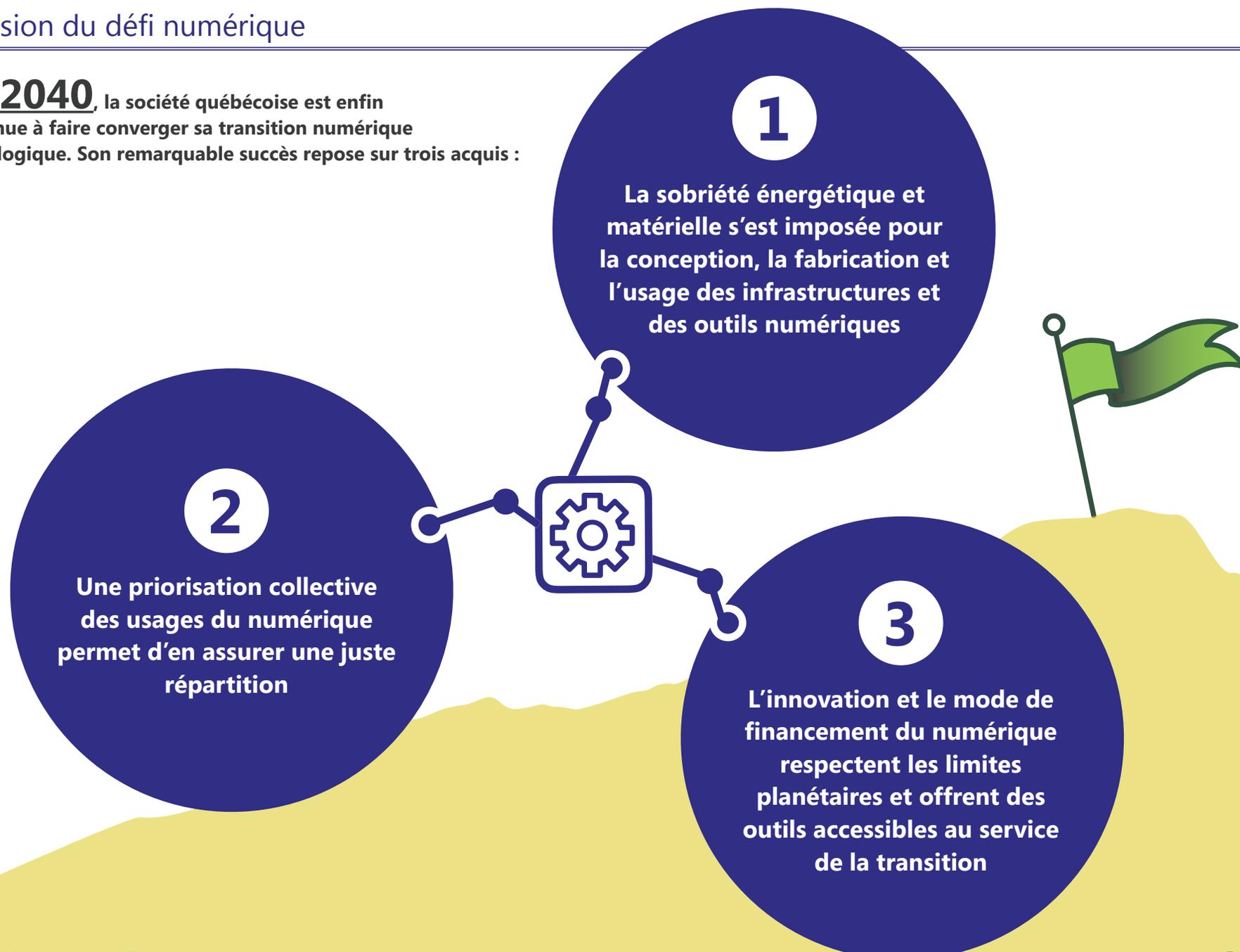
Figure 3 - Extrait d'un scénario prospectif du défi numérique

Si certaines discussions ont fait apparaître des visions hétérogènes de l'avenir, comme la juste place que devrait occuper le numérique dans le Québec de demain, l'équipe a pu faire émerger suffisamment de zones de consensus pour proposer une **vision collective**. Celle-ci s'articule autour de **trois acquis du futur, fruits du chemin de transition que nous aurons parcouru d'ici 2040**. Mis en synergie, ces acquis forment le socle d'une société profondément différente, qui a réussi à faire converger au mieux la transition numérique et la transition écologique au Québec.



La vision du défi numérique

En 2040, la société québécoise est enfin parvenue à faire converger sa transition numérique et écologique. Son remarquable succès repose sur trois acquis :



1 La sobriété énergétique et matérielle s'est imposée pour la conception, la fabrication et l'usage des infrastructures et des outils numériques.

Le Québec fait le tri sur le plan du développement technologique : la province a judicieusement choisi de tirer profit de l'efficacité énergétique de certaines technologies développées, tout en allongeant au maximum la durée de vie des infrastructures et terminaux existants afin de réduire la consommation de ressources nécessaires à la fabrication de nouveaux équipements et l'énergie requise pour leur utilisation. La sobriété guide désormais les usages numériques.

2020 Alors qu'en 2020, les nouvelles technologies développées permettaient de gagner en efficacité, mais conduisaient la plupart du temps à une augmentation de l'usage, et donc de l'empreinte environnementale totale. De plus, le renouvellement des réseaux générait des vagues d'obsolescence, car les périphériques en circulation devaient être changés afin d'en profiter. Or, une partie importante de l'impact environnemental des appareils numériques était liée à leur fabrication.

2 Une priorisation collective des usages du numérique permet d'en assurer une juste répartition. La belle province dispose des mécanismes nécessaires pour faire des choix collectifs afin d'arbitrer en continu les usages numériques tant à l'échelle individuelle que sectorielle. Ainsi, elle s'assure que l'ensemble des Québécois et Québécoises peuvent bénéficier des outils numériques pour répondre à leurs besoins de base, tout en laissant une liberté suffisante, mais responsable, tant dans le choix de leurs usages prioritaires que dans leur degré d'utilisation.

2020 Alors qu'en 2020, le Québec avait une double fracture numérique : même si être « branché » était déjà devenu une exigence de la vie quotidienne, environ 10 % des foyers avaient un accès nul ou très limité à Internet (pour des raisons techniques et financières) et une partie des personnes utilisatrices n'avait pas les connaissances ou les capacités d'utiliser les technologies numériques (la « littératie numérique ») pour répondre à leurs besoins. Sans accès à Internet, les personnes se retrouvaient exclues d'une quantité croissante de biens et services seulement accessibles en ligne et bien souvent ces inégalités se superposaient à d'autres, notamment socio-économiques et territoriales. Enfin, le numérique était en grande partie gouverné par les intérêts de géants technologiques auxquels la province n'avait pas les moyens d'imposer ses choix.

3 L'innovation ainsi que le mode de financement du numérique respectent les limites planétaires, et offrent des outils accessibles au service de la transition. L'innovation numérique québécoise alloue une part adéquate de ses ressources pour développer des outils au service de la transition écologique. Ses porteurs et porteuses disposent de la liberté nécessaire au développement de nouvelles solutions, tout en acceptant d'opérer sous contraintes : en faisant l'effort d'anticiper les retombées sociétales, les ressources nécessaires et les impacts environnementaux générés, toutes et tous sont capables de poursuivre uniquement les projets d'innovation qui ont du sens, et de renoncer aux autres. Les outils numériques développés au Québec sont accessibles à ceux et celles qui en ont besoin, à un coût abordable. Leur développement est supporté par des modes de financement compatibles avec la transition.

2020 Alors qu'en 2020, la transformation numérique des entreprises vers de nouvelles technologies était l'un des piliers de réduction de gaz à effet de serre du gouvernement provincial, mais les impacts environnementaux liés aux technologies elles-mêmes n'étaient pas généralement pris en compte dans les calculs. De manière générale, le processus d'innovation numérique n'intégrait pas systématiquement les limites planétaires dans son développement. Les modes de financement des outils numériques se basaient principalement sur la multiplication et le renouvellement des appareils, ainsi que la maximisation du temps passé sur les écrans, ce que l'on appelait « économie de l'attention ».

Prise de recul sur la vision

Même en faisant le choix de se concentrer sur les enjeux environnementaux liés au numérique, les personnes qui ont pris part aux ateliers de co-design ont jugé que la vision ne pouvait pas faire l'économie d'intégrer trois éléments transversaux en interaction avec les acquis :

- **La mainmise des géants technologiques :** un fort consensus a émergé pour faire ressortir que l'atteinte des acquis de la vision passait par une réévaluation de notre rapport de force aux géants technologiques afin de disposer des leviers nécessaires pour guider notre transition numérique en fonction de balises localement choisies. Ces multinationales partagent comme caractéristique d'avoir créé des bases de données considérables sur les préférences, motivations et comportements des utilisatrices et utilisateurs, et de les avoir valorisées au sein de nouveaux modèles économiques basés sur la maximisation du temps passé sur les écrans et le renouvellement fréquent des appareils (« capitalisme de plateforme », « capitalisme algorithmique » ou encore « économie de l'attention »). Les cinq plus puissantes d'entre elles se retrouvent sous l'acronyme GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) dont chacune représente plus de 1000 milliards de dollars de valorisation boursière, les plaçant dans les 10 entreprises mondiales à la plus haute capitalisation.

Leur puissance économique et politique est telle qu'elle dépasse désormais la simple considération d'entreprise privée. En effet, grâce à l'optimisation des fonctions logistiques et les volumes d'information en leur possession, les géants technologiques deviennent incontournables dans des sphères publiques, comme l'éducation, la santé, la sécurité ou encore la gouvernance des villes (phénomène de « ville intelligente »).

- **Les fractures numériques :** une autre notion importante a été régulièrement abordée par les personnes participant aux ateliers, celle des inégalités d'accès au numérique. En ce sens, il est d'autant plus important de considérer le numérique comme une ressource limitée étant donné que celle-ci est aujourd'hui très inégalement répartie. Les efforts de réduction de flux de matière ne peuvent pas ignorer l'aspect essentiel de certains outils numériques pour le quotidien de nombreuses personnes et les réflexions collectives sur les usages numériques à privilégier doivent prendre en compte la diversité des besoins.
- **Le numérique comme outil :** enfin, les personnes participant aux ateliers ont insisté sur une notion centrale, celle de notre rapport aux outils numériques. En choisissant de définir des balises claires pour orienter la transition numérique vers la transition écologique, il est fondamental de redonner au numérique son statut d'outil

— parmi d'autres à notre disponibilité — pour répondre à des besoins spécifiques, dans des paramètres déterminés. Il a été clairement nommé que nous devons collectivement nous libérer de l'image salvatrice du numérique, souvent entretenue par le vocabulaire positiviste véhiculé par l'industrie (« objets intelligents », etc.) et repris plus largement par les politiques.

« L'accélération de la transition numérique met en lumière les inégalités croissantes d'accès aux outils et aux compétences numériques nécessaires à une pleine participation citoyenne. Développer la littératie numérique de toute la population s'avère essentielle pour permettre une compréhension élargie des enjeux environnementaux et sociaux liés au numérique. » (Agnès Beaulieu, fondatrice, Insertech)

Vous aimeriez élaborer une vision plus adaptée à votre propre contexte ?

N'hésitez pas à organiser vos propres ateliers en repartant des 4 scénarios développés (ou à en écrire de nouveaux !) pour en concevoir une version qui interpellera davantage votre organisation. Ces ateliers permettront non seulement d'engager les acteurs clés de votre réseau, mais également de renforcer leur capacité collective à imaginer différents futurs possibles.



LES ÉTAPES-CLÉS À FRANCHIR POUR ATTEINDRE CETTE VISION

Une fois la vision élaborée, nous avons entamé l'étape 3 du défi numérique. À cet effet, nous avons mis sur pied un comité composé de spécialistes venant des sphères académique et professionnelle, en lui donnant la mission de tracer un chemin de transition pour relier la situation actuelle à la vision du futur souhaité. Son travail a été alimenté par les réflexions d'une plus grande diversité de participantes et participants : quatre ateliers citoyens et trois groupes de discussion experts ont réuni au total plus de 200 personnes pour travailler sur l'élaboration d'un chemin de transition. **Nous vous invitons à découvrir dans cette section un exemple de chemin possible pour atteindre notre vision 2040, fruit d'un travail collectif de plusieurs mois.**

En identifiant les étapes intermédiaires les plus porteuses pour passer de la situation actuelle à ce futur souhaité, que nous appelons des jalons, il devient ainsi possible de faire apparaître les contours d'une trajectoire de changement. L'illustration de la transition par jalons — c'est-à-dire par des points d'étapes franchies et non par stratégies d'action pour y parvenir — permet ainsi de dessiner le passage d'un état à un autre, tout en laissant une certaine flexibilité au déroulement de l'histoire.

Nos réflexions collectives ont permis d'identifier **33 jalons clés**, qui ont ensuite été positionnés entre 2020 et 2040 en fonction du degré de difficulté anticipé pour les atteindre, mais surtout du lien qui les unit. Deux types de liens ont été priorisés :

- Des liens très forts, où un jalon est nécessaire à l'atteinte d'un autre (représentés par des lignes continues dans les illustrations)
- Des liens d'amplification, où un jalon peut faciliter l'atteinte d'un autre, sans en être nécessairement un prérequis (représentés par des pointillés dans les illustrations).

Il existe bien sûr de nombreuses limites à raconter une dynamique de changement sociétal, et notre chemin n'y échappe pas. La transition ne sera pas aussi linéaire : elle comportera certainement des boucles de rétroaction, rencontrera d'autres obstacles et verra naître de nouvelles dynamiques entre les parties prenantes difficiles à anticiper. Le défi de faire converger transition numérique et écologique est émergent : de nouveaux jalons clés seront sans doute identifiés au fil du temps. Mais la richesse des savoirs réunis autour de ce chemin a tout de même permis d'identifier les points de passage importants pour atteindre le futur souhaité, et de lier ensemble cette série de basculements progressifs pour en faire une trajectoire de changement possible.

Afin de faciliter la compréhension de ce chemin, les 33 jalons qui le composent ont été répartis en quatre blocs thématiques complémentaires, qui permettront de les découvrir graduellement.

Chaque bloc représente une porte d'entrée pour illustrer les dynamiques entre les jalons en racontant une partie de cette trajectoire de changement. Ces blocs de jalons s'intitulent :



Ces blocs de jalons offrent une base de réflexion plus intelligible pour penser la question trop souvent occultée du **comment arriver à une vision du futur**. Rassemblés en récits, ceux-ci permettent de montrer de façon plus concrète quels types de changements une société en transition doit opérer. Comme ces basculements sont significatifs, rapides, et pour beaucoup, divergeant des tendances actuelles, positionner les jalons de façon cohérente dans le temps est un atout précieux pour prioriser et guider l'action de chacun et chacune. De plus, chaque récit est accompagné d'une illustration schématique pour aider à visualiser l'articulation entre les jalons du bloc.

Pour chacun des 33 jalons de ce chemin, nous avons réalisé une **fiche synthèse plus détaillée**, à laquelle vous pouvez avoir accès en cliquant sur le nom des jalons. Cette fiche permet de mieux comprendre l'importance du jalon dans la trajectoire et de documenter différentes stratégies d'action possibles pour les atteindre. Elles font aussi ressortir les parties prenantes concernées, ainsi que les freins et leviers associés à leur mise en œuvre. Des questions irrésolues ont aussi été répertoriées, et pourraient être de bonnes thématiques de recherche ou de réflexion collective. Nous vous encourageons vivement à vous référer à ces fiches pour explorer toute la richesse de chaque jalon.



Vous souhaitez utiliser les jalons pour votre propre action ou recherche? N'oubliez pas l'importance des liens qui unissent les jalons entre eux afin de ne pas perdre de vue les autres parties prenantes concernées par le changement auquel vous souhaitez contribuer.

L'offre et la demande de sobriété

 **En 2040**, l'acquisition de nouveaux équipements numériques se fait rare : on utilise les mêmes bases d'appareils depuis plusieurs années, on les partage, revend, répare et fait évoluer selon les besoins. Ingénieuse, l'industrie numérique s'est réinventée en s'appuyant sur des modèles d'affaires compatibles avec l'allongement de la durée de vie des appareils et l'offre de services sobres, supportés par des infrastructures optimisées. Comment sommes-nous parvenus si rapidement à cette réorientation profonde de l'offre et de la demande ?

Tout a commencé au début de la décennie 2020, quand un premier groupe de personnes pionnières, de partout à travers le Québec, se sont réunies autour du défi de la sobriété énergétique et matérielle du numérique. Mesurant l'ampleur des changements à mener, ces personnes décident de mettre en commun leurs ressources autour d'un objectif commun : **sensibiliser les membres du gouvernement et le milieu de l'investissement de l'innovation numérique, afin qu'ils comprennent l'importance de faire converger la transition numérique et écologique et qu'ils soient prêts à en faire une priorité** ([jalon 2](#)). Tout un succès d'avoir atteint ce jalon dès 2025, alors que la plupart ne percevaient que les bénéfices environnementaux du numérique à peine quelques années plus tôt ! Mais le jeu en valait la chandelle, car ces 2 partenaires étaient incontournables afin de mener de front 3 chantiers de changement stratégiques : s'attaquer aux impacts des appareils, des services (logiciels, plateformes) et des infrastructures.

Cherchant un premier fruit mûr à annoncer en période électorale, les gouvernements ont d'abord mis le paquet afin que **les centres informatiques et réseaux existants minimisent leur empreinte environnementale** ([jalon 7](#)). Notons que les centres informatiques avaient déjà amorcé le virage de l'efficacité énergétique dans le but de diminuer leurs coûts d'opération. Désormais, grâce au soutien public, des mesures plus complexes à déployer, comme l'allongement de la durée de vie des serveurs et la mise en place d'objectifs de réduction absolue des émissions ont été amorcées. La médiatisation de ces réussites et le financement d'activités de sensibilisation par l'investissement public et privé ont permis d'atteindre un autre changement majeur de façon très rapide : **le milieu de la conception et du développement** ([jalon 13](#)) ainsi que

des personnes et organisations utilisatrices ([jalon 9](#)) **ont compris les enjeux environnementaux liés au numérique et étaient prêts à revoir leurs pratiques vers plus de sobriété.**

Mobiliser ces deux parties prenantes clés de façon simultanée a permis d'enclencher une dynamique très positive : alors que les entreprises de conception et de développement les plus avant-gardistes contribuaient à sensibiliser leurs clientèles en valorisant leurs offres écoresponsables, de plus en plus d'individus et d'organisations faisaient pression sur leurs fournisseurs pour qu'ils leur proposent des services numériques plus sobres. On soulignera à cet effet le rôle déterminant qu'ont eu les équipes d'architecture, de conception, d'exploitation et de support des services informatiques des directions informatiques au sein des organisations publiques et privées québécoises. Véritable maître d'ouvrage de leur système d'information, elles ont pu véritablement influencer les pratiques de leurs fournisseurs. Évidemment, des incitatifs et mesures d'encadrement ont été nécessaires pour amener les entreprises les plus récalcitrantes à repenser leur offre, mais, en 2034, on a enfin pu annoncer fièrement sur la scène internationale : **les logiciels et plateformes québécois sont conçus de sorte qu'ils minimisent leur empreinte écologique et demeurent accessibles sur les appareils les moins puissants** ([jalon 24](#)) ! Le décalage entre la capacité des terminaux et l'accélération du développement des logiciels — facteur d'obsolescence majeur — est devenu dès lors de l'histoire ancienne. Cependant on n'a pas attendu ce succès pour amorcer le 3^e chantier, visant à prolonger la durée de vie des appareils. Si ce combat semblait perdu d'avance pour certains, des valeureuses et valeureux ont ravivé la fierté nationale : « N'attendons pas que les entreprises qui

fabriquent les appareils, toutes situées hors de nos frontières, modifient leurs pratiques, concentrons-nous sur ce qui est à notre portée et allions-nous aux autres pays ayant le même objectif : ensemble, nous pourrions les faire bouger ! » Il est vrai qu'il y avait beaucoup à faire, car même si ces entreprises mettaient en marché des appareils robustes et réparables, encore fallait-il avoir la capacité de les reconditionner en sol québécois ! En s'inspirant de démarches d'économie circulaire bien enclenchées dans d'autres secteurs, on a d'abord **restructuré notre filière du réemploi/recyclage des appareils numériques pour respecter la hiérarchie des 3RVs** ([jalon 4](#)). En mettant un frein à une compétition pourtant bien ancrée entre ces filières, un réel écosystème d'organisations a pu travailler de concert afin de privilégier la réparation et le réemploi, avant de faire parvenir le matériel désuet au recyclage. Ainsi, le Québec a pu **disposer d'un tissu industriel et d'une main-d'œuvre qualifiée pour réparer, reconditionner et refabriquer les appareils numériques** ([jalon 19](#)). Mais encore fallait-il que les appareils eux-mêmes soient réparables ou qu'il soit possible de les remettre en état, que **des pièces de remplacement soient disponibles en quantité suffisante, et que tous les manuels techniques soient accessibles pour la réparation des appareils numériques** ([jalon 20](#)). Le temps était venu d'agir sur l'étape de la fabrication elle-même. En travaillant étroitement avec d'autres pays engagés, le gouvernement a d'abord adopté **des réglementations efficaces pour lutter contre l'obsolescence** ([jalon 14](#)), réclamées de pied ferme par la société civile. Dans le numérique comme ailleurs, cette forte concertation internationale a ouvert la voie aux entreprises pionnières qui avaient senti le vent tourner et s'appuyaient déjà sur des modèles d'affaires rentabilisant la mise en marché d'appareils robustes et faciles à réparer, comme l'économie de la fonctionnalité.

S'inspirant d'abord des avancées réalisées dans d'autres secteurs, l'agilité du numérique à s'adapter à ces nouvelles contraintes fut remarquable : en quelques années seulement, on a constaté que **les modèles d'affaires dominants de cette industrie favorisaient le prolongement de la durée d'usage et de la durée de vie des appareils** ([jalon 28](#)) et, dans la foulée, que **les appareils numériques fabriqués pour le long terme étaient disponibles à un prix accessible** ([jalon 27](#)).

Rappelons toutefois que cette transformation de l'offre n'aurait pas été possible si les pays engagés dans la lutte contre l'obsolescence n'avaient pas joué simultanément sur la demande. Au Québec, une diversité de mesures incitatives a été lancée par **le gouvernement pour encourager le maintien du parc, l'acquisition de matériel usagé et le don d'appareils numériques par les personnes et organisations utilisatrices** ([jalon 10](#)). Dans les organisations, cela s'est traduit notamment par la mise en œuvre de nouvelles politiques en matière de plan de renouvellement du parc afin d'inciter le recours à l'acquisition de matériels reconditionnés (sous garantie et tout aussi fiables que les matériels neufs), ou encore à des approches de réaffectation de matériel à l'interne. Elles ont notamment eu un effet de levier sur les nombreuses initiatives visant à ce que **les équipements numériques soient mutualisés par la plupart des utilisatrices et utilisateurs, que ce soit à l'échelle des organisations, des territoires et des habitations partagées** ([jalon 25](#)).

Il faut dire qu'une véritable révolution culturelle était à l'œuvre, bien au-delà du numérique : les personnes étaient toujours plus nombreuses à se détacher du désir de posséder et à capter la valeur des produits usagés. Malgré l'ampleur et la rapidité de ces changements, ils ne suffirent malheureusement pas pour transformer si profondément l'offre, et à faire en sorte que la **majorité des personnes et organisations utilisatrices ait adopté des habitudes d'allongement de la durée de vie de ses appareils, privilégiant l'achat d'appareils usagés** ([jalon 31](#)), et **adoptent des habitudes de sobriété dans ses usages numériques** ([jalon 32](#)). Les prochains blocs vous permettront de découvrir de nouveaux jalons qui ont contribué à l'atteinte de ces ambitieux résultats.

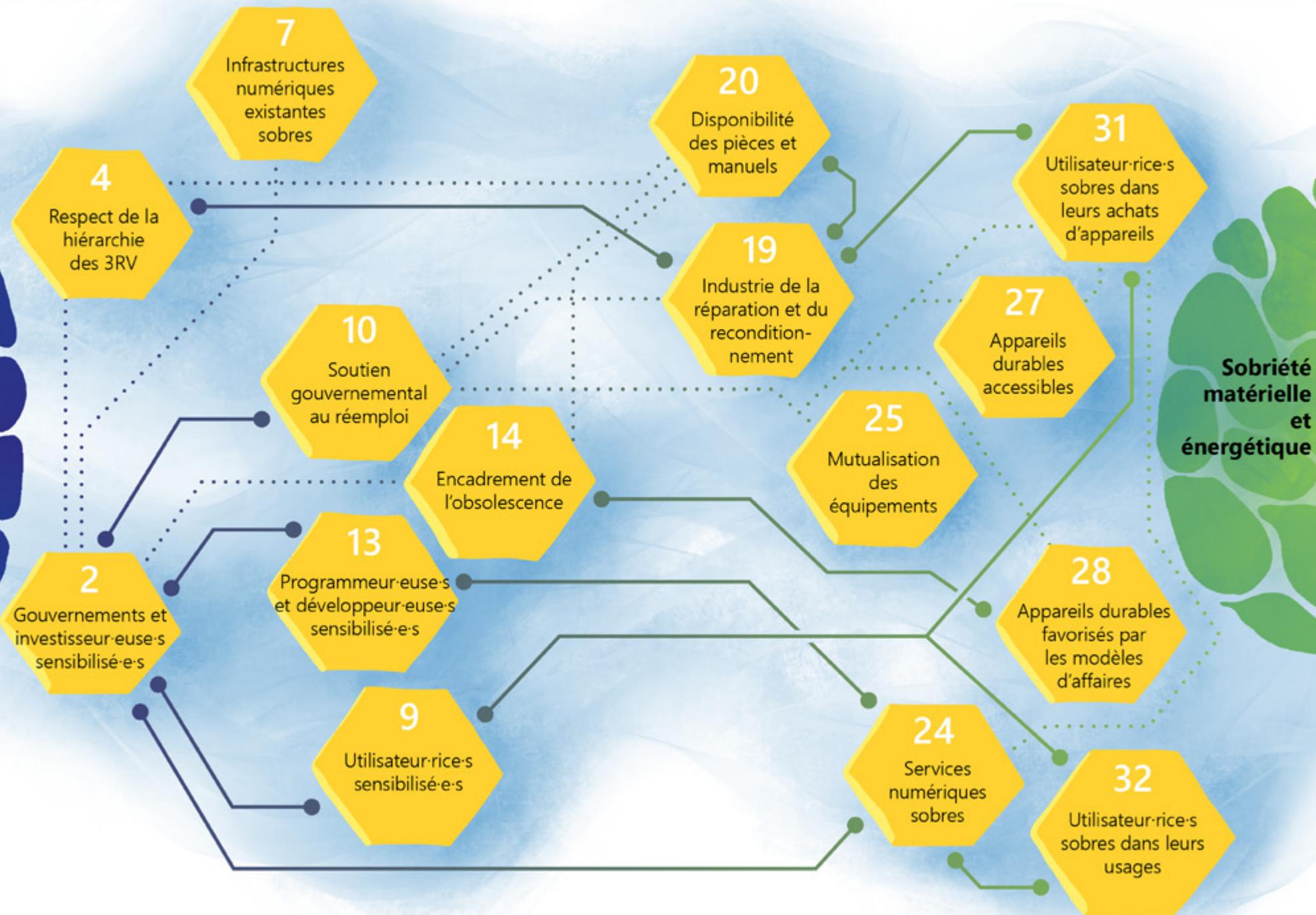
Le prix reste un critère important lors de l'acquisition de matériel, on peut vouloir acheter des équipements plus durables, mais ne pas en être capable s'ils coûtent deux ou trois fois plus cher.

Atelier de co-design du 18.06.20

L'offre et la demande de sobriété

Légende

- Lien très forts
- ⋯ Lien d'amplification



**Sobriété
matérielle
et
énergétique**

Un partage de ressources limitées

 **En 2040**, le numérique est considéré comme une ressource limitée, un outil précieux qu'il convient d'utiliser là où il apporte une plus-value réelle pour la société. On en priorise collectivement l'usage afin que toutes et tous puissent profiter des outils jugés essentiels. Cette juste répartition, jumelée à une éducation continue aux évolutions numériques, assure que personne n'est laissé derrière cette transition si rapide. Comment la province est-elle parvenue à un basculement si profond dans son rapport au numérique en seulement 20 ans ?

« Les individus doivent plus que jamais posséder un minimum de littératie numérique afin de communiquer et de prendre part activement à la société. Il est impératif que nous donnions à tous les moyens d'y parvenir, tant par la formation que par la possibilité d'utiliser les outils nécessaires. »
(Bianca Drapeau, directrice des opérations, Québec numérique)

Rappelons qu'au début des années 2020, plusieurs chocs d'approvisionnement ont marqué le secteur numérique, à l'image de la pénurie de semi-conducteurs. De concert avec ses partenaires commerciaux principaux, dont les États-Unis, le Canada s'est donné l'ambition de renforcer son autosuffisance informatique. En commençant par réviser sa stratégie de métaux critiques et stratégiques, le fédéral a jeté les bases pour que les provinces, dont le Québec, **suivent de près les risques d'approvisionnement potentiels liés à la raréfaction des métaux clés pour l'industrie numérique** (jalons 8). Mais ces travaux peinaient à sortir d'un noyau de spécialistes. Le fait de considérer le numérique comme une ressource limitée fut tout un changement de cap pour le Québec, même si toutes les activités de sensibilisation insistaient clairement sur cet enjeu, **tant celles destinées aux personnes et organisations utilisatrices, ou encore qui conçoivent et développent des solutions, qu'aux gouvernements et au monde de l'investissement** (jalons 2, 9 et 13). Au sein du gouvernement provincial, il fut difficile de rallier celles et ceux qui voyaient en la raréfaction des métaux une opportunité de positionner notre industrie minière, sans parler des équipes pour qui le déploiement massif du numérique était l'un des piliers de l'économie québécoise de demain ! Pendant ce temps, plusieurs spécialistes joignaient leur voix à la société civile

pour rappeler les enjeux de justice sociale, inquiets que cette raréfaction ne creuse pas davantage une fracture numérique déjà bien accentuée par la pandémie COVID-19. À la recherche d'un projet rassembleur à proposer en cette période électorale, de fins et fines stratégies proposèrent de mettre l'accent sur la juste répartition du numérique, en attendant un soutien collectif plus fort sur la nature limitée du numérique. C'est ainsi qu'on a pu entendre la première ministre annoncer en 2026, lors de son discours inaugural : « D'ici 2 ans, je vous promets que toutes et tous auront accès aux outils numériques jugés essentiels à leur épanouissement personnel et professionnel. Et je m'engage dès maintenant à ce qu'**Internet haute vitesse soit considéré comme un service essentiel!** » (jalons 5).

Tous les citoyens devraient avoir accès à un téléphone et une connexion haut débit, c'est essentiel. On devrait aussi prioriser l'accès aux outils qui sont au service de la transition, comme ceux qui permettent d'économiser de l'énergie.

Atelier citoyen du 17.11.20



Si la révision structurelle des modalités d'accès à Internet a rapidement permis d'offrir une connexion rapide et abordable partout au Québec, beaucoup restait à faire pour que les individus, toutes générations confondues, puissent développer les compétences, les connaissances et la compréhension nécessaires pour en faire bon usage. Mais le gouvernement a tenu promesse : en 2028, celui-ci annonçait fièrement que **des mécanismes d'éducation efficaces étaient en place afin que toutes et tous aient la capacité d'utiliser pleinement les outils numériques essentiels** ([jalon 12](#)).

En parallèle, on s'assura aussi que **les activités de sensibilisation visant les milieux de la conception et du développement des services numériques** ([jalon 13](#)) abordent également les enjeux de littératie numérique, afin qu'ils s'assurent que les outils jugés essentiels soient les plus simples d'accès possibles.

Mais ces travaux ouvrirent la boîte de pandore : qu'est-ce qu'un outil numérique essentiel? Rappelons qu'au début des années 2030, dans la foulée des **mesures de sensibilisation et des incitatifs au réemploi du matériel** (jalons 9 et 10), **un grand nombre d'individus et d'organisations voyaient désormais le numérique comme une ressource limitée, et avaient déjà adopté une démarche low-tech** ([jalon 22](#)).

Il faut dire que la médiatisation des pénuries de certaines composantes avait donné un coup d'accélérateur à cette prise de conscience, et qu'Hydro-Québec jonglait avec des conflits d'usage de l'énergie de plus en plus criants après une décennie d'électrification des transports et de numérisation accélérée de nos sociétés. En 2032, plusieurs avaient encore un mode de vie et de travail fortement connecté, et le discours des fervents du *low-tech* ne les atteignait pas. Les débats sur nos réels besoins numériques devenaient de plus en plus polarisants. Afin d'apaiser ces tensions, le gouvernement annonça : **la priorisation collective des usages fera l'objet d'un groupe de travail désigné, qui pilotera une réflexion entre parties prenantes sur les besoins numériques essentiels/non essentiels** ([jalon 21](#)).

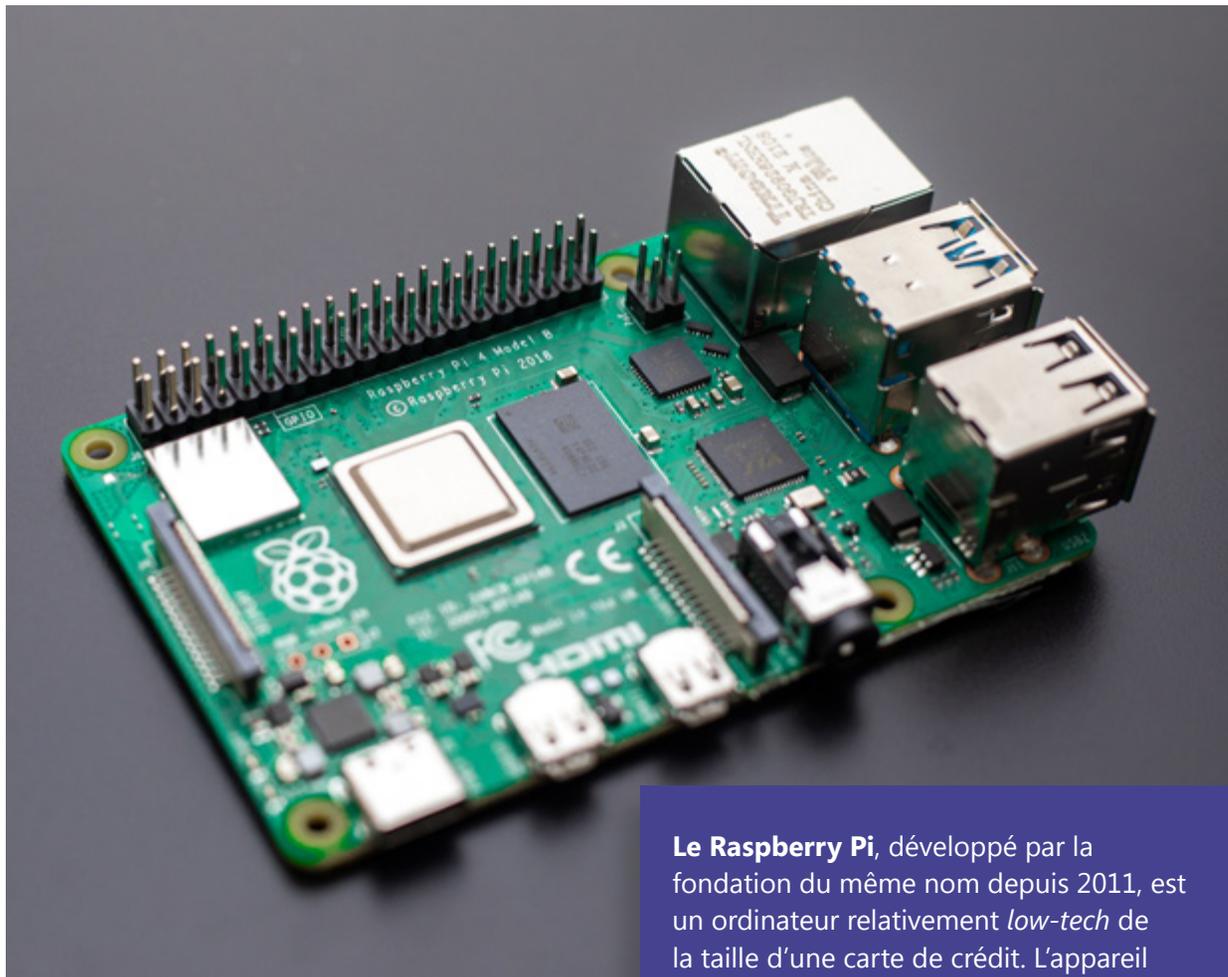
Comment s'assurer que la répartition du numérique ne se fasse pas de manière arbitraire, par les seules forces du marché ou en réaction à des événements ponctuels? Est-ce préférable d'avoir une structure de

On a besoin de mécanismes démocratiques pour gérer une répartition de ressources. C'est peu envisageable que les personnes elles-mêmes décident de s'autolimiter.

Atelier de co-design du 12.06.20

gouvernance dédiée ou de gérer les enjeux numériques de façon transversale, puisqu'ils sont multisectoriels? Après 3 ans d'intenses travaux collectifs, on célébra fièrement **la mise en place de mécanismes de priorisation collective pour répartir équitablement la ressource numérique** ([jalon 26](#)). Ces mécanismes ont pu être transposés au sein des directions informatiques de grandes organisations pour assurer la cohérence dans la gestion des systèmes d'information. Avec le recul, il est évident que cette victoire n'aurait jamais été possible si, dans les années 2020, le gouvernement n'avait pas suivi l'élan impulsé par d'autres pays pour **limiter l'influence des géants technologiques** ([jalon 3](#)) : leur emprise était telle qu'il aurait été difficile pour la province d'allouer ses ressources numériques là où elles apportent de réelles améliorations, en fonction des besoins des individus et des organisations, et de veiller à partager les efforts de façon équitable. Cette bataille ayant été gagnée, une autre s'annonçait complexe pour la mise en place des mécanismes de priorisation : comment garantir une liberté suffisante, mais responsable à chacune et chacun dans le choix des usages numériques qu'elles et ils jugent essentiels? S'inspirant des avancées d'autres secteurs et pays, on décida que **les appareils et les services numériques seraient soumis à des instruments incitatifs et coercitifs selon leur empreinte environnementale (énergie/matière) et les besoins auxquels ils répondent (essentiels/non essentiels)** ([jalon 30](#)). Ces instruments permirent de faire basculer **la majorité des personnes et organisations utilisatrices dans la sobriété d'usage et matérielle** (jalons 31 et 32). Ce nouveau point de bascule n'aurait jamais été possible si on n'avait pas en main d'outils de mesure pour quantifier l'impact du numérique... outils qui sont au cœur du prochain épisode!

Zoom sur les *low-tech* : Le terme *low-tech* («basse technologie»), souvent utilisé en opposition à la *high-tech* (technologie de pointe), évoque une manière de repenser l'usage et le recours systématique à des technologies surdimensionnées pour le besoin auquel elles répondent. Cette démarche incite au technodiscernement et à la préservation des ressources en se laissant guider par trois principes : l'utile, l'accessible et le durable. En combinant *high-tech* et *low-tech* lorsqu'appropriés, il est possible de repenser nos services pour drastiquement réduire leur empreinte matérielle : par exemple, effectuer des prévisions météorologiques nécessite des machines de calculs puissantes, mais consulter ces prévisions peut s'effectuer à l'aide d'un simple SMS et ne nécessite pas un cellulaire ultra-performant.

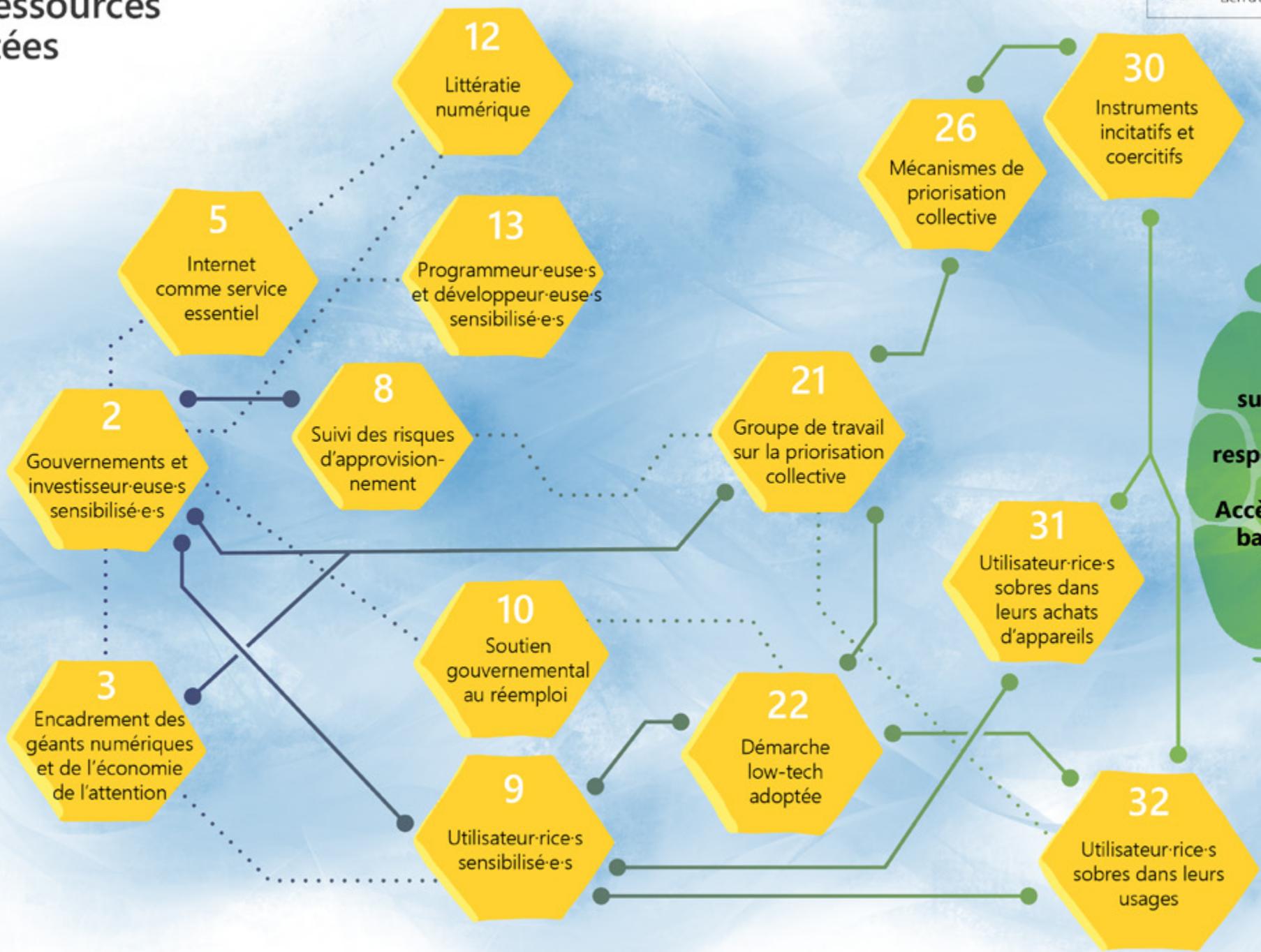


Le Raspberry Pi, développé par la fondation du même nom depuis 2011, est un ordinateur relativement *low-tech* de la taille d'une carte de crédit. L'appareil est en mesure d'offrir des fonctions informatiques de base (aller sur le web, consulter une base de données, rédiger un texte) en minimisant sa consommation énergétique, le rendant très accessible financièrement et techniquement. Une source d'énergie individuelle de type solaire suffit à le faire fonctionner.

Un partage de ressources limitées

Légende

- Lien très forts
- ...● Lien d'amplification



Liberté suffisante mais responsable
Accès outils base pour tou.te.s

2025

2030

2040

Un numérique sur mesure

 **En 2040**, le Québec a adopté un numérique pragmatique basé sur des métriques de qualité. Bien sûr, il reste encore des données difficiles à obtenir, mais le niveau de transparence et de collaboration des différentes parties prenantes de la chaîne de valeur est suffisant pour guider nos choix en fonction de l'utilité sociétale et de l'impact environnemental des réseaux et outils numériques.

« *Les flux de matière et d'information associés au numérique sont le résultat de décisions, de préférences, de politiques, et de technologies, voire même de cultures, qui se situent au long des chaînes de valeur. Il faut s'intéresser à tout ce qui affecte ces flux et leurs impacts, pour mieux les comprendre et se donner des outils pour en améliorer le bilan social et environnemental.* » (Stéphanie Leclerc, doctorante et chargée de cours, Trottier Institute for Sustainability in Engineering and Design, Université McGill)

Nul doute, le Québec n'aurait jamais réussi à sortir si rapidement du numérique instinctif s'il n'avait pas mis la priorité, dès le début des années 2020, sur l'élaboration d'**outils de mesure et de méthodes permettant de quantifier l'empreinte du numérique et d'évaluer les gains et les retombées sociétales qu'il permet d'obtenir au sein des divers secteurs** ([jalon 1](#)). Tout un chantier de réaliser des référentiels communs sur les chiffres et les périmètres d'analyse! Pour décortiquer les flux de matières et d'énergie d'un secteur aussi complexe que le numérique, les spécialistes ont dû standardiser les méthodes de calcul et débloquer l'accès à certaines données commerciales. Évidemment, toute cette démarche a été réalisée en concertation avec d'autres pays.

Mais le jeu en valait la chandelle : ces métriques ont joué un rôle décisif tout au long de la trajectoire québécoise. Ils ont d'abord contribué à développer une meilleure compréhension de l'ampleur des **enjeux environnementaux du numérique, notamment par les milieux gouvernementaux et de l'investissement** ([jalon 2](#)).

L'administration publique a d'ailleurs mis en place une reddition de compte récurrente de l'empreinte environnementale associée à son utilisation du numérique, faisant ressortir ses impacts directs et indirects. Ayant la volonté de demeurer un leader de la transition numérique, ces outils de mesure lui ont permis d'amorcer un virage important de sa trajectoire : renforcer la numérisation des secteurs où ses retombées positives pouvaient être adéquatement anticipées et encadrées, et enclencher le tournant de la sobriété d'usage pour les autres activités. C'est lors du dépôt de la nouvelle stratégie 2028-2031 que nous avons pu collectivement constater ce changement de paradigme et un engagement du **secteur public de donner l'exemple de la sobriété en quantifiant les flux de matières associés à son utilisation du numérique et en encadrant la sobriété aux stratégies et plans d'action pertinents** ([jalon 11](#)). Cette exemplarité de l'État a d'ailleurs joué un rôle clé pour renforcer les initiatives de **sensibilisation des personnes et organisations utilisatrices ainsi que les milieux de la conception et du développement des services numériques** (jalons 9 et 13).

En parallèle, les métriques développées ont été l'un des principaux outils pour prioriser l'action des équipes responsables de la **réduction de l'empreinte environnementale des infrastructures numériques existantes** ([jalon 7](#)). Mais beaucoup restait à faire à ce niveau pour que ces métriques s'imposent réellement lors du choix des nouvelles infrastructures. Graduellement, les méthodes de quantification du numérique furent utilisées dans les études d'impacts pertinentes, et les chiffres ont joué un rôle de premier plan pour orienter les débats de société qui ont fait rage lors de l'avènement de la 6G.



Mais il a fallu attendre la **mise en place des mécanismes de priorisation collective pour répartir équitablement la ressource numérique** ([jalon 26](#)) pour **que le développement de nouvelles infrastructures numériques soit conditionnel à la démonstration qu'elles répondent adéquatement à de réels besoins sociétaux** ([jalon 29](#)). La société québécoise a alors amorcé une grande réflexion collective sur l'introduction de la 7G+, qui s'est soldée par le non-renouvellement du réseau. Même si les « pros 7G+ » proposaient un ambitieux plan de maîtrise des impacts environnementaux, le regroupement n'était pas en mesure de démontrer que ce nouveau réseau apporterait suffisamment de retombées sociétales pour en justifier son empreinte. À la suite des récents chocs d'approvisionnements et des pénuries répétées de composantes électroniques, l'augmentation potentielle des impacts et des flux de matières a été collectivement jugée trop risquée.

Déjà lors du débat sur la 5G dans les années 2020, deux visions s'opposaient au sujet des impacts environnementaux liés au déploiement de nouveaux standards de communication de type 5/6 G, notamment pour ce qui traitait des émissions de GES. L'industrie mettait de l'avant l'amélioration de la performance des réseaux mobiles, permettant de réduire la consommation énergétique et les émissions de GES à trafic égal. Cependant, d'autres prédisaient que les gains énergétiques seraient effacés par l'augmentation des usages ainsi que par la fabrication des milliards de nouveaux objets connectés vendus pour profiter des nouvelles fonctionnalités disponibles. En France, une étude du Haut Conseil pour le climat prévoyait ainsi que le déploiement de la 5G entraînerait une augmentation de 18 à 45 % de l'empreinte carbone du secteur numérique sur le territoire d'ici 2030. (27)

Enfin, soulignons la précieuse contribution des outils et des méthodes de calcul pour accélérer la contribution de l'écosystème d'innovation numérique au Québec à la transition écologique. Disposant de métriques suffisantes pour prendre en compte les limites planétaires, les actrices et acteurs de l'innovation bénéficiaient enfin d'un cadre d'opération pour déterminer rapidement si un projet avait du sens au regard des équilibres planétaires. Si les plus engagés avaient déjà intégré ces balises pour guider leur propre processus dès les années 20, le virage du secteur s'est réellement fait sentir au moment où les investissements tant privés que publics **dans l'innovation numérique ont intégré des règles et critères exigeants en matière d'impact environnemental et de retombées sociétales** ([jalon 18](#)). Rappelons d'ailleurs que les outils de mesures ont joué un rôle déterminant dans l'élaboration de ces nouvelles conditions d'accès au financement, tant public que privé. Affichant désormais l'ambition de mener de front le courant de « l'innovation d'impacts », de plus en plus d'acteurs et d'actrices de la R&D du numérique québécois se sont appuyés à leur tour sur les outils de mesures disponibles pour revoir en profondeur les directions de l'innovation et faire le tri dans leurs projets. **La mise en place d'instruments incitatifs et coercitifs selon leur empreinte environnementale et les besoins auxquels les outils numériques répondent** ([jalon 30](#)) a convaincu les plus récalcitrants à joindre ce mouvement : on pouvait enfin affirmer haut et fort que **le milieu de l'innovation québécoise utilisait des métriques et méthodes qui prennent en compte les limites planétaires et les retombées sociétales pour guider le développement technologique** ([jalon 33](#))!

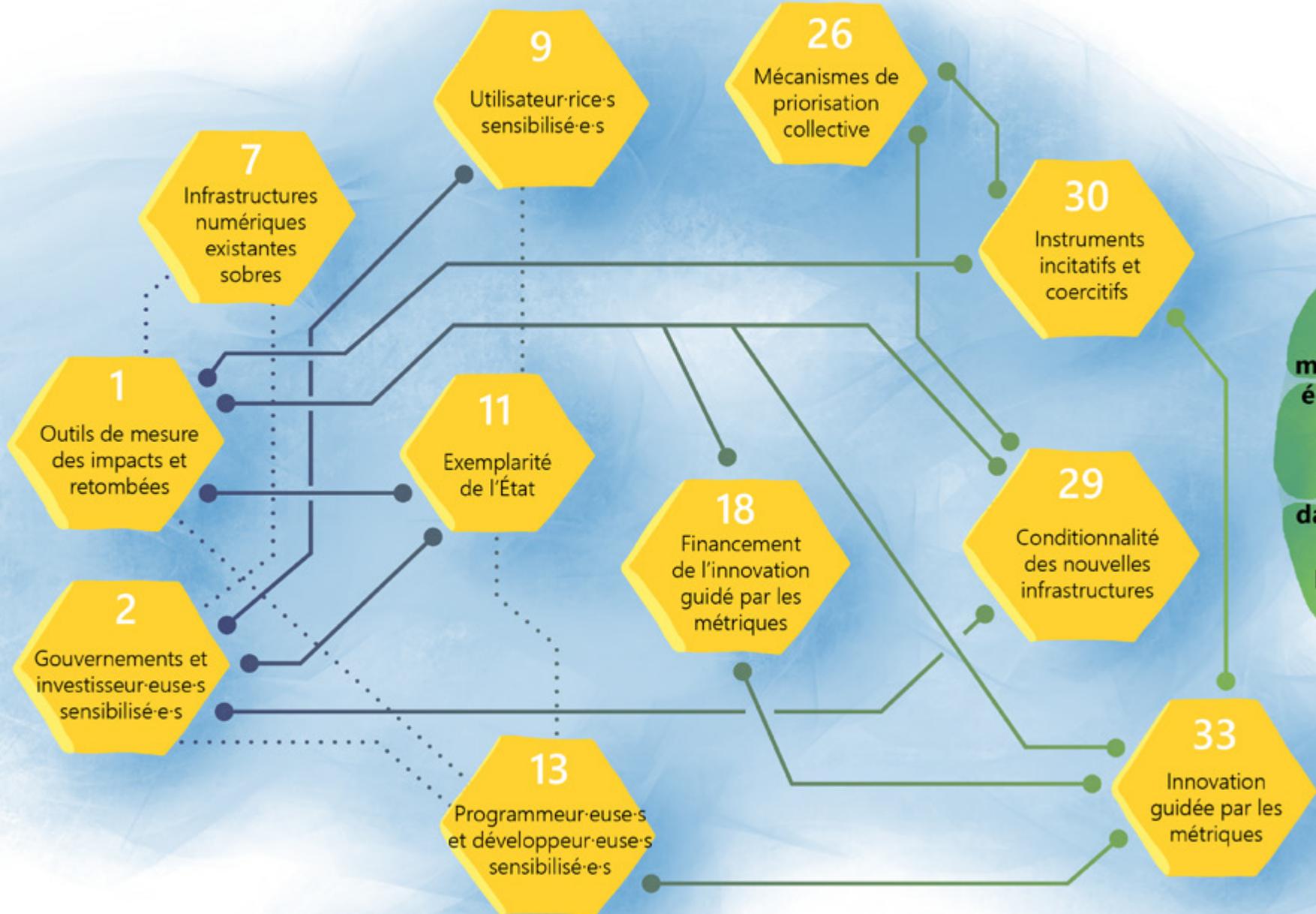
Le numérique doit revenir à son statut d'outil, une aide à la décision parmi d'autres, mais il ne peut pas décider pour les gens. Il faut qu'on arrête de le voir comme un espoir salvateur.

Atelier de co-design du 02.07.20

Un numérique sur mesure

Légende

- Lien très forts
- ⋯ Lien d'amplification



Sobriété matérielle et énergétique

Liberté innovation dans respect limites planétaires

Table des matières

2025

2030

2040

L'innovation guidée par la transition

 **En 2040**, le Québec est un véritable cas d'étude à l'échelle mondiale : on se demande comment la province a réussi à transformer les défis de la transition écologique en opportunités d'innovation numérique. Les outils sont sobres et abordables pour les utilisateurs et les utilisatrices, sans pour autant monétiser leurs données à des fins commerciales. Une grande partie des services numériques aide les organisations et les individus à s'adapter aux bouleversements écologiques et à réduire leur empreinte. Reculons de 20 ans pour mieux comprendre ce tour de force...

« L'innovation fait partie de la nature même des différentes sphères du numérique. Dans un monde de plus en plus contraint, nous devons, individuellement et collectivement, faire preuve d'une plus grande ingéniosité. Innover en préservant, en s'éveillant à de nouvelles approches, en apprenant de l'histoire numérique passée pour mieux penser les numériques d'aujourd'hui et de demain. » (Cyrille Maltot, associé, président et conseiller, SYNAIRGIS et AGIT Québec)

Au début des années 2020, on observait à l'échelle mondiale une opposition de plus en plus forte contre les pratiques monopolistiques des géants technologiques et leur modèle d'affaires le plus prisé : « l'économie de l'attention ». Ce modèle, aussi très populaire au sein des jeunes pousses et PME du domaine, visait à maximiser le temps passé par les personnes qui utilisent les services numériques afin de collecter leurs données, qu'ils revendaient à bon prix pour produire des contenus publicitaires ciblés. En démontrant à quel point l'économie de l'attention poussait à une consommation perpétuelle, sans parler des enjeux de santé mentale de plus en plus alarmants dans la foulée de la COVID-19, **les activités de sensibilisation du gouvernement québécois aux enjeux du numérique (jalon 2)** ont renforcé sa volonté d'**assurer une vigilance internationale pour limiter l'influence des géants technologiques et d'encadrer le modèle de l'économie de l'attention (jalon 3)**. Lorsque ce mouvement mondial porta fruit en 2025, on assista d'abord à un profond bouleversement de l'échiquier financier du numérique. Car rappelons qu'à l'époque, les

GAFAM avaient des pratiques monopolistiques et captaient une partie importante de la recherche et développement grâce aux investissements massifs en capital-risque.

Mais qui aurait pu prédire qu'au Québec, ce « rebrassage » des cartes coïnciderait avec **l'éveil des milieux de l'investissement et des pouvoirs publics aux impacts environnementaux de ces technologies (jalon 2)** ? Après maintes séances de débats, souvent très houleux, le Québec fit un pari audacieux : utiliser la transition écologique comme un des principaux moteurs pour renforcer son leadership numérique à l'échelle mondiale. Première étape pour y arriver : s'assurer de **disposer de l'écosystème financier permettant l'émergence et le maintien d'entreprises québécoises dans le secteur numérique, en particulier les niches d'innovation liées à la transition (jalon 15)**. Cela permit rapidement de **préserver la capacité de recherche et développement de la province et de développer en continu des innovations liées à la transition (jalon 16)**, ce qui aurait été difficile si la distanciation vis-à-vis des géants numériques ne lui avait pas donné un plus grand contrôle sur ses choix numériques, et stoppé leur rachat de nos jeunes pousses les plus prometteuses.

Mais encore fallait-il savoir quelles innovations prioriser, car on sentait bien le foisonnement d'initiatives de toutes natures sur le terrain ! En plus des **métriques (jalon 18)** évoquées dans le bloc de jalons précédent, le milieu de l'investissement put s'appuyer sur un autre outil précieux pour faire le tri et mettre en place les bons programmes : **un portrait de l'ensemble**

des modèles d'affaires alternatifs à l'économie de l'attention faisant ressortir les plus abordables et compatibles avec la transition écologique ([jalon 6](#)). Pas simple comme exercice, car il fallait dénicher — et souvent inventer! — des modèles d'affaires propres à chaque type d'outil numérique, en cherchant toujours à trouver le juste milieu entre accessibilité financière pour son utilisation et sobriété d'usage. Cette tension se ressentait aussi sur le terrain, car même si **l'encadrement de l'obsolescence** ([jalon 14](#)) avait stimulé la demande d'outils plus sobres et que la **sensibilisation des personnes et organisations utilisatrices** ([jalon 9](#)) avait fait tomber le rideau de la fausse gratuité de la monétisation des données, il n'était pas toujours facile de payer le « juste prix » du numérique... Pas étonnant que dans de multiples secteurs, **l'offre de communs numériques se soit généralisée et ait rendu leur utilisation abordable par une grande partie d'individus et d'organisations** ([jalon 23](#)), car ceux-ci permettaient de conserver une gratuité d'accès plus respectueuse de notre vie privée et dépourvue d'incitations à l'achat. Mais ce n'est évidemment pas la seule approche qui a fait son chemin : petit à petit, on a constaté que les modèles d'affaire du numérique se sont métamorphosés et pluralisés.

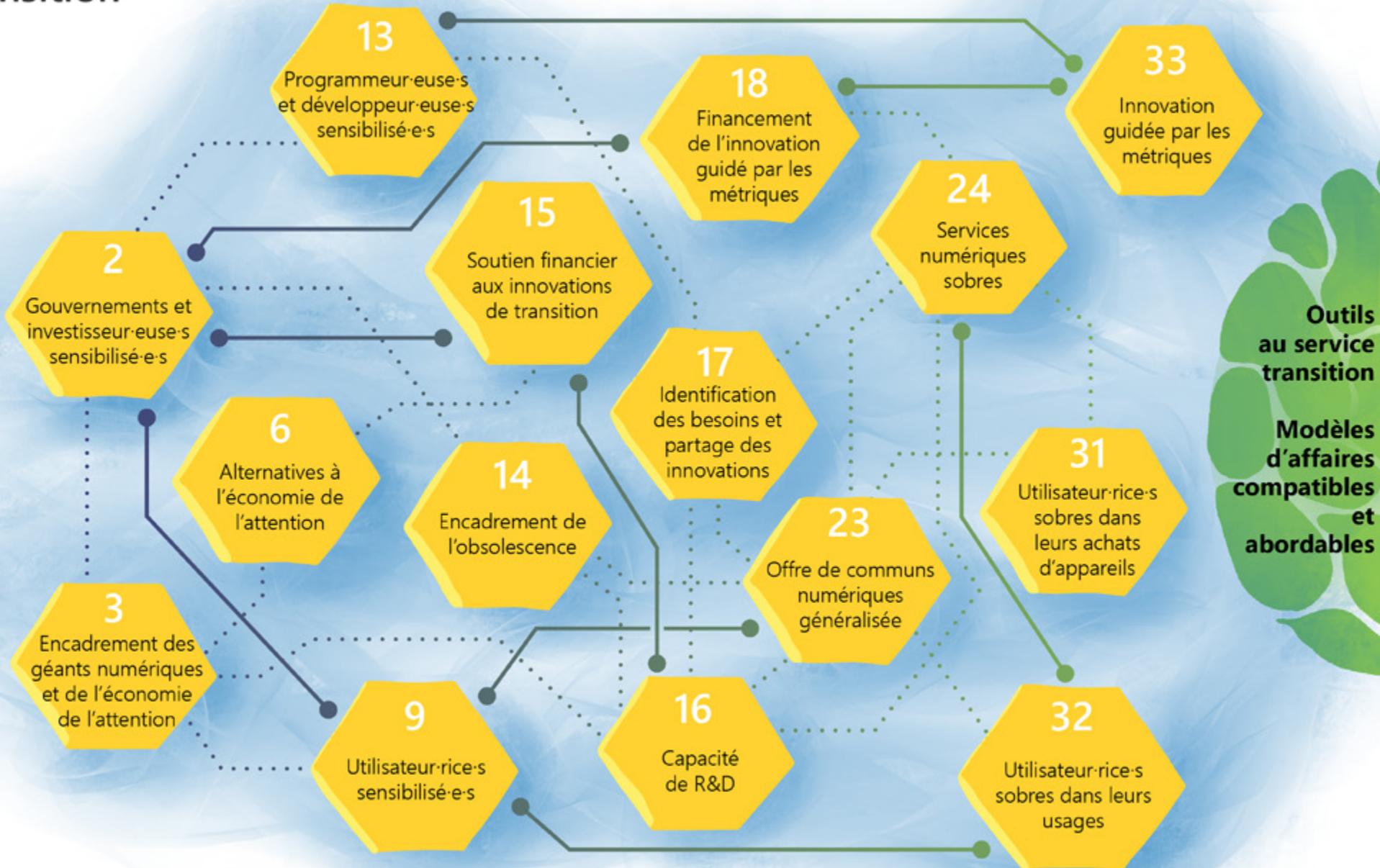
En parallèle aux innovations de modèles d'affaires, on priorisa aussi le développement d'outils numériques au service de la transition écologique. Rappelons qu'en 2030, les conséquences des changements climatiques, de l'effondrement de la biodiversité et de l'épuisement des ressources naturelles prenaient une ampleur inédite, et que plusieurs services numériques avaient déjà fait leurs preuves pour renforcer la résilience des populations et organisations, et les aider à réduire leurs propres impacts environnementaux. Pour orienter les efforts dans ce domaine, on **mit en place des mécanismes pour identifier les besoins d'outils numériques au service de la transition, suivre les innovations liées à la transition et les partager en continu à la communauté numérique** ([jalon 17](#)). Ces mécanismes furent aussi précieux pour alimenter les équipes de recherche et développement du domaine, **mais aussi les milieux de la conception et du développement des services numériques, qui avaient déjà la volonté de développer des logiciels et des interfaces les plus sobres possibles** ([jalon 13](#)). Car, dans ces milieux qui évoluaient si rapidement au

Québec comme ailleurs, il était critique s'inspirer des meilleures pratiques pour conserver le leadership, et de rester à l'affût des innovations de rupture qui bouleversaient sans cesse l'échiquier numérique.

Cette dynamique, jumelée à un **financement de plus en plus exigeant sur les enjeux de transition** ([jalon 18](#)), contribua fortement à la **mise en place de logiciels et plateformes numériques sobres** ([jalon 24](#)). Avec une offre aussi riche, pas surprenant de constater qu'une **majorité d'individus et d'organisations utilisatrices fasse le choix de la sobriété et privilégie les alternatives à l'économie de l'attention** ([jalon 31](#) et 32)! Une fois la masse critique de leurs clientèles convaincues, **les forces vives de l'innovation ont pu généraliser l'utilisation de métriques et de méthodes prenant en compte les limites planétaires et les retombées sociétales pour guider leur développement technologique** ([jalon 33](#))!

Zoom sur les communs numériques : Les communs numériques correspondent à l'ensemble des ressources numériques produites et entretenues par une communauté, et gouvernées par des règles qui lui assurent leur caractère collectif et partagé. Parmi les communs numériques célèbres, il y a le système d'exploitation Linux, le navigateur web Firefox ou encore l'encyclopédie en ligne Wikipédia. Les communs numériques représentent une avenue prometteuse pour développer des outils numériques abordables en sortant des logiques d'accumulation. En ouvrant l'accès au fonctionnement et à la modification des logiciels et des appareils à toutes et tous, celles et ceux qui les utilisent peuvent ainsi bénéficier des efforts continus de la communauté pour prolonger la durée de vie des appareils et faire évoluer leurs usages. De plus, cette collaboration à grande échelle mène souvent à des initiatives de mise en commun d'infrastructures et d'appareils, facilitant leur accès ainsi que leur appropriation, et crée des ponts entre les différentes parties prenantes pour stimuler de nouvelles opportunités d'innovation.

L'innovation guidée par la transition





Le chemin illustré dans cette section représente un véritable défi sociétal : il fait appel à des changements rapides, et pour beaucoup, qui vont à l'encontre des tendances. De fait, la plupart des jalons s'inscrivent en marge des projections industrielles et politiques actuelles, et la mise en œuvre de ceux-ci constituerait un virement de cap significatif.

À la lecture de ces 4 blocs de jalons, il semble évident que la mise en place de tels changements suppose la contribution de chaque partie prenante de la société. Si chacune joue son rôle, alors tout devient possible...



UN ÉCLAIRAGE SUR LES FORCES VIVES DE CE CHEMIN

Il n'est pas toujours évident pour chacun et chacune de saisir pleinement son rôle à la lumière de la complexité des changements à mener. Les 33 jalons présentés dans la section précédente font souvent appel à une multiplicité de rôles, et ont été pensés de manière complémentaire et interreliée. Par conséquent, la contribution de plusieurs forces vives dépend souvent de changements préalables opérés par d'autres. Avec l'objectif de rendre ce chemin plus appropriable, la présente section met l'accent sur les jalons qui interpellent plus directement chacune d'entre elles en proposant des frises temporelles individualisées, en les répartissant selon les catégories suivantes* :



Les investisseurs(-euses)



Les personnes et organisations utilisatrices



La société civile



Les institutions d'enseignement et de recherche



Les entreprises du secteur numérique



Les gouvernements

La déclinaison d'un chemin de transition par partie prenante nous semble offrir un outil précieux pour mobiliser toutes les forces vives importantes à sa mise en œuvre. Il est en effet critique que toutes et tous comprennent bien la nature de leur rôle, ce qui n'est pas toujours facile face à des changements aussi interreliés les uns aux autres.

Pour chaque catégorie vous retrouverez une synthèse des mécanismes d'intervention identifiés tout au long du chemin proposé pour le défi numérique. Il ne s'agit ici que d'un résumé de leur contribution attendue, mais nous vous encourageons à vous référer aux fiches détaillées de chacun des jalons pour retrouver des exemples de stratégies plus concrètes répertoriées.

** Les dynamiques et la nature des parties prenantes risquent d'évoluer au cours des vingt prochaines années, mais pour favoriser le pouvoir d'agir des forces vives dès maintenant et ne pas remettre l'action à plus tard, nous les catégorisons selon leur forme actuelle.*



Les investisseurs(-euses)

Plusieurs types d'investisseurs et investisseuses peuvent contribuer à l'atteinte de la vision souhaitée, dont les gestionnaires d'actifs (fonds de pension, banques, fonds d'investissement), les organisations bailleuses de fonds (fondations, donations privées, ONG) et les responsables de programmes d'aides financières gouvernementales.

Puissants accélérateurs de cette transformation sociétale, les investisseurs et investisseuses peuvent contribuer à impulser une dynamique de changement progressif, mais soutenu tout au long de la trajectoire. Deux principaux mécanismes d'action sont attendus de leur part :

1 Développer des stratégies et programmes de financement dédiés à la transition

écologique : que ce soit par des fonds de recherche, des subventions gouvernementales, des programmes de fondations ou une approche de financement d'impacts, les milieux de l'investissement peuvent d'abord stimuler l'émergence et le passage à l'échelle de nouvelles pratiques cohérentes avec la vision (ex. nouveaux modèles d'affaires alternatifs à l'économie de l'attention, logiciels sobres, programmes de sensibilisation, de soutien à la littératie numérique et de reprise et de saine gestion d'anciens appareils, création de centres de recherche et d'outils de mesure, etc.).

2 Intégrer des critères d'investissement cohérents avec les changements

attendus : les investissements ont aussi un rôle clé pour inciter les autres forces vives à réorienter leurs pratiques en intégrant des conditions d'accès au financement de plus en plus exigeantes (ex. critères de transparence exigeant le partage des données utiles au suivi de notre trajectoire, démonstration de l'utilité sociétale d'un logiciel en développement, études d'impact sur l'environnement préalables au déploiement d'un nouveau réseau).

Accompagner une transition si rapide suppose que le milieu de l'investissement s'inspire en continu des meilleures pratiques et soit à l'écoute des besoins des autres parties prenantes afin de les soutenir au mieux dans leurs changements respectifs. Sa contribution est particulièrement critique à l'atteinte des 17 jalons illustrés dans le schéma suivant. Notons que l'appui sur des métriques de qualité est déterminant pour éviter un soutien aux « fausses bonnes solutions » ou aux pratiques d'écoblanchiment.



Investisseurs(-euses)

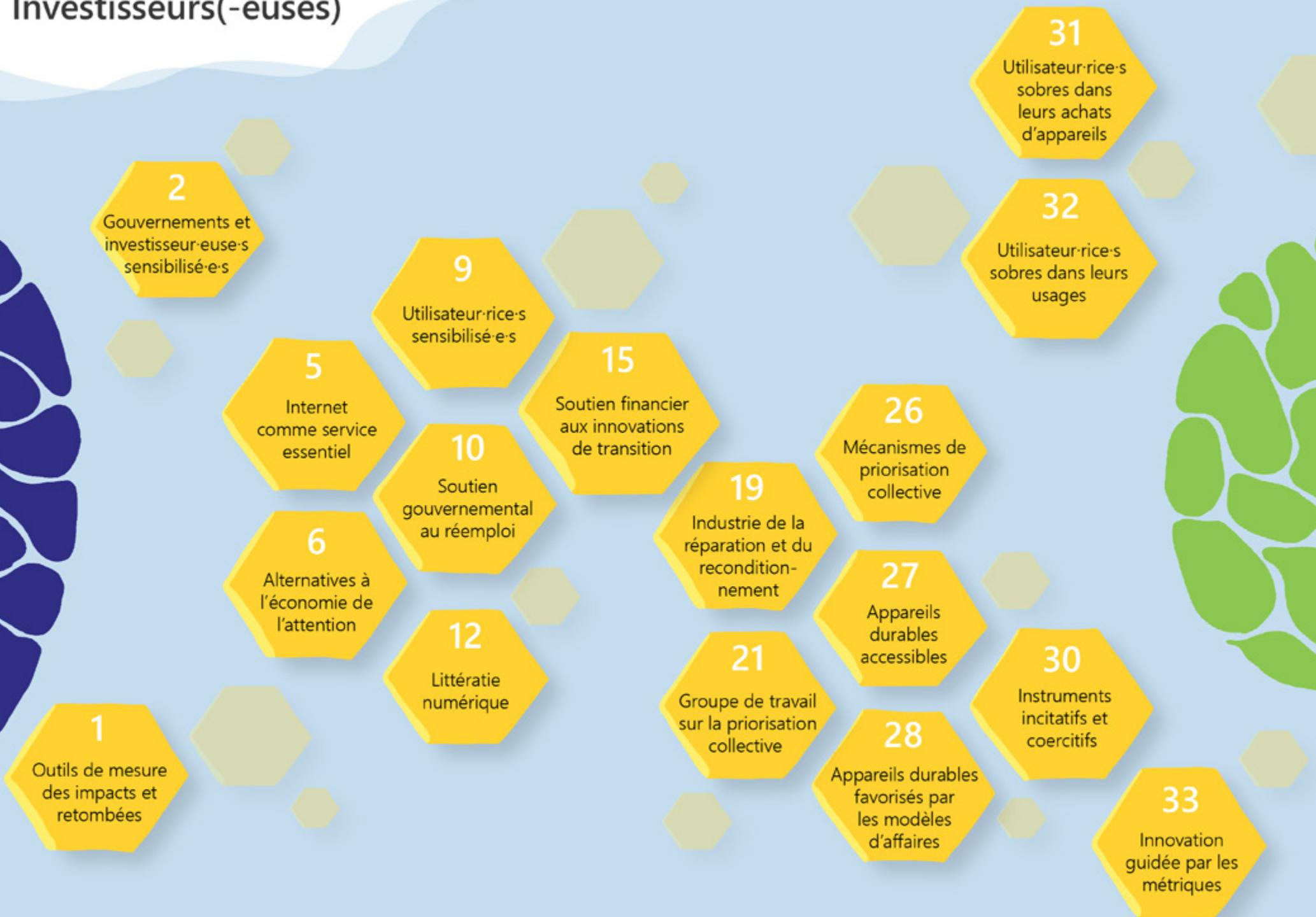


Table des matières

2025

2030

2040



La société civile

Dans le cadre de ce chemin, la société civile comprend de nombreuses composantes dont des OBNL (ONG environnementales, organismes de défense de la consommation, Fab labs), regroupements citoyens, des groupes de réflexion, des associations professionnelles, des médias et le monde des influenceurs et influenceuses.

Dans un contexte où la majorité de la population est encore peu consciente des enjeux sociétaux liés au numérique, difficile d'imaginer une réorientation si profonde et rapide de notre trajectoire sans la précieuse contribution de la société civile, et ce à cinq niveaux :

1 Informer, sensibiliser et former les parties prenantes :

les fiches jalons regorgent d'exemples de mesures de sensibilisation qui pourraient être renforcées ou développées par la société civile pour inciter les autres parties prenantes à amorcer ce chemin, que ce soit sous forme d'ateliers, de guides, de publications dans les médias, de messages ou d'outils proposés par l'économie comportementale.

2 Stimuler et promouvoir les meilleures pratiques, comme les alternatives à l'économie de l'attention et les appareils *low-tech*. Des incitatifs (ex. certifications, indices de durée de vie sur les produits) pourraient être développés de concert avec d'autres forces vives.

3 Renforcer les initiatives de mutualisation et de réparation,

telles que des Fab labs, réparothons et bibliothèques d'outils.

4 Stimuler la collaboration, la concertation et la réflexion collective,

par exemple en animant des dialogues sur les usages numériques, en contribuant à la mise sur pied de mécanismes de recherche-action, de plateformes facilitant la mutualisation de ressources humaines en réemploi ou d'identification continue des besoins d'outils au service de la transition.

5 Faire pression pour accélérer la mise en place des lois, la réorientation des financements, l'encadrement des géants technologiques, etc.

Ces différentes actions devront évidemment évoluer au fil du temps en fonction du degré d'engagement des autres parties prenantes de cette trajectoire. Mais, au regard des connaissances actuelles, leur contribution a été jugée déterminante pour les 21 jalons suivants.



Société civile

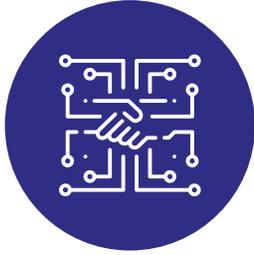


Table des matières

2025

2030

2040



Les entreprises du secteur numérique

Le secteur numérique compte de nombreuses entreprises présentes sur l'ensemble des chaînes de valeur liées aux infrastructures et réseaux, aux services numériques (édition de logiciels sous toutes leurs formes), au réemploi et au recyclage ainsi qu'aux appareils (et leurs composants). Bien que les appareils soient pour la grande majorité fabriqués à l'étranger, des entreprises québécoises interviennent tout de même lors de l'importation et de la distribution sur le territoire.

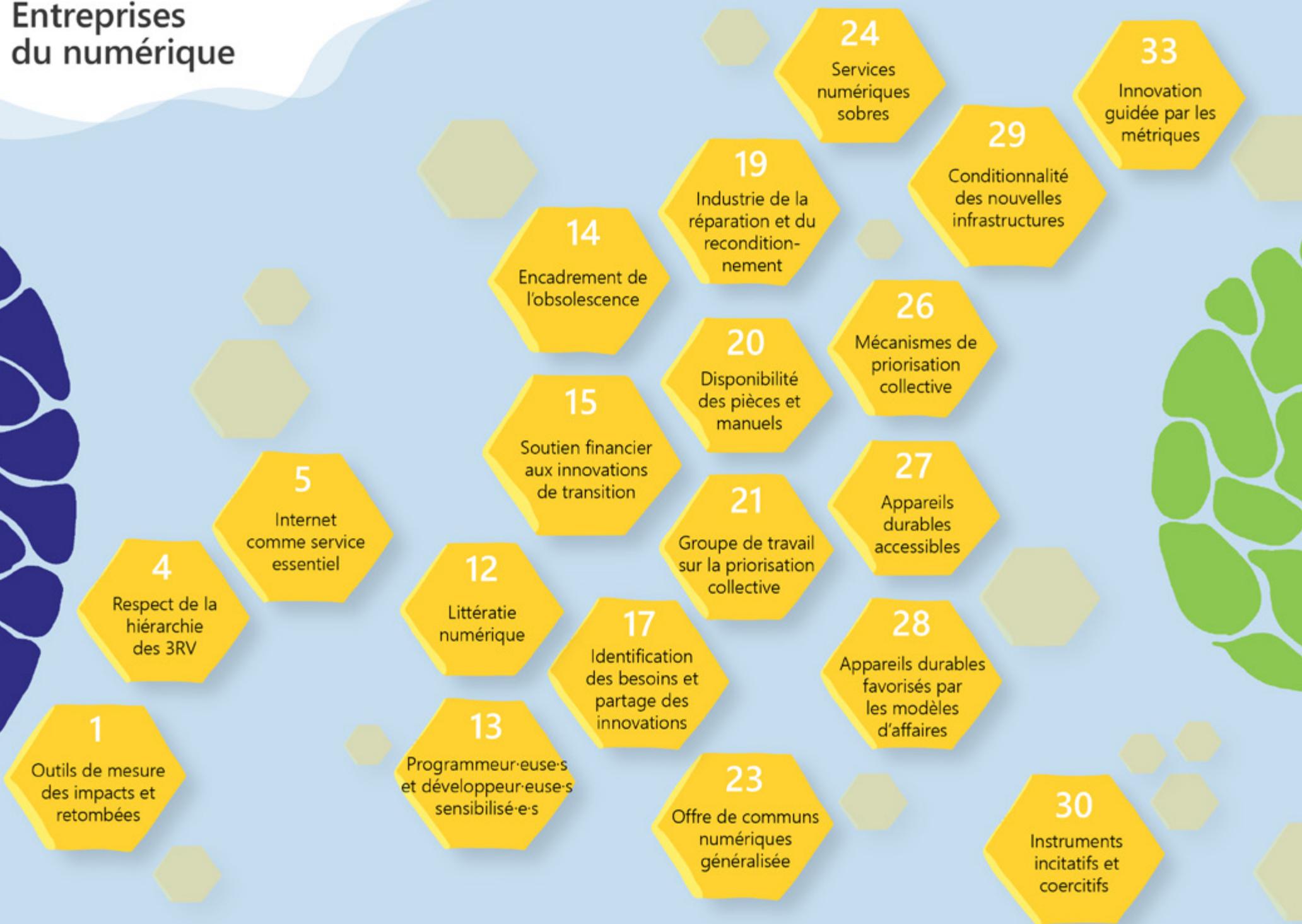
Les entreprises du secteur composent une grande partie de l'offre et jouent ainsi un rôle central pour l'évolution des biens et services numériques disponibles. Dans le cadre de ce chemin, leur action se retrouve dans cinq types d'intervention :

- 1 Adopter rapidement des pratiques qui contribuent à l'allongement de la durée de vie des appareils,** visant par exemple le ralentissement de l'obsolescence, une plus grande sobriété logicielle, une meilleure réparabilité ou encore l'amélioration des perspectives de reconditionnement et de recyclage.
- 2 Développer des outils efficaces au service de la transition,** comme ceux permettant de mieux anticiper les conséquences des changements climatiques et de favoriser la mutualisation.
- 3 Faire évoluer leur modèle d'affaires,** afin de développer des offres compatibles avec la transition écologique, non basées sur l'accumulation perpétuelle.

- 4 Sensibiliser les personnes et organisations utilisatrices à l'empreinte environnementale des appareils et des services numériques** en communiquant directement sur les produits (par exemple via un indicateur, indice ou étiquette), avec leur clientèle (rencontres, relevés, factures) ou en l'intégrant dans leurs campagnes de communication.
- 5 Collaborer avec les autres forces vives de la transition,** notamment en partageant les données nécessaires pour quantifier convenablement les flux de matières et d'énergie du secteur.

En plus des actions directes, afin de réaliser ces changements significatifs sur une échelle temporelle restreinte, il est attendu des entreprises qu'elles **se conforment aux mesures réglementaires (ou adoptent une posture proactive en les anticipant) et qu'elles se forment en continu** pour faire évoluer leurs pratiques. L'engagement des entreprises du secteur numérique a été jugé clé dans l'atteinte des 19 jalons suivants :

Entreprises du numérique



2025

2030

2040



Les personnes et organisations utilisatrices

Au cœur de l'activité du numérique se trouve l'ensemble des organisations publiques, privées et non gouvernementales ainsi que les individus et regroupements de communautés informatiques qui utilisent les biens et services numériques dans leurs activités professionnelles et personnelles. Au sein des organisations, on retrouve notamment les directions informatiques entourées de leurs partenaires (d'infogérance, de main-d'œuvre, de spécialistes) qui se chargent de la conception et du maintien du système d'information.

Pour que le numérique se réoriente vers la transition écologique, des changements majeurs au sein de la demande en appareils et services, et plus globalement au sein de la culture numérique, sont nécessaires. Sur le chemin proposé, il est attendu des personnes et des organisations qui utilisent des outils numériques de :

1 S'informer et (se) former en continu sur les enjeux environnementaux du numérique, par exemple en participant aux activités de sensibilisation et de formation, en organisant des ateliers à destination de leurs équipes, ou en réalisant des guides de bonnes pratiques. Cela implique de se mesurer, de s'auditer et de se préparer aux changements de pratiques dans les opérations en tenant compte des contraintes que cela peut soulever et des coûts potentiels.

2 Contribuer à la préservation du parc informatique par le biais de pratiques de mutualisation, d'écoconception des services et techniques internes (pour les directions informatiques), de réparation et de réutilisation et ainsi **soutenir le développement de la filière du réemploi au Québec** avant de penser au recyclage.

3 Soutenir les offres innovantes et se détourner des offres non compatibles avec la transition (ex. : économie de l'attention) individuellement ou par l'introduction de critères dans les appels d'offres des organisations.

4 Contribuer à la réflexion collective sur l'avenir du numérique, notamment pour identifier les outils numériques qui répondent à de réels besoins.

5 Faire pression pour faire évoluer les pratiques **ainsi que dénoncer** les dynamiques insoutenables du numérique, comme l'accélération de l'obsolescence, l'économie de l'attention, les incitations perpétuelles à l'achat ou la non-réparabilité des appareils.

Il est à noter que l'État et les grandes organisations jouent un rôle particulièrement important dans la demande étant donné leur pouvoir d'achat considérable. Ensemble, ils ont des leviers significatifs pour faire évoluer l'offre de services et d'appareils, et de façon indirecte, les réseaux qui les supportent. La contribution des personnes et organisations utilisatrices se retrouve principalement dans les 21 jalons suivants :

Personnes et organisations utilisatrices



Table des matières

2025

2030

2040



Les institutions d'enseignement et de recherche

La vision fait appel à l'action des institutions de recherche publiques et privées, des établissements d'enseignement (écoles primaires, secondaires, cégep et universités) ainsi que des organismes de formation et d'éducation populaire.

Étant donné le caractère récent des questions à l'intersection entre la transition numérique et la transition écologique, il reste de nombreuses zones d'ombre à éclaircir et des besoins importants de formation. **Les institutions de recherche ont donc un rôle important à jouer pour combler les manques d'information afin de baliser l'action en continu, et les établissements d'éducation ont le rôle essentiel d'anticiper et de contribuer au développement des compétences des parties prenantes impliquées. Leur action combinée peut être résumée par trois types de mécanismes :**

1 Faire avancer la recherche à l'intersection entre la transition écologique et la transition numérique, par exemple en développant des outils de mesures et en réalisant des études sur les défis d'opérationnalisation et les points d'accroche stratégiques (notamment le développement de modèles d'affaires alternatifs et les tensions potentielles liées à l'approvisionnement).

2 Transférer les connaissances mobilisées et participer au dialogue avec les autres forces vives de la transition pour alimenter les réflexions sociétales sur les usages numériques et les programmes de sensibilisation afin qu'elles s'appuient sur des données probantes.

3 Accompagner et former les individus, toutes générations confondues, mais également les organisations publiques et privées en intégrant ces enjeux aux programmes de formation existants, en élaborant des interventions plus spécifiques (ex. : formation de la main-d'œuvre spécialisée à l'écoconception logicielle ou aux enjeux de littératie numérique) et en mettant à leur disposition des outils d'apprentissage assurant une mise à jour continue des savoirs.

La contribution des institutions d'enseignement et de recherche se retrouve de manière prédominante dans 18 jalons illustrés par le schéma suivant. Notons que leur participation est déterminante dès le début du chemin, en particulier pour le **développement de métriques efficaces et la montée en compétence des différentes parties prenantes, dont les milieux de la recherche et de l'enseignement liés au domaine numérique.**



Institutions de recherche et d'enseignement



2025

2030

2040



Les gouvernements

Le chemin fait appel aux différents paliers gouvernementaux, incluant le gouvernement fédéral, le gouvernement provincial, les regroupements territoriaux et les municipalités, selon les juridictions concernées.

« Le numérique tout comme l'urgence climatique nous obligent à reconsidérer les formes de régulation. Pour tenter d'endiguer ces phénomènes, il nous semble indispensable de favoriser le dialogue entre les producteurs de normes et ceux qui vont devoir les respecter. » (Vincent Gautrais, professeur titulaire, Université de Montréal)

Dans le cadre de ce chemin, les différents paliers gouvernementaux sont sollicités pour réduire les pressions du marché et soutenir les transformations des autres acteurs au sein de la société afin de repenser collectivement la transition numérique en contexte de transition écologique. Pour atteindre la vision, il est attendu de leur part de :

1 Fixer des objectifs ambitieux, afin de faire évoluer la transition numérique du Québec vers le cadre posé par la transition écologique, **les répercuter** dans de nouvelles politiques, normes, lois et règlements, politiques d'approvisionnement et **veiller à leur application**.

2 Accompagner les changements nécessaires du côté de l'offre et de la demande par le biais de programmes incitatifs et coercitifs tels que des mécanismes d'écofiscalité, des aides à l'achat, l'étiquetage, l'interdiction de certaines pratiques ou de certains produits.

3 Sensibiliser et former les individus et les organisations aux enjeux environnementaux liés au numérique, en les intégrant dans les cursus de formation et en soutenant les organismes qui œuvrent en ce sens.

4 Créer des mécanismes de concertation efficace, en collaboration avec les autres forces vives de la transition, et des alliances internationales, notamment pour encadrer les géants numériques, lutter contre l'obsolescence et soutenir la transparence quant aux impacts des activités et produits de ce secteur.

5 Assurer une veille stratégique, notamment sur la raréfaction des ressources, et **contribuer au développement des connaissances et outils de mesures**, en collaboration avec les organismes de recherche et l'industrie numérique.

6 Les gouvernements municipaux peuvent également **mettre à disposition des lieux de mutualisation** et jouer un rôle clé pour **faciliter la récupération, le réemploi et le recyclage des appareils**.

L'action des organismes gouvernementaux s'inscrit principalement dans l'atteinte de 21 jalons illustrés sur le chemin ci-dessous. Notons que les gouvernements ont aussi un rôle important à jouer à titre d'investisseur et d'utilisateur : leur contribution a été intégrée aux mécanismes propres à ces deux types de parties prenantes.



Gouvernements



Prise de recul sur la contribution des différentes parties prenantes

Si les mécanismes d'action varient en fonction du type de partie prenante concernée, les frises temporelles font ressortir que chacune d'entre elles a un rôle important à jouer pour que ce chemin prenne forme. **Au-delà des contributions respectives, la mise en place de changements aussi profonds et rapides suppose une collaboration importante entre ces forces vives, et ce à deux niveaux :**

- **À l'échelle des jalons eux-mêmes :** l'atteinte de certains jalons repose sur l'action simultanée et concertée de plusieurs types de parties prenantes, par exemple pour les efforts de formation et de sensibilisation aux enjeux liés au numérique, la mise en place d'un groupe de travail sur la priorisation collective des usages et l'élaboration d'outils de mesure efficaces.
- **Pour faciliter le passage d'un jalon à l'autre :** par exemple, l'allongement de la durée de vie des appareils numériques serait difficilement réalisable sans l'offre d'appareils plus durables, un meilleur accès des individus à l'industrie de la réparation et du reconditionnement et un soutien public au réemploi.

Dans la mesure où la participation de chacun et chacune dépend plus largement de celle des autres, l'atteinte de la vision nécessite donc l'action concertée de toutes les forces vives de la transition. Afin que cette approche collaborative puisse se matérialiser et se pérenniser, aussi bien au sein des jalons qu'à leur intersection, il est critique de disposer d'instruments efficaces de concertation pour maintenir le dialogue et faciliter un bon arrimage de nos contributions respectives. Or, ces dynamiques ne semblent pas encore exister au Québec et devront être créées sous des formes diverses pour que l'on puisse façonner collectivement un numérique soutenable.



C'est tout un défi, mais en se répartissant la tâche, en s'entraidant dans nos différents chantiers respectifs et en menant certaines actions ensemble, nous serons collectivement capables de réaliser un chemin aussi ambitieux que celui qui est illustré à la page suivante, et qui intègre les 33 jalons introduits dans les 4 blocs de la section précédente.

Même s'il est le fruit d'une solide revue de littérature et d'une réflexion collective de 2 ans ayant mobilisé des expertises et points de vue variés, rappelons que ce n'est qu'un chemin possible et que l'avenir est par nature incertain. Ce chemin sera certainement amené à évoluer en fonction du développement technologique et de l'apparition de nouveaux obstacles et opportunités. De nouveaux jalons pourraient s'intégrer au fur et à mesure que la compréhension de la problématique gagnera en maturité. Et l'action des uns devra sans cesse s'ajuster en fonction de celle des autres.

Bref, plus nous avançons dans ce chemin, plus nous naviguons dans l'incertitude. Mais se doter de trajectoires de changement possibles, guidées par une vision du futur collective, demeure le meilleur instrument disponible pour amorcer ensemble des transformations profondes de notre société.

En se basant sur les meilleures informations disponibles à ce jour, elle permet de découper ces changements complexes en étapes possibles à franchir, et nous aide ainsi à prioriser les actions à mener à court terme. Si l'on se dote de mécanismes de concertation et de partage d'information continu dans le temps, nous serons en mesure d'éclairer progressivement notre chemin. Cela sera d'autant plus important que notre trajectoire évoluera au rythme des phénomènes économiques, géopolitiques, ou encore climatiques qui le forceront à se réorienter et à s'ajuster en permanence.



ET SI...

Le chemin du défi numérique décrit l'enchaînement d'une série d'étapes intermédiaires pour lier la situation actuelle à la vision 2040. S'il offre des pistes prometteuses et documentées, il n'a pas toutefois la prétention de constituer une feuille de route prédictive et prête à l'emploi. D'autres chemins auraient pu être explorés pour atteindre cette vision, mais il semble encore plus important de se rappeler que l'avenir est par nature incertain. Même paré des meilleures trajectoires possibles, de nombreux éléments, exogènes comme endogènes, pourraient les faire bifurquer, ou même remettre en cause l'atteinte de certains éléments de la vision 2040. Nous vous proposons dans cette section d'explorer trois facteurs majeurs, sélectionnés par le comité expert du défi numérique, qui auraient le potentiel de provoquer des bifurcations significatives du chemin étudié.

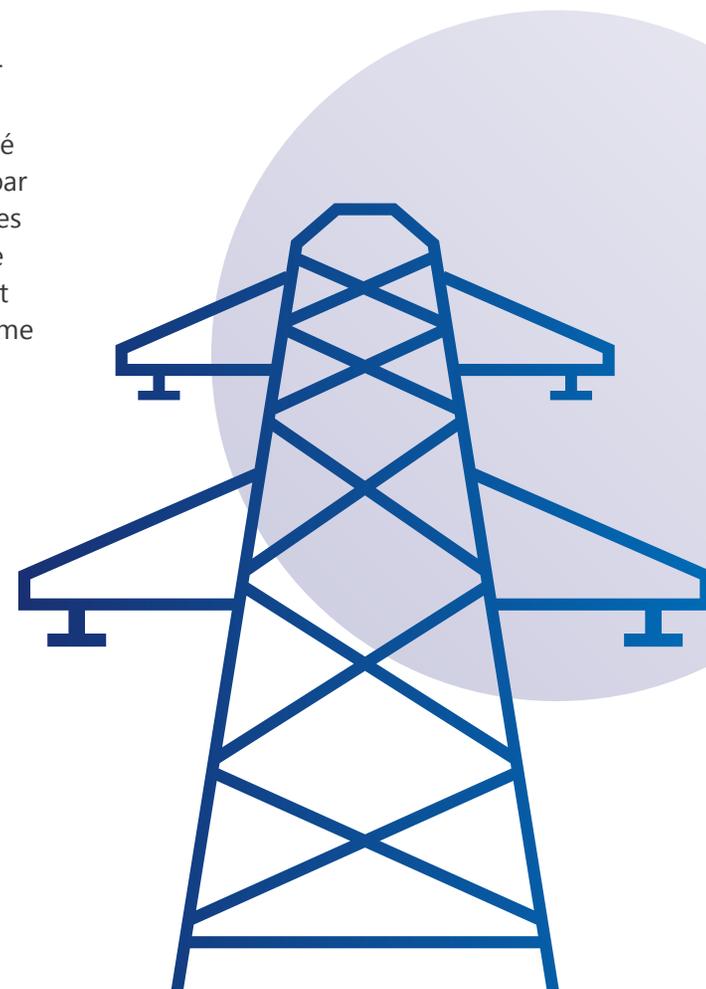


ET SI... la hausse de la demande en électricité nous obligeait à prioriser l'accès à l'énergie au cours des prochaines années ?

« Plus de 100 TWh additionnels d'électricité propre seront requis pour que le Québec atteigne la carboneutralité à l'horizon 2050. C'est plus de la moitié de notre capacité de production annuelle » annonce le nouveau plan stratégique 2022-2026 d'Hydro-Québec (28). Publié plus tôt en 2022, ce document affiche une rupture significative de la part de la société d'État qui faisait jusqu'à présent la promotion d'une énergie peu coûteuse et abondante, disponible pour l'accueil de nouveaux projets. Selon les mots de la présidente Sophie Brochu, un changement de cap est nécessaire, et dorénavant l'électricité québécoise devrait être allouée « aux meilleurs projets possibles » (29). Ce n'est pas la première fois que les capacités de production d'Hydro-Québec sont mises à l'épreuve : les périodes de grand froid de janvier 2014 et 2022 se sont accompagnées d'une demande record en électricité et la population a été invitée à réduire sa consommation pour parvenir à l'absorber (30). Afin de faire face aux pics à venir, le groupe planifie d'accroître ses capacités de production et d'améliorer l'efficacité énergétique de son réseau afin de réduire les pertes (31). Toutefois, il prévoit que ces efforts ne seront pas suffisants pour combler l'augmentation de la demande, notamment portée par les ambitions d'électrification des transports et de transition énergétique. Pour

permettre l'accès à une source d'énergie de plus en plus contrainte, une forme de priorisation pourrait être envisagée afin de privilégier les « usages les plus porteurs ».

En tant que secteur dont la consommation énergétique augmente annuellement, le numérique serait sans aucun doute affecté par une telle restructuration de l'accès à l'énergie. Un arbitrage pourrait par exemple être effectué par activité, comme cela semble être évoqué par Mme Brochu (« il n'y aura pas d'énergie pour les cryptomonnaies »), par secteur (par exemple le réseau de la santé et les transports garderaient un accès privilégié, au détriment d'autres comme la publicité) ou encore par infrastructure (une partie du réseau, comme les antennes 5G des centres-ville, pourrait être éteinte lors des pics de demande en matinée et en soirée).



Le chemin proposé pour le défi numérique prévoit des jalons permettant une priorisation collective des usages, mais au cours de la décennie 2030 seulement. Quelle bifurcation de cette trajectoire serait à prévoir si des situations de priorisation énergétique de grande ampleur se produisaient avant 2030 ? Voici quelques pistes de réflexion :

- Les jalons en lien avec la sensibilisation aux enjeux environnementaux du numérique pourraient être accélérés naturellement par le contexte. En effet, la consommation énergétique des activités numériques devrait être considérée, levant le voile sur la fausse immatérialité du secteur. À ce titre, la sensibilisation tant des paliers gouvernementaux et du milieu de l'investissement ([jalon 2](#), 2025) du milieu de la programmation et du développement ([jalon 13](#), 2028) que des individus et des organisations qui utilisent le numérique ([jalon 9](#), 2028) pourrait être facilitée. En conséquence, cela permettrait sans doute d'accélérer l'adoption des comportements plus *low-tech* ([jalon 22](#), 2032) et de développer des services numériques plus sobres ([jalon 24](#), 2034).
- Cette priorisation de l'accès à l'énergie pourrait également mettre au premier plan la consommation énergétique des infrastructures numériques en faisant apparaître celles qui consomment le plus, mais également celles qui contribuent à des services plus essentiels auxquels l'accès devrait être garanti en tout temps (les centres informatiques qui hébergent

des données sensibles, par exemple). Les infrastructures existantes pourraient être alors accompagnées pour minimiser leur empreinte plus rapidement afin de réduire leurs besoins en électricité ([jalon 7](#), 2027) et une justification sociétale pourrait devenir nécessaire pour le déploiement de nouvelles infrastructures ([jalon 29](#), 2036) compte tenu d'un accès de plus en plus limité à l'énergie.

- Enfin, cette éventualité renforce la nécessité d'entamer rapidement des discussions multiacteurs à l'échelle de la province pour identifier les besoins numériques essentiels de sorte que cette priorisation puisse s'opérer en visant à maintenir le bien commun et non en suivant des logiques arbitraires ou purement monétaires. En ce sens, il serait judicieux de mettre en place un groupe de travail sur la priorisation collective dès que possible pour pouvoir aborder au mieux ces nouvelles contraintes ([jalon 21](#), 2032). De façon complémentaire, si ces situations venaient à se produire de plus en plus fréquemment, elles pourraient aussi représenter une porte d'entrée supplémentaire pour la tenue de ces discussions collectives.

Le comité expert du défi numérique anticipe donc que ce contexte accélérerait plusieurs chantiers imaginés dans la trajectoire. Cependant, il soulève d'autres questions qui mériteraient une réflexion collective, notamment :

- Comment faire en sorte que la priorisation de l'accès à l'énergie ne soit pas détournée par des individus ou des organisations qui auraient les moyens financiers de s'en extraire, formant ainsi une fracture numérique d'un nouveau genre à l'image de celle qui existe dans l'accès au système de santé ?
- Ce changement de paradigme de la part d'Hydro-Québec mènera-t-il à un changement plus profond au sein de la stratégie québécoise d'économie numérique, qui compte entre autres sur son attractivité pour l'accueil de centres informatiques étrangers ?



ET SI... les ressources se raréfiaient plus vite que prévu, affectant les chaînes d'approvisionnement du numérique ?

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, la fabrication d'équipements numériques exerce une lourde pression sur les ressources de la planète, notamment l'eau et les métaux. Mais il est difficile d'estimer fidèlement à quel point nous aurons accès à ces précieuses ressources à l'horizon 2040. Cela dépend de plusieurs facteurs complexes et en évolution constante, comme le prix des matières premières, le degré de substituabilité par d'autres matériaux, ou encore l'évolution de la demande mondiale, du numérique comme des autres secteurs (32). En effet, même s'il reste encore des gisements de métaux à exploiter, l'explosion de la demande, accentuée par la transition vers des sources d'énergie moins carbonées, pourrait ne pas être compensée par l'offre qui demeure peu élastique. Les relations internationales peuvent aussi avoir un impact majeur sur la capacité d'accès aux ressources métalliques, car leur répartition est fort inégale sur la planète. Par exemple, la Chine concentre plus de 60 % de la production minière de terres rares (33), ce qui lui offre un grand pouvoir d'influence sur la direction des marchés. Cette inadéquation grandissante entre offre et demande, couplée à un contexte géopolitique variable et à des aléas climatiques de plus en plus fréquents, pourrait conduire à des bouleversements dans les chaînes d'approvisionnement qui

sont mondialisées et complexes (34). En plus des ressources métalliques, le numérique consomme de grandes quantités d'eaux tout au long de son cycle de vie, que ce soit pour raffiner les minerais utilisés dans la fabrication d'appareils ou pour refroidir les serveurs des centres informatiques (35). Cette dépendance hydrique ajoute des sources de tension pouvant affecter l'approvisionnement des composantes numériques lorsque cette ressource vitale vient à manquer. À titre d'exemple, l'entreprise *Taiwan Semiconductor*, qui fabrique 90 % des puces électroniques de moins de dix nanomètres, a révélé en 2021 que ses besoins hydriques ne pourraient pas être assouvis du fait de la sécheresse connue par l'île au cours des saisons précédentes, provoquant soudainement une pénurie mondiale de semi-conducteurs (36).



Qu'elles concernent l'eau ou les métaux, ces ruptures d'approvisionnement plus ou moins longues pourraient prendre la forme d'une hausse soudaine du prix des matériaux, d'une indisponibilité de pièces, ou encore d'arbitrages entre les secteurs lorsque la demande ne peut pas être comblée dans sa totalité. Le chemin de transition proposé dans les précédentes sections prévoit plusieurs jalons pour anticiper ce type de risque et s'y préparer à l'horizon 2040. Mais comment adapter cette trajectoire si de telles pénuries advenaient avant 2030? Dans ce contexte, les bifurcations suivantes pourraient être nécessaires :

- Les jalons qui traitent de l'industrie de la réparation et du reconditionnement ([jalon 19](#), 2032) ainsi que de la disponibilité des pièces ([jalon 20](#), 2032) mériteraient d'être devancés autant que possible, afin de permettre au secteur de faire face à une hausse soudaine de la demande en appareils reconditionnés, faute d'accès à des équipements neufs.
- Le soutien au réemploi ([jalon 10](#), 2028), la généralisation des pratiques de mutualisation ([jalon 25](#), 2034) ou encore la diffusion de pratiques *low-tech* ([jalon 22](#), 2032) représente plusieurs avenues abordables pour atténuer les impacts des chaînes d'approvisionnement sur l'accès aux services et équipements numériques de base. Celles-ci pourraient être davantage mises de l'avant dans une perspective de résilience et d'équité d'accès.
- Des pénuries plus durables pourraient représenter des points de bascule importants pour changer la culture d'abondance liée au numérique et conduire les individus et les organisations à développer des solutions de communs numériques ([jalon 23](#), 2032) et prolonger la durée de vie de leurs appareils ([jalon 31](#), 2037) pour d'autres raisons que la convergence avec la transition écologique.

Si ces ruptures d'approvisionnement se multiplient au cours des années à venir, d'autres éléments mériteraient une réflexion collective afin de réorienter au mieux notre chemin de transition, par exemple :

- Les conséquences potentielles de ruptures d'approvisionnement militent-elles pour une relocalisation d'une partie des chaînes d'approvisionnement des appareils numériques sur le territoire? Si oui, lesquelles seraient prioritaires?
- Une dé-numérisation - ou du moins un doublement non-numérique des services essentiels, devrait-elle être prévue pour augmenter la résilience de nos sociétés face à ces risques?



ET SI... nous ne parvenons pas à encadrer les géants technologiques ?

Bien que s'adressant aux forces vives de la transition au Québec, le chemin du défi numérique se heurte à la réalité d'un contexte international complexe, composé de nombreux acteurs économiques évoluant en dehors de nos frontières. Cela est particulièrement vrai pour l'offre de biens et services numériques : l'ensemble des appareils que nous achetons provient de l'étranger et la plupart des services que nous utilisons sont contrôlés par une poignée de multinationales. Or, l'atteinte de la vision suppose un changement profond de cette offre et donc par extension, de la part de parties prenantes sur lesquelles nous avons très peu de contrôle. C'est pourquoi plusieurs jalons proposés dans la trajectoire, comme le [jalon 3](#) sur l'encadrement des géants technologiques et le [jalon 28](#) sur le changement de modèles d'affaires des fabricants d'appareils, insistent sur l'importance de faire front commun avec d'autres pays afin d'inciter ces multinationales à opérer un virage rapide vers la sobriété matérielle et d'usage. Bien qu'il soit possible de les soumettre à différents mécanismes incitatifs ou coercitifs lors de l'entrée de leurs produits sur les marchés locaux, la taille du marché québécois est trop limitée pour les contraindre à faire évoluer leurs pratiques.



Dans le cas des GAFAM, leur puissance et leur pouvoir d'influence sont tels que même une coalition internationale pourrait ne pas parvenir à offrir un réel contrepoids à l'horizon 2025. Il semble donc pertinent d'explorer ce qu'il adviendrait si nous n'arrivions pas à atteindre le [jalon 3](#), qui vise à limiter l'influence des géants technologiques et à encadrer le modèle de l'économie de l'attention. Deux bifurcations possibles du chemin ont été imaginées en fonction du positionnement futur des GAFAM sur la transition écologique :

- En premier lieu, les GAFAM pourraient se présenter comme des acteurs incontournables pour opérer rapidement la transition écologique à l'échelle mondiale, grâce à la puissance des outils à leur disposition (comme les mégadonnées sur les comportements individuels et agrégés). On pourrait imaginer un virage « éco-algorithmique » mondial, au sein duquel les objectifs internationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont traduits et renforcés individuellement par les outils numériques (ex. par le biais de rétroaction individuelle ou de budgets carbone associés aux modes de paiement). Au vu des importants moyens dont disposent les GAFAM, cette bifurcation du chemin faciliterait l'atteinte de plusieurs jalons (ex. développement d'outils au service de la transition, sobriété énergétique, système d'innovation qui intègre les limites planétaires) grâce au déploiement d'outils de mesure qui permettraient notamment d'anticiper et d'internaliser les effets rebonds. Cependant, l'atteinte d'autres éléments majeurs de la vision pourrait être remise

en cause dans ce contexte. Par exemple, une perception renforcée du numérique comme le sauveur de l'humanité pourrait réduire l'importance accordée à la sobriété d'usage et à la distinction entre outils numériques essentiels et superflus. De plus, on pourrait questionner la légitimité démocratique des outils utilisés.

- La deuxième bifurcation à envisager pourrait être un maintien des trajectoires actuelles, sans réel changement de paradigme. On imaginerait alors que les géants technologiques pourraient accentuer leurs réponses à la crise écologique (ex. compensation carbone des émissions liées à leurs serveurs, augmentation de la réparabilité des appareils) sans toutefois changer en profondeur leurs modèles d'affaires et leurs pratiques. Plusieurs éléments clés de la vision du défi numérique pourraient ne pas être atteints dans ce contexte, car il est fort probable que les changements obtenus localement ne seraient pas suffisants pour renverser la balance. De fait, l'emphase continue sur la croissance perpétuelle des usages et sur le renouvellement fréquent

des appareils (obsolescences techniques et logicielles, monétisation et donc maximisation du temps passé sur les plateformes, vente ciblée de contenus publicitaires incitant à la consommation) irait à l'encontre de la logique de ralentissement, de réduction des flux de matières et de questionnement des besoins numériques sous-tendus par la vision 2040.

De plus, dans ces deux cas de figure, la continuation de pratiques monopolistiques de la part des GAFAM rendrait difficile le passage à l'échelle de solutions alternatives. En dominant ainsi l'ensemble du secteur, ces entreprises continueraient de dicter les choix de design et d'utilisation possibles, réduisant grandement la capacité d'agir des forces vives locales. En ce sens, un autre élément clé de la vision proposée pourrait être directement affecté : celui de la priorisation collective des usages. Si de tels mécanismes de priorisation parvenaient à être instaurés (jalons 21 et 26), leur portée réelle ainsi que la place occupée par les GAFAM dans la prise de décision seraient des considérations à ne pas sous-estimer.

En tenant compte de ces différentes bifurcations possibles et de leurs conséquences sur le chemin et la vision, les forces vives du Québec pourraient envisager de :

- Développer, renforcer et protéger davantage l'écosystème numérique local (principalement les jalons 15 et 16) pour augmenter notre pouvoir d'agir collectif sur les outils numériques du quotidien, et guider leur développement par des balises localement choisies (notamment en matière de transition écologique);
 - Mettre l'emphase sur l'utilisation des communs numériques, notamment les logiciels libres, pour permettre de réduire collectivement l'influence qu'exercent les GAFAM sur l'évolution du secteur numérique au Québec. Présents dans le [jalon 23](#), le levier des communs numériques pourrait également davantage ressortir par le soutien gouvernemental au réemploi ([jalon 10](#)), la conception de services numériques sobres (jalon 24) ou encore comme critère pour guider le financement de l'innovation ([jalon 18](#)).
- Enfin, il est important de rappeler que les GAFAM ne sont pas les seuls à entretenir les mécaniques de l'économie de l'attention et que la majorité des acteurs du secteur en ont adopté les pratiques. Par conséquent, une forme de « déGAFAMisation » du numérique sans questionnement des modèles d'affaires sous-jacents ne permettrait pas nécessairement d'atteindre plus facilement une sobriété d'usage numérique.

L'exploration de ces différents facteurs permet de comprendre que, peu importe le chemin choisi, il sera certainement amené à s'ajuster au fil des années pour faire face à un contexte international en constante évolution. D'autres scénarios auraient pu être étudiés, comme la montée des enjeux liés à la cybersécurité, une forme de démondialisation et la résurgence de blocs régionaux, une récession économique majeure ou encore une nouvelle crise sanitaire mondiale. Au-delà de ces changements de contexte externes sur lesquels nous n'avons que très peu de contrôle, le chemin de transition que prendra réellement le Québec dépend également des dynamiques internes et de notre capacité collective à faire face aux chocs. La mise en place de mécanismes efficace de concertation interacteurs sera critique pour nous adapter en continu, mais également pour solutionner les « nœuds du futur » que nous rencontrerons sur notre chemin de transition.

LES NŒUDS DU FUTUR

Depuis 2020, nos réflexions collectives sur le défi numérique ont fait émerger plusieurs « nœuds du futur ». Certains représentent des défis de mise en œuvre qui semblent difficiles à surmonter, alors que d'autres mettent en tension des priorités collectives parfois délicates à concilier. En complément des freins et des questions à éclaircir présentées dans chacune des fiches-jalons, cette section fait ressortir des nœuds transversaux qui mériteraient d'être davantage approfondis au cours des prochaines années.

Jusqu'à quel point devrions-nous appuyer sur le numérique en contexte de transition écologique ? Soulevée dès le lancement du défi, cette question a été posée tout au long de nos travaux, tant elle a le potentiel de produire des trajectoires différentes. Si pour certaines personnes il était possible de développer de nouveaux modes de vie qui soient à la fois durables et très numérisés, pour d'autres, la gravité des bouleversements écologiques et le besoin de réduire très rapidement les impacts de l'ensemble de nos activités militent plutôt pour une forme de « dénumérisation ». Entre ces deux polarités, mille et une nuances possibles. Afin d'aider les parties prenantes à faire des choix éclairés sur

ce nœud, il semble notamment important de se questionner sur les réels besoins numériques, le type d'outils possibles pour y répondre et les paramètres de leur déploiement. Comment encourager davantage le recours au juste niveau technologique et favoriser l'apparition de combinaisons ingénieuses et économes en ressources (par exemple celles qui allient *low* et *high tech*) ? Le numérique ne devrait-il pas être abordé sous la forme plurielle pour mieux capturer la multiplicité de situations différentes, qui n'ont pas les mêmes implications en matière de retombées sociétales et d'empreinte environnementale ?

« Dans un contexte de limites planétaires et d'Anthropocène, nous devons sortir d'une vision unique de la transition numérique, dans laquelle le numérique est considéré comme une technologie infiniment disponible pour la société. La démarche prospective nous invite au contraire à envisager une pluralité de modèles possibles, à penser le numérique au pluriel pour débattre « des numériques » plutôt que « du numérique », entre un numérique priorisé sur des usages essentiels et une approche solutionniste généralisée, entre la sobriété et l'ébriété numérique, entre un numérique high-tech en obsolescence programmée et un numérique low-tech et plus résilient face aux crises, entre un numérique développé par les GAFAM et un autre où les centres de données sont gouvernés de manière rationnée comme des biens communs mondiaux. » (Christophe Abrassart, professeur agrégé, Université de Montréal)



Comment fait-on pour identifier ce qui est essentiel de ce qui ne l'est pas alors qu'on a toutes et tous des besoins différents? Ça nécessite des discussions collectives pour rendre compte de cette diversité!

Atelier de co-design du 12.06.20

Comment opérer une distinction entre les usages numériques essentiels et non essentiels?

Au sein de la trajectoire, nous avons tenu pour acquis que le Québec parviendrait à dénouer ce nœud de façon démocratique et collective. Cependant il serait risqué d'en sous-estimer la complexité, car les besoins numériques diffèrent fortement d'une organisation, d'une personne ou d'une ville à l'autre, et sont amenés à évoluer en permanence en suivant des changements très rapides. Il faut donc trouver des mécanismes de priorisation collective qui puissent opérer et ajuster cette distinction de façon à favoriser l'équité, et ce de manière récurrente. Cela implique par exemple de mettre en place des garde-fous pour assurer une juste représentation des différentes parties prenantes et d'opérer des suivis réguliers de l'évolution des besoins en matière d'accès au numérique. De façon complémentaire, la priorisation des usages dans une perspective d'accès à une ressource limitée implique aussi d'identifier les besoins pour lesquels une

réponse numérique n'est pas particulièrement efficace, qui pourraient être dénumérisés sans effet négatif pour ses utilisatrices et utilisateurs.

« Il y a une tendance forte à offrir certains services qu'en mode numérique : l'achat de billets de spectacles, la réservation d'une plage horaire pour pratiquer un sport ou encore la disponibilité de journaux. Il nous semble important de préserver certains services en mode non virtuel afin de permettre aux gens de vivre une vie sobre en numérique. » (Christoph Stamm, chargé de cours, Université de Montréal).

La popularité grandissante du no code risque-t-elle de gommer les efforts en matière de sobriété des usages?

Au cours des dernières années, on observe une multiplication des offres de plateformes de développement en *no code*, permettant à n'importe qui de développer des services numériques sans avoir besoin de compétences en programmation, grâce à l'intégration d'une grande quantité de modules préenregistrés. Bien que cette évolution du marché offre des perspectives intéressantes pour réduire les fractures numériques en rendant le développement logiciel et web plus accessible, le préchargement de l'ensemble des options possibles n'est offert que par des suites surdimensionnées et énergivores, qui s'inscrivent contre la nécessité d'optimisation et d'allègement des outils numériques induite par les démarches de sobriété.

Comment allier sécurité des données et prolongation de la durée de vie des appareils?

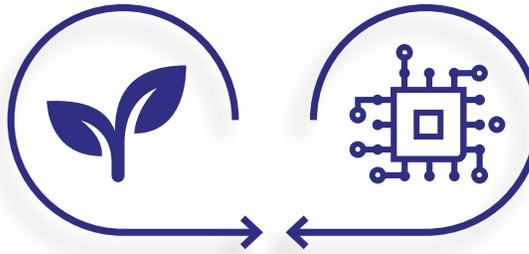
De nombreuses grandes organisations, publiques et privées, renouvellent régulièrement leur matériel informatique et les logiciels auxquels elles souscrivent pour bénéficier des équipements les plus à jour et du service technique offert à la vente d'appareils et de services, qui n'ont qu'une durée limitée sans renouvellement (mises à jour de sécurité, interventions lors de problème, soutien technique, etc.). Comment développer des pratiques qui permettent de garantir la sécurité des données des organisations tout en allongeant la durée de vie des appareils existants?

Comment rendre la mesure d'impact environnemental accessible pour les petites organisations?

La mesure de l'impact environnemental des outils numériques est l'une des clés du chemin proposé. Or, avec un tissu économique composé de 99,8 % de PME et un secteur numérique dominé par de jeunes pousses, il est important de se demander comment ces petites organisations pourront financer la réalisation d'évaluations environnementales.



Existe-t-il des infrastructures numériques nécessaires à avoir sous notre contrôle? Les objectifs de priorisation collective et de sobriété des usages impliquent-ils d'avoir une partie des infrastructures numériques sous notre contrôle pour pouvoir être atteints? Si oui, quels types d'infrastructures devraient l'être? Ce contrôle devrait-il s'opérer au niveau de la localisation (présence de ces infrastructures sur le territoire) ou de la propriété (ex. : certains câbles sous-marins stratégiques devraient appartenir à des organisations nationales)? En outre, compte tenu des enjeux d'approvisionnement soulevés dans la section précédente, devrions-nous nous doter de nos propres capacités productives pour certaines composantes clés pour l'industrie (ex. semi-conducteurs) afin d'assurer la production d'appareils « de base » (et le plus économe en composantes possibles)?



Comment faire converger deux transitions qui n'opèrent pas à la même vitesse? La transition écologique implique des transformations profondes qui doivent être pensées sur le long terme, au regard de l'inertie de nos systèmes sociotechniques et de l'amplitude des changements attendus au cours des prochaines décennies. À l'inverse, la transition numérique se déploie à toute vitesse et provoque des transformations profondes dans chaque secteur d'activité où elle s'infuse. Comment organiser

la convergence entre d'une part, la transition écologique qui nécessite du temps pour questionner les besoins, rassembler les parties prenantes autour d'efforts concertés, développer des interventions appropriées et d'autre part, la transition numérique, force de transformation massive, qui implique une accélération permanente?

« Le numérique est en effervescence et transforme le monde du travail. Tout s'accélère par l'accès à l'information et à l'automatisation, y compris l'innovation. Ce n'est plus le gros poisson qui mange le petit, c'est le plus rapide qui bat le plus lent. » (Valérie Bécaert, directrice de la recherche et des programmes scientifiques, ServiceNow)

Ces nœuds du futur, tout comme ceux identifiés dans les fiches-jalons, peuvent être intéressants à mettre en dialogue avec votre réseau, ou à explorer comme sujet de recherche. Vous avez d'autres nœuds en tête? N'hésitez pas à nous les partager : martin.deron@umontreal.ca!

DES GERMES DE CHANGEMENT

La convergence des transitions numérique et écologique s'annonce pleine de défis et d'étapes à créer de toutes pièces. Cependant, à travers nos travaux depuis plus de 2 ans, nous avons également été témoins d'initiatives inspirantes qui montrent qu'une vague de changement pourrait être moins loin qu'elle n'y paraît au premier abord...

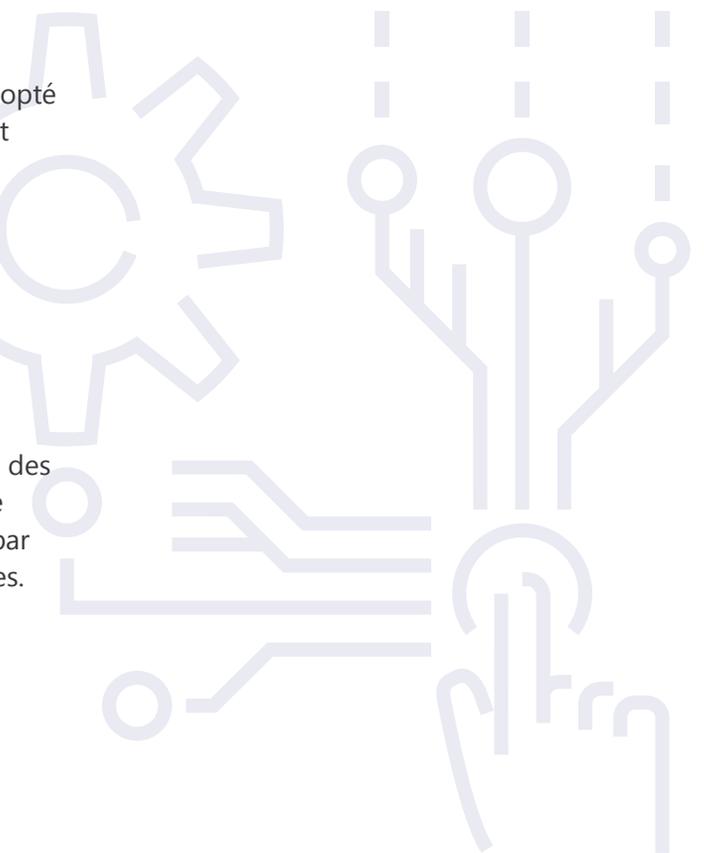
Si le sujet demeure relativement peu médiatisé, notons qu'il a tout de même grandement gagné en popularité depuis 2 ans. Des organisations comme Ecoist Club, le Réseau des femmes en environnement, la Fresque du Numérique, l'Association Québécoise Zéro Déchet ou encore Hydro-Québec communiquent désormais sur les enjeux environnementaux du numérique et sur les façons de les maîtriser.

L'écosystème du « numérique responsable » commence à se structurer. L'Alliance pour une gestion informatique technoresponsable (l'AGIT Québec) a repris ses travaux en 2022 et œuvre pour réunir les acteurs et les actrices du secteur numérique engagées dans la filière dans le but de développer et promouvoir les meilleures pratiques en matière d'Éco-TIC au Québec, et de sensibiliser la population aux enjeux environnementaux liés au numérique.

Le MELCC a entamé en 2021 un partenariat avec le CIRAIG et l'Université Laval pour commencer à quantifier les impacts environnementaux du numérique au Québec et en identifier les leviers de réduction.

Un travail conséquent est réalisé sur les données ouvertes et la multiplication des communs numériques au Québec. En plus d'organismes œuvrant directement pour l'ouverture des données (Nord Ouvert) ou le logiciel libre (FACIL), on voit de plus en plus d'intérêt institutionnel pour le sujet : le gouvernement du Québec a par exemple adopté un Plan d'action favorisant un gouvernement ouvert, qui s'appuie entre autres sur les données ouvertes et l'utilisation de logiciels libres. Même si les motivations sont parfois portées par d'autres causes, la création d'un numérique plus ouvert, participatif et qui réponde davantage aux intérêts locaux offre des perspectives de changement bien plus favorables à l'intégration de balises pour la transition écologique. Notons à ce sujet que des regroupements commencent à se faire entre ces diverses parties prenantes, notamment par le biais de l'organisme de maillage Passerelles.

Les fiches synthèses sur chaque jalon regorgent d'exemples québécois et internationaux qui sauront assurément vous inspirer pour guider votre action!



LE MOT DE LA FIN

Difficile d'anticiper le réel chemin qu'empruntera le Québec pour faire converger sa transition numérique et sa transition écologique. Mais ces deux années de réflexions collectives autour de ce défi émergeant nous ont bien démontré l'importance de se mettre en marche le plus rapidement possible. Même si plusieurs maillons du secteur numérique sont hors de notre contrôle, ces travaux ont aussi confirmé que le Québec dispose de suffisamment de leviers d'action pour choisir sa transition « numérico-écologique », au moins en partie.

Toutefois, pour avoir la capacité d'orienter la façon dont nous souhaitons mener cette transition, et ainsi nous diriger vers le futur qui nous semble le plus souhaitable possible, il sera impératif d'agir de façon concertée. Car ce défi interpelle l'ensemble des forces vives de la société, tant à l'échelle individuelle qu'organisationnelle, et la majorité des changements à mener repose sur plusieurs d'entre elles à la fois. Si le Québec jouit d'une culture de la concertation plus développée que d'autres régions du monde, beaucoup reste à faire pour nous doter de mécanismes de collaboration à la hauteur de ce qui nous attend. Car le chemin que nous tracerons collectivement, jour après jour,

sera certainement semé d'embûches et de rebondissements inattendus. Il sollicitera sans aucun doute une bonne dose de créativité et d'audace pour affronter des obstacles inédits. Ce n'est qu'en travaillant ensemble que nous pourrons nous adapter en continu aux rapides transformations de l'industrie numérique mondiale et de notre précieux environnement.

Pour aider le Québec à bâtir cette trajectoire collective, la contribution de l'équipe Chemins de transition ne s'arrête pas à ce rapport. L'Université de Montréal et Espace pour la vie lancent maintenant une nouvelle étape sur le parcours du défi numérique : celle de partager au plus grand nombre les apprentissages réalisés depuis 2020, en adaptant le plus possible les contenus et ses méthodes d'animation en fonction des besoins et réalités de chaque acteur et actrice.

En espérant que ce rapport ait été aussi riche en découvertes et plaisant pour vous à lire qu'il l'a été pour nous à le développer!

Martin Deron et Mélanie McDonald

Vous souhaitez poursuivre cette aventure avec nous?
Contactez-nous : martin.deron@umontreal.ca!

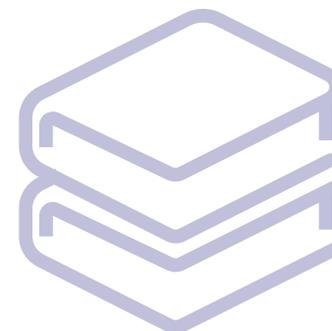


RÉFÉRENCES

1. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (s.d). Plan d'action de développement durable 2015-2020. Prolongation 2020-2022.
2. Hydro-Québec (2022). Plan stratégique 2022-2026. Repéré à <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/plan-strategique.pdf?v=2022-03-25>
3. Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K.,... & Bengio, Y. (2022). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1–96.
4. Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., ... & Bengio, Y. (2022). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1–96.
5. ADEME (2020). Caractérisation des effets rebond induits par le télétravail.
6. Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., ... & Bengio, Y. (2022). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1–96.
7. Sustainability in the Digital Age (SDA) (2020). Digital Disruptions for Sustainability Agenda (D²S Agenda): Research, Innovation, Action. Future Earth.
8. Ferreboeuf, H., Efoui-Hess, M., Verne, X. (2021). Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G. Note d'analyse. The Shift Project.
9. Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S., & Friday, A. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9), 100340.
10. Orgerie, A-C. (2021). Consommation numérique - Surchauffe énergétique. Conférence virtuelle pour le Cœur des sciences – UQAM. URL : youtube.com/watch?v=76CZTFKJd5I
11. ADEME (2019). La face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement. Repéré à : <https://librairie.ademe.fr/cadic/2351/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf?modal=false>
12. Bordage, F. (2019). Empreinte environnementale du numérique mondial. GreenIT.fr.
13. Pinsard, M. & Toussaint, J. (2020). L'impact environnemental du numérique au Québec et au Canada. 2^e rapport du projet DiagnostIC.
14. Ferreboeuf, H., Efoui-Hess, M., Verne, X. (2021). Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G. Note d'analyse. The Shift Project.
15. Ritchie, H. & Roser, M. (s.d.) Emissions by sector. Our World in Data. Repéré à : <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
16. Bordage, F. (2019). Empreinte environnementale du numérique mondial. GreenIT.fr.
17. The Shift Project (2019). Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne. Un cas pratique pour la sobriété numérique.
18. Ferreboeuf, H., Efoui-Hess, M., Verne, X. (2021). Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G. Note d'analyse. The Shift Project.
19. Bordage, F. (2019). Empreinte environnementale du numérique mondial. GreenIT.fr.
20. Dedryver, L. (2020). La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé. Document de travail. France stratégie.
21. Hache, E. (2019). La criticité des matériaux de la transition énergétique - Évaluation des besoins et des risques pour une gestion durable des ressources. Conférence : Évaluation des besoins et des risques pour une gestion durable des ressources.
22. Gauthier, P. (2021). La production de métaux à la hausse en contexte de déplétion. Énergie et environnement.



23. Commission Européenne (2017). Study on the review of the list of Critical Raw Materials.
24. Dupont, D. et Binnemans, K. (2015). Antimony recovery from the halophosphate fraction in lamp phosphor waste: A zero- 15 waste approach
25. Nova, N. (2022). Veille M3/De L'eau dans le numérique? L'empreinte hydrique méconnue d'un secteur perçu à tort comme immatériel.
26. Longaretti, P. Y., & Berthoud, F. (2021). Le numérique, espoir pour la transition écologique? L'Économie politique, 90 (2), 8-22.
27. Haut Conseil pour le Climat (2020). Maîtriser l'impact carbone de la 5G. Repéré à https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/12/haut-conseil-pour-le-climat_rapport-5g.pdf
28. Hydro-Québec (2022). Plan stratégique 2022-2026. Repéré à <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/plan-strategique.pdf?v=2022-03-25>
29. Baril, H. (2022). Hydro-Québec redémarre la machine. La Presse. Repéré à <https://www.lapresse.ca/affaires/entreprises/2022-03-24/plan-strategique-2022-2026/hydro-quebec-redemarre-la-machine.php>
30. Baril, H. (2022). Nouveau record de la demande d'électricité. Repéré à <https://www.lapresse.ca/affaires/entreprises/2022-01-21/hydro-quebec/nouveau-record-de-la-demande-d-electricite.php>
31. Hydro-Québec (2022). Plan stratégique 2022-2026. Repéré à <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/plan-strategique.pdf?v=2022-03-25>
32. Zenon Research (2022). Fluxes, not stocks. The real challenges of metallic resources for the energy transition.
33. Statista (2022). Distribution of rare earths production worldwide as of 2021, by country. Repéré à : <https://www.statista.com/statistics/270277/mining-of-rare-earths-by-country/>
34. Hache, E. (2019). La criticité des matériaux de la transition énergétique - Évaluation des besoins et des risques pour une gestion durable des ressources. Conférence : Évaluation des besoins et des risques pour une gestion durable des ressources.
35. Nova, N. (2022). Veille M3/De L'eau dans le numérique? L'empreinte hydrique méconnue d'un secteur perçu à tort comme immatériel.
36. Nova, N. (2022). Veille M3/De L'eau dans le numérique? L'empreinte hydrique méconnue d'un secteur perçu à tort comme immatériel.



En plus de ces références mobilisées directement par le texte, une bibliographie plus importante a été constituée tout au long du défi numérique. [Celle-ci est disponible sur notre site internet.](#)