

Comprendre la société numérique

CONIUGI DILECTISSIMAE

Au cours de mon enfance, seuls le bistrot, le boulanger, l'épicier, le maire, le médecin, le notaire et le vétérinaire du village disposaient d'un téléphone à domicile, installé chez eux pour faire face essentiellement aux nécessités de leur charge. Une douzaine de postes téléphoniques seulement irriguaient notre petite agglomération au sein de la campagne française. Le téléphone était rare, cher, réservé à des usages, présumés importants, qui ne touchaient qu'une toute petite minorité d'usagers. Moins de vingt ans après, le mémorable sketch de Fernand Raynaud, qui marque la mémoire de notre génération et même de celle qui nous suit, stigmatisait cet incroyable sous-équipement téléphonique de la France : en 1966, alors que *le 22 à Asnières* était connu de tous, notre maison de famille n'avait toujours pas de téléphone automatique, pas plus que les voisins ni le café du bourg. Il fallut attendre que le gouvernement inscrive, à grand renfort de publicité, le *rattrapage téléphonique* comme une priorité nationale essentielle et urgente pour que les anciens abonnés du réseau manuel soient enfin servis par un équipement automatique, établi seulement à partir de 1974 dans notre localité rurale¹ !

Treize ans plus tard, une autre révolution du téléphone prenait en France son envol, en retard toutefois de plusieurs années sur des pays comme la Suède : l'équipement du

1. Les communications du réseau manuel étaient établies par les « demoiselles du téléphone », employées des Postes qui branchaient à la main l'abonné sur la ligne du destinataire ; ces opératrices pouvaient donc suivre toutes les conversations, notamment en campagne : l'échange entre les correspondants n'était guère discret. Ce n'était encore cependant que l'époque des « petites oreilles » locales ; le procédé s'est bien amélioré depuis avec Internet, prenant une dimension planétaire, celles des « grandes oreilles » qui seront évoquées au volume 3.

territoire en téléphone filaire étant devenu correct, une première licence de téléphonie cellulaire, préparée par l'équipe dont j'assurais alors la coordination au ministère des Postes et télécommunications fut attribuée à un opérateur privé, la SFR, à la fin de 1987 ; le premier client de cette société commerciale fut servi seulement au premier trimestre 1989. Dans le même temps, l'administration des *Postes et télécommunications* commençait la mutation qui allait scinder *la Poste et les télécoms* ; puis, après plusieurs étapes intermédiaires, préparer la création de *France Télécom SA* par une loi de juillet 1996. Dans l'intervalle, le service cellulaire numérique *GSM* avait été mis en service par *France Télécom* en juillet 1992 ; c'était le premier maillon de la longue série des communications numériques qui équipèrent peu à peu la planète et firent du téléphone ce que nous connaissons aujourd'hui, partout dans le monde : un *smart phone² numérique*, terminal multifonction dont il s'est vendu plusieurs milliards d'exemplaires dans le monde, en quelques années !

Quelle transformation des objets, de la technique et des modes de communication interpersonnels en vingt années à peine ! Pourtant, l'histoire ne s'arrête pas à ce constat. Au début de la période qui est aujourd'hui glorifiée par la chronique comme celle où tout était, soi-disant, possible³ les lycéens que nous étions disposaient, en plus de leur aptitude éventuelle au calcul mental, de deux instruments traditionnels pour calculer : une *table de logarithmes* et une *règle à calcul* qui, soit rappelé en passant, n'est qu'un calculateur personnel fondé, lui aussi, sur les logarithmes ! Ces deux assistants au calcul, totalement oubliés aujourd'hui, ne relevaient pas du chiffre, mais du *calcul analogique⁴* : additionner deux longueurs de règle, sur une échelle logarithmique, pour effectuer une multiplication ; ou soustraire, au contraire, deux longueurs de la même règle pour faire une division.

Le *calcul analogique* a longuement fait ses preuves : pour le praticien il entraînait deux importantes conséquences : l'obligation de garder conscience, dans tout calcul, des ordres de grandeur ; et entraîner, du même coup, le calculateur, qu'il soit ingénieur, biologiste ou architecte, à rester conscient de l'erreur qu'implique toute

2. Equivalent proposé par les commissions de terminologie françaises *ad hoc* : « ordiphone », un terme que l'usage n'a pas endossé (le mérite-t-il, d'ailleurs, dans le contexte actuel ?).

3. Les années au-delà desquelles se poursuit la reconstruction industrielle de l'Europe occidentale après la Seconde Guerre mondiale ; voir Jean Fourastié, *Les Trente Glorieuses*, Hachette, Paris, 1979.

4. Imaginé et mis au point en Europe vers 1630, ce mode de calcul a été pratiqué pendant plus de trois siècles (milieu du XVII^e siècle au milieu du XX^e siècle) ; il a donc accompagné l'essentiel de la révolution industrielle, jusqu'aux temps contemporains. Il resta le seul assistant au calcul autorisé dans les concours et examens officiels en France, jusqu'au milieu des années 1980.

mesure : dans le cas présent, des approximations inévitables de lecture sur les graduations de la règle. Aucun de mes enfants ne connut, au cours de ses études, le maniement nécessaire d'une règle à calcul ; tous eurent droit, dès le lycée, d'emporter avec eux une calculette électronique de poche ; le *temps du numérique*, pour eux, commença avec leur entrée en sixième ! Quant aux élèves actuels des lycées et collèges, génération de mes petits-enfants, c'est sur une *tablette*, sur un *smart phone* ou sur un *IBook* portable qu'ils prennent désormais leurs notes de cours. Plus personne ne porte attention au calcul analogique : l'objet, les industries qui les fabriquaient, les tables de logarithmes que l'on imprimait par milliers pour les lycéens d'hier ont été rayés de la carte. Vers les années 1980, un trait de plume, tracé par le progrès technique, fit disparaître la petite mécanique de précision qui fabriquait nos règles à calcul. Cette disparition annonçait, sans que nous y prenions vraiment garde, la *disruption numérique* que nous retrouverons dans presque tous les chapitres de cette série, conséquence des ruptures qui marquent désormais largement l'économie, le commerce, l'éducation, la santé ou les transports.

Après mes études à l'*Ecole centrale*, j'ai découvert le *calcul numérique* moderne en débarquant, comme boursier *Fullbright*, dans l'université américaine qui m'a permis de programmer, pour la première fois, ces *IBM Computers* qu'aucune de nos *grandes écoles* n'avait encore installés pour faire découvrir à leurs élèves ce nouvel instrument qui allait, en peu d'années, inonder les entreprises, transformer la gestion des affaires, la recherche industrielle, la physique, la chimie et la biologie, en moins d'une demi-génération. Il s'agissait, pour nous, de simuler, par le seul calcul numérique, des phénomènes physico-chimiques préparant une production industrielle. A mon retour au laboratoire parisien de la Faculté des sciences, nous avons du faire appel, pour poursuivre, aux moyens de calcul, importants pour l'époque, qui étaient occasionnellement disponibles à Orsay, car les universités parisiennes, dans leur ensemble, étaient fort mal équipées sinon de cornues et de paillasses semblables à celles qui servirent à Pasteur, voire à Lavoisier !

J'ai ensuite vu naître et grandir, en une dizaine d'années, la génération des informaticiens de gestion qui entraînèrent et pilotèrent la gestion administrative et commerciale des services publics (urbanisme, plan, aménagement du territoire et services sociaux) et des affaires : assurances, banques, caisses de retraite, industries, transports et villes. Ils furent mes compagnons de route et mes camarades d'études ; ils firent la force des sociétés de services, d'études et de conseil informatique (SSCI) qui, pendant plus d'un quart de siècle, ont marqué l'informatique européenne et le génie logiciel. Ces activités, compétitives et en croissance rapide, vite ouvertes à l'international, conservèrent longtemps un avantage compétitif. Elles ont convergé, dès le milieu des années 1970, avec la transmission de données à distance pour déboucher, autour de 1980, sur ce qu'un fameux rapport au président de la République française

baptisa d'un nom forgé qui marquera durablement le couplage entre les télécommunications et l'informatique : la *télématique* (Nora-Minc, 1978). Ce fut, ne nous y trompons pas, la première manifestation tangible de ce que l'on nommera ensuite la « convergence numérique » dont nous ne cessons d'étendre le périmètre depuis l'éclosion d'Internet, vers 1995.

Résumons le constat : au cours d'une vie comme la mienne, un mode de calcul pluricentenaire, le *calcul* analogique, est tombé dans l'oubli. Seul le calculateur numérique a désormais droit de cité. Ce basculement, dans l'intervalle entre deux générations seulement, entraîne deux conséquences qui méritent réflexion :

a) un *profond changement de perspective vis-à-vis de la mesure* et des instruments qui nous servent à mesurer ;

b) *la surévaluation symbolique du nombre dans notre appréhension du monde et de la nature.*

En devenant purement numériques, nos instruments détaillent désormais chaque mesure en alignant des chiffres qui ne sont pas nécessairement significatifs pour nos besoins pratiques (température, pression, distance, volume, vitesse, pourcentage, etc.) : a-t-on vraiment besoin de connaître la température du corps à deux décimales près pour prononcer un diagnostic de fièvre ? Une mesure de surface foncière au centième de mètre carré s'impose-t-elle pour un agent immobilier ? Afficher le résultat d'un sondage de popularité politique au dixième de pour cent a-t-il une signification quelconque lorsque l'on connaît le niveau d'erreur statistique qui s'attache aux pourcentages calculés à la suite d'un sondage portant sur 1 600 entretiens (environ +/- 2,5 %⁵) ? La course à la précision d'affichage qu'implique la numérisation de nos instruments, pour évaluer des grandeurs physiques comme des comportements sociaux, entraîne des illusions : la précision devient un leurre, un écran de fumée qui occulte la réalité des choses, car la mesure n'est jamais qu'une *approximation*, qu'un *ordre de grandeur* que l'on cherche à évaluer.

Nous nous égarons, depuis un demi-siècle, notamment pour ce qui touche aux sciences humaines. Les réflexions liminaires qui ouvrent *La lutte de classes*⁶ de Raymond Aron soulignaient très justement, à propos des études sociologiques : « Vous pouvez [par enquête] déterminer la proportion des individus de la collectivité qui appartiennent à diverses classes » (p. 86) ; et, un peu plus loin : « Toujours on rencontrera une certaine difficulté à délimiter (ces) ensembles... le propre des ensembles sociaux est d'être équivoques, d'avoir des frontières mal définies » (p. 90).

5. Voir J.L. Boursin, *Les dés et les urnes*, Le Seuil, Paris, 1990, p. 232 sq.

6. Ouvrage titré *Nouvelles leçons sur les sociétés industrielles*, Gallimard, Paris, 1964 (réédition *Idées*, n° 47, 1972).

Dès lors, à quoi sert la précision, sinon à nous illusionner ? Ce qui importe, je l'évoquais plus haut à propos du métier d'*ingénieur-constructeur*, n'est pas d'avoir un nombre précis, mais de *repérer l'ordre de grandeur du phénomène que l'on observe et que l'on décrit*. J'insiste donc : avec son affichage numérique, l'instrumentation nous berce d'illusions, nous fait croire à une précision trompeuse au détriment de ce qui compte vraiment : l'appréciation des grandeurs, tant dans le monde des objets matériels que dans celui des êtres vivants ou des fonctions économiques ou sociales !

Le *calcul analogique* imposait d'étalonner la mesure, en rapport direct avec le savoir empirique ; le *calcul numérique* favorise une tout autre convention, détachée de l'appréhension sensible par nos cinq sens qui sont tous éminemment analogiques. A force d'écarter (ou d'omettre) le doute et l'approximation qui caractérisent toute mesure, nous dissociions l'appréhension empirique d'un objet ou d'un phénomène de sa représentation par la mesure numérique ; la démarche scientifique est alors plus tentée que jamais de décoller du réel ! Mon point n'est pas ici de nier l'avènement ni l'utilité d'un temps nouveau, au contraire ; mais d'insister sur le fait que la généralisation du chiffre induit, bel et bien, des conséquences qui sont sensibles depuis quelque temps ; plus le calcul numérique se diffuse dans notre société (sans que nous y prêtions vraiment garde) plus ses effets s'étendent, sous diverses formes : changements de référence, de méthode et de raisonnement qui marquent le long terme : non, le *temps du numérique* ne se résume pas à une invasion subite et brutale. En prendre conscience est, sans doute, un premier pas vers la sagesse !

Pourquoi m'être étendu ici sur une tranche de vie qui n'a rien d'exceptionnel, sinon qu'elle est caractéristique de ce qu'ont vécu les hommes de ma génération ? Pour porter témoignage du fait que, contrairement à des lieux communs répandus, la diffusion des objets, des pratiques et des emplois numériques n'est ni aussi brutale ni aussi récente que l'affirment trop de nos contemporains, esclaves de la nouveauté à tout prix. Car il s'agit, au contraire, d'un phénomène technique, économique et social de long cours, engagé dès le milieu du XX^e siècle, au lendemain du second conflit mondial. Les effets induits par les technologies numériques infusent progressivement dans la société tout entière, comme le firent, en leur temps, la machine à vapeur et l'électricité⁷. La transformation des mœurs, des habitudes et de la communication entre les hommes avance par paliers. Le changement n'est d'abord sensible que par une minorité, celle qui est directement touchée par le progrès technique naissant ; puis

7. On se reportera à l'étude comparative publiée par Daniel Sichel sous le timbre de la Brookings Institution : *The Computer Revolution*, Washington DC, 1997 ; le chapitre 5 compare la montée en puissance des industries de l'information, de l'industrie électrique, du transport aérien et du rail, sur la longue période au cours de laquelle chacune de ces industries a mûri puis pris sa place dans les temps modernes.

il se diffuse plus largement, parfois sous l'influence de circonstances imprévues⁸, et la majorité des hommes y deviennent sensibles parce qu'ils ressentent enfin l'effet de ce progrès technique sur leur vie quotidienne ou dans l'exercice de leurs métiers. Ces effets de rupture, ces *disruptions* seront largement évoquées dans les trois volumes de cette série.

Nulle nostalgie ne teinte mon propos ; je n'éprouve aucune réticence à m'adapter au changement ; je crois, par contre, que des témoignages concrets peuvent, dans leur diversité et par leurs multiples perspectives, illustrer utilement les pratiques numériques contemporaines et les placer dans une perspective historique hors de laquelle l'observateur, même attentif, risque soit de se perdre, soit d'être aveuglé par la nouveauté. De plus, nous le savons parfaitement, mais il n'est jamais mauvais de le redire : nos machines électroniques ne font rien d'autre que ce que nous leur avons appris : calculer, comparer, reproduire, enregistrer, transmettre les données que nous leur confions. Exploiter ces données, en déduire une meilleure compréhension du monde, des faits sociaux comme de l'univers tout entier, est au bout du chemin, car, si la donnée solitaire, ni classée, ni traitée, ni interprétée, ne vaut rien ; celle qui s'inscrit dans une quête attentive, qui est mise en perspective, peut contribuer à nos connaissances, éclairer notre pensée : c'est en observant, par exemple, les déplacements d'une population, ses usages, ses coutumes et sa vitalité démographique que l'on commence à la comprendre.

Tout semble prouver que les données numériques rassemblées sur un groupe humain et mises à sa disposition soutiennent la connaissance et contribuent à préparer l'action. Encore faut-il que nous voulions agir et que nous le fassions en conscience. Souhaitons que les travaux réunis dans cette série puissent non seulement aider à comprendre l'ère du numérique, mais à en assumer aussi une certaine maîtrise !

Jean-Pierre CHAMOIX

8. Comme celles qui ont permis, au cours des dernières années, l'extraordinaire extension d'Internet à l'ensemble de la population mondiale !

Enjeux des données massives

« Dans un fleuve, on ne se baigne jamais deux fois dans la même eau ... Rien n'est important, sauf le changement. »

Héraclite

Philosophe, né à Éphèse en Asie mineure, début du V^e siècle avant J.-C. Il proclamait que tout est perpétuel : conflit, mouvement et devenir des hommes !

Les plus jeunes d'entre nous, nos élèves notamment qui ont l'espoir de vivre l'essentiel de ce nouveau siècle, savent que les nouveautés se succèdent, qu'un pion chasse l'autre, que la propagande commerciale tente souvent de présenter comme neuf l'oripeau redoré d'un costume démodé : les marchands d'illusion ne se lassent jamais de ces tours. Sachons nous armer pour n'en gober que ce qui en vaut la peine ! Les comportements sociaux se modifient ; la technique aussi et les rapports entre les hommes se transforment ; c'est une loi de l'évolution : le début de ce siècle est déjà marqué par l'installation d'outils numériques dans nos voitures, dans nos métiers, dans nos maisons, dans la plupart des infrastructures de la vie moderne : téléphone, divertissement, transport, santé, banque en sont envahis.

Ce qui nous importe dans la *première partie de ce volume*, c'est d'apprécier si, oui ou non, cette *omniprésence*, dépeinte au [chapitre 1](#), entraîne des changements radicaux ou des évolutions *progressives*, dans tous les sens de ce mot : des transformations régulières et des sources de progrès. Les usages et les mœurs en sont-ils affectés ? Quels sont les ressorts profonds qui facilitent l'adoption des compagnons numériques qui se multiplient dans notre quotidien : télévision, téléphone, compteurs électriques, jeux et jouets pour nos enfants, etc. ? Nous avons souligné, quelques pages plus haut, que les machines

numériques reposent sur le *calcul* et sur la *logique formelle*. Une partie des mathématiques s'est penchée, depuis plus d'un siècle, sur l'étude des nombres, longtemps avant que n'existent les ordinateurs et les très grandes bases de données dont la maîtrise exige des méthodes informatiques différentes de celles qui étaient mises en œuvre dans les années 1970 ou 1980. Un fonds de connaissances abstraites alimente les puissants logiciels et les *algorithmes* qui tirent parti des stocks de données accumulées par l'observation de l'espace, par les moteurs de recherches ou par les accélérateurs de particules. Le [chapitre 2](#), « Culture mathématique et données massives », rédigé par Jean Dhombres, épistémologue et mathématicien lui-même, explique l'importante contribution des mathématiques dans ce domaine qui est en pleine effervescence.

Les chiffres qui accompagnent notre vie quotidienne proviennent aussi de dénombrements à grande échelle dont le modèle traditionnel et ancien est celui des recensements de population, pratique dont l'origine remonte à la plus haute antiquité¹. Conçu et écrit par Philippe Tassi, statisticien, chef d'entreprise et grand spécialiste de l'étude des audiences, le [chapitre 3](#), « De l'échantillon aux mégadonnées : paradigmes concurrents ou complémentaires » illustre l'importance croissante des méthodes qui prolongent les statistiques pour tirer parti des vastes contenus numériques qui sont si caractéristiques d'Internet. L'analyse des *mégadonnées* permet en effet d'identifier une information perdue au sein d'un magma touffu de données, parfois très hétérogènes, et d'en tirer parti. Le [chapitre 4](#), « Recherche de formes et de corrélations : l'approche des *Big Data* » préparé et rédigé par Gilles Santini, expert des grands nombres, des enquêtes et de leur interprétation, illustre comment « jouer au puzzle avec le diable » afin qu'un *Deus ex machina* du réseau puisse extraire du désordre apparent des éléments utiles pour l'action, pour inspirer notamment des pratiques commerciales.

Les *chapitres 5 et 6* ont été conçus et construits par Gérard Dréan, praticien très expérimenté de l'industrie et des services informatiques, dont l'analyse et la curiosité sont sans faille. Le [chapitre 5](#), « *Bitcoin* : un système innovant », décrit un *univers virtuel*, composé d'une dizaine de milliers de nœuds dont les opérateurs établissent un registre, reproduit à des milliers d'exemplaires à travers la planète afin de conserver une *trace fidèle et durable* des obligations déjà contractées. Invention originale, intimement inspirée par les principes d'Internet, *Bitcoin* repose sur des milliers d'informaticiens qui accomplissent une tâche commune : construire ce registre électronique unique qui atteste la véracité, l'existence, le propos et le montant des

1. On trouve la preuve de nombreux *recensements* dans la Chine impériale et dans l'Égypte pharaonique, bien des siècles avant J-C. L'histoire de la chrétienté débute d'ailleurs avec « l'édit de l'empereur Auguste ordonnant le recensement de tout l'univers... pendant que Quirinius était gouverneur de Syrie », recensement qui imposa à Joseph de se rendre à Bethléem où naquit le Christ, voir *Luc*, 2, 1-4.

obligations contractées sur le Net par des tiers qui lui font confiance. Ces deux chapitres, liés l'un à l'autre, forment la charnière entre les deux parties de ce livre.

Nous avons réuni dans la *seconde partie de ce volume* des cas concrets qui illustrent des enjeux tactiques ou stratégiques caractéristiques du monde numérique contemporain. Le **chapitre 6**, « *Bitcoin* et autres cybermonnaies », se concentre sur les applications financières de ce système coopératif qui est géré par des pairs. Remplissant à la fois le rôle d'une plate-forme d'échanges et d'une institution financière, *Bitcoin* et ses émules émettent des *cybermonnaies*. Les opérateurs, payés à la tâche, perçoivent en *bitcoins* la contrepartie de leur contribution à cette tâche transfrontière. De multiples projets de même nature suivent un itinéraire semblable dont l'avenir dira s'ils contribueront ou non à inventer de nouveaux mécanismes monétaires².

Les *chapitres 7 et 8* développent le cas très significatif de la santé, du soin et des prestations sociales qui se préparent tous, sans ordre apparent, à l'ère du numérique : prestations, hospitalisation, diagnostics et traitements médicaux, régimes de retraite et couvertures sociales engendrent d'énormes flux de données relatifs aux patients, aux cotisations, aux conditions de vie de la population ; cet ensemble hétéroclite produit et absorbe énormément d'informations sur tout un chacun ; les flux monétaires correspondants dépassent, dans la plupart des pays modernes, les dépenses de l'Etat. Le **chapitre 7**, « Santé et soins : les défis du numérique », a été préparé et rédigé par Isabelle Hilali qui s'est investie depuis de nombreuses années pour intégrer les techniques numériques dans les systèmes de santé et de soin. L'auteur dresse un panorama général des applications, présentes ou à venir, au sein de ce vaste ensemble, décousu et budgétivore. Le **chapitre 8**, « L'accès aux données de santé : débats et controverses en France », se concentre sur les conditions d'accès aux données dans un pays comme la France ; il décrit l'exploitation et la valeur potentielle des *mégadonnées* existantes, tant pour alimenter la recherche que pour susciter de nouvelles activités. S'appuyant sur l'étude documentaire qu'elle a menée avec Gabriella Salzano et Christian Bourret, Joumana Boustany souligne que l'accès à ces données est restreint bien que leur exploitation puisse faire émerger des connaissances et contribuer activement à l'économie.

Le **chapitre 9**, « Intelligence artificielle : utopie ou progrès », tente enfin de poser, en termes pondérés, les questions que soulève, depuis des décennies, la convergence potentielle entre les machines numériques, le logiciel et l'intelligence humaine. Pendant des siècles, la construction des robots et des automates a fasciné les hommes ; cette passion redevient d'actualité dès lors que les progrès conjoints de la biologie et de la cybernétique permettent d'imaginer une *créature hybride* qui bénéficierait

2. Le volume 2 de cette série illustre plus largement les effets de la *disruption numérique* sur les paradigmes économiques et sur les notions de valeur, de richesse et de croissance.

conjointement du progrès de la biologie et de celui des machines numériques. Serpent de mer de la littérature fantastique, *l'intelligence artificielle* suscite des fantasmes chez les adeptes du *New Age*. Il n'est jamais inutile de rappeler les hypothèses implicites qui inspirent une partie des inventeurs d'aujourd'hui comme d'hier : ils prêtent aux objets construits par l'homme une partie de leur propre intelligence : « ce ne sont pas des fous et leur but n'est pas l'anarchie, mais la stabilité sociale. C'est afin d'assurer (cette) stabilité qu'ils effectuent, par des moyens scientifiques, la révolution ultime [...] en attendant, nous sommes dans la première phase de ce qui est, peut-être, l'avant-dernière révolution. » Celle du *meilleur des mondes possibles*³ ?

3. Citation extraite de la *Préface nouvelle de l'auteur* (1946), voir Aldous Huxley, *Le meilleur des mondes*, Presse Pocket n° 1 438, Paris, 1972, p. 12 (traduction française revue par l'auteur). Huxley était francophone ; il a dédié son ouvrage au *Candide* de Voltaire dont l'aphorisme célèbre est mis en exergue de la traduction pour en justifier le titre « tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes possibles ».