



**TECHNOLOGIES DE LA CONNAISSANCE :
usage et sens de l'usage**

Chapitre 4

De l'usage au sens de l'usage

Une chose est de maîtriser des technologies qui offrent à leurs utilisateurs l'**ubiquité**, l'**interactivité** et le **multimédia**. Une autre chose est, pour ces utilisateurs, de pouvoir juger de leur pertinence. S'agit-il, en effet, de belles solutions à la recherche de leur problème ou assiste-t-on, comme cela a été développé dans les précédents chapitres à l'émergence des **technologies de la Connaissance** après celle de l'Information et de la Communication. Répondre à ces questions, c'est d'abord rappeler sur quelles données économiques repose le recours à ces technologies. C'est donc rappeler que l'intégration de fonctionnalités est à la base du développement de ces technologies et de l'émergence d'un marché d'extensions. C'est en même temps rappeler combien ce développement technologique favorise la dématérialisation et la délocalisation des activités.

Et s'agissant singulièrement de la question de la pertinence, il faut, pour y répondre, rappeler les bases méthodologiques sur lesquelles repose leur prescription ; mieux encore, décliner une double méthodologie d'analyse de pertinence et de décision de prescription de ces technologies. Si disposer d'une solution technologique pertinente est la condition nécessaire à la satisfaction d'un besoin, elle n'est pas pour autant la condition suffisante à la maîtrise des effets de son utilisation. Car après la maîtrise des technologies, après celle de leurs applications, c'est à la maîtrise des implications de leur mise en œuvre que sont conviés les utilisateurs. Au delà de l'**usage**, se pose par conséquent la question du **sens de l'usage**. Il s'agit là des données autant techniques que culturelles sur lesquelles repose cette question.

Pour traiter cette question du sens de l'usage, sont tout d'abord inventoriées et cartographiées les applications essentielles dont dispose l'utilisateur sur son poste de travail personnel et d'échange relationnel : celles lui permettant de **disposer de contenus pertinents** et de **produire des représentations évolutives** de la réalité ; celles lui permettant d'en **développer des modèles prédictifs** ; celles aussi lui permettant de **piloter des systèmes physiques**. Au total, ces multiples applications se répartissent volontiers selon trois grands types d'usage : savoir, essayer et agir. **Savoir**, c'est rechercher, classer et relier des contenus ; ou encore composer et soumettre des représentations. **Essayer**, c'est calculer et concevoir ; c'est élaborer des représentations parvenu au statut de modèle prédictif du comportement de la réalité. **Agir**, c'est d'abord observer, voire mesurer la réalité à l'aide de capteurs de saisie ; puis, c'est transformer cette même réalité à l'aide d'actionneurs physiques, eux-mêmes pilotés par des automates programmables.

Puis sont identifiées quelques unes des implications du recours aux technologies de la Connaissance ; cette identification résulte du croisement de catégories d'applications avec trois propriétés majeures de ces technologies : la **rapidité d'exécution des tâches**, la **capacité d'organisation des contenus** et l'**interactivité de l'assistance des utilisateurs**. Ainsi ont été confrontés l'unicité du numérique à la multiplicité des formats, la capacité quasi-illimitée des supports aux limites de leur pérennité, le fonctionnement algorithmique de la machine (l'impossible erreur) à la performance heuristique de l'homme (l'erreur nécessaire), la réalité simulée à la réalité transformée. Car de très longue date, la réalité a été ressentie, contée et décrite avant d'être aujourd'hui expliquée, prévue et co-exécutée. L'émergence des ères successives des sens, de la parole, de l'écriture et de la machine a préparé celle de l'intelligence collective qui co-invente et co-exécute la réalité. Oui, **ces machines à penser transforment bien nos manières de penser**. Elles ne transforment pas seulement nos manières de travailler et de nous organiser, mais bien nos **manières de savoir**, nos **manières d'essayer** et nos **manières d'agir**.

De l'usage au sens de l'usage

Table des matières du chapitre 3

1. Données économiques	5
1.1. Intégration et extension de fonctionnalités	5
1.1.1. Une industrie d'intégrations.....	5
1.1.2. Un marché d'extensions.....	6
1.1.3. Des sociétés de réseaux.....	7
1.2. Délocalisation et dématérialisation d'activités	8
1.2.1. Délocalisation des activités	8
1.2.2. Mondialisation des services	9
1.2.3. Dématérialisation du commerce.....	9
2. Données méthodologiques	11
2.1. Pertinence des technologies de la Connaissance.....	11
2.1.1. Trois motifs pour se doter d'une technologie	11
2.1.2. Trois temps pour s'approprier une technologie.....	11
2.1.3. Usage et sens de l'usage	12
2.1.4. Condition nécessaire à l'analyse de pertinence.....	13
2.1.5. Condition nécessaire à la décision de prescription.....	14
2.2. Prescription des technologies de la Connaissance	16
2.2.1. Démarche générale de développement	16
2.2.2. Méthode de développement par itération.....	17
2.2.3. Six facteurs critiques pour déployer des technologies.....	18

3.	Données technico-culturelles	21
3.1.	Usage des technologies de la Connaissance : les applications	21
3.1.1.	Domaines d'utilisation et typologies des applications des technologies	22
3.1.2.	1 ^{ère} typologie selon les deux statuts de tout poste individuel.....	24
3.1.3.	2 ^{ème} typologie selon quatre usages entre univers informationnel et monde physique....	26
3.1.4.	3 ^{ème} typologie selon seulement trois usages : savoir, essayer et agir	30
3.1.5.	Trois exemples de solutions restées à la recherche de leur problème	32
3.1.6.	Et des problèmes pas toujours résolus sur les contenus.....	34
3.2.	Sens de l'usage des technologies de la Connaissance : les implications.....	35
3.2.1.	Montée du concept d'information	36
3.2.2.	Des applications aux implications	37
3.2.3.	Disposer de contenus pertinents.....	40
3.2.4.	Produire des représentations évolutives.....	42
3.2.5.	Développer des modèles prédictifs.....	45
3.2.6.	Piloter des systèmes physiques	49
3.2.7.	Synthèse : des machines qui modifient nos manières de savoir, d'essayer et d'agir	52
3.2.8.	Une affaire qui vient de loin ... et qui ira loin	58
3.2.9.	Données, informations, connaissances et ... valeurs.....	61
4.	Synthèse : des invariants dans une évolution	65
5.	Et s'il fallait conclure.....	68

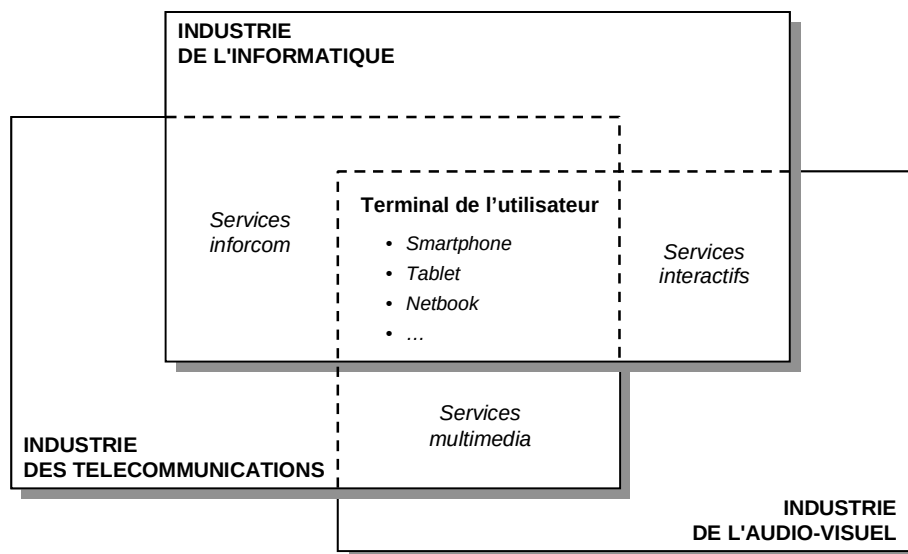
1. Données économiques

Avant de se préparer à prescrire des technologies devenue celles de la Connaissance, il peut être utile au préalable de se rappeler comment cette intégration de fonctionnalités est aussi le résultat de trois marchés dont chacun « mord » sur les deux autres ; trois marchés en extension dans des sociétés de réseaux. Car prescrire et mettre en œuvre ces technologies, c'est, sur le plan économique, contribuer à la délocalisation des activités, à la mondialisation des services et à la dématérialisation du commerce. Telles sont les données économiques sur lesquelles repose le recours à ces technologies, par lesquelles s'expliquent l'intégration et l'extension des fonctionnalités, grâce auxquelles se réalisent la délocalisation et la dématérialisation des activités.

1.1. Intégration et extension de fonctionnalités

Quelque soit la multiplicité des acteurs qui les développent, les produisent et les diffusent, quelque soit l'âpreté de la concurrence entre ces acteurs, les technologies de la Connaissance semblent, au niveau mondial, provenir d'une même **industrie d'intégrations**, s'adresser à un même **marché d'extensions** et se déployer, au niveau mondial, dans des **sociétés de réseaux**.

1.1.1. Une industrie d'intégrations



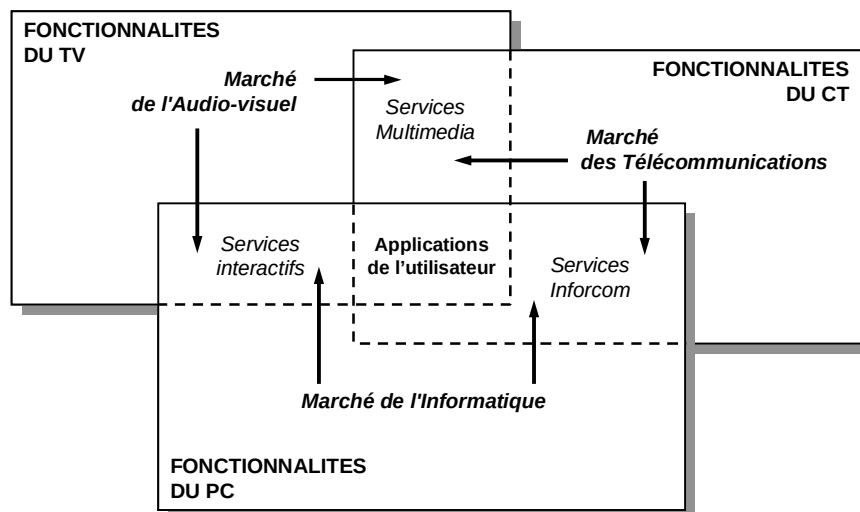
Déjà, au chapitre 1¹, il a été montré comment trois types de technologies s'intègrent dans le terminal de l'utilisateur ; comment un terminal quel qu'il soit résulte toujours d'un dosage de technologies de traitement, de support et de transport de données ou d'informations. Aujourd'hui, l'utilisateur ne se contente plus d'un simple téléphone, pas plus qu'il ne se contente d'un vulgaire téléviseur ou d'un simple ordinateur. Qu'il dispose d'un **smartphone**, d'une **tablette** ou d'un **notebook**, son terminal favori doit lui offrir des fonctionnalités qui relève, pour les unes, d'un téléphone, pour les autres, d'un téléviseur et pour d'autres encore, d'un ordinateur. C'est le moyen unique dont dorénavant il se dote pour communiquer à distance, visualiser des séquences vidéo ou traiter des informations. Selon ses besoins, l'utilisateur final choisit le terminal le mieux adapté entre le **poste d'échange relationnel** et le **poste de**

¹ Cf. § 1.2.1. **Trois grands types de technologies** du chapitre 1 intitulé **Choses, signes et êtres : une coévolution**

travail personnel. A lui de se déterminer sur le système qui lui convient le mieux, le système où sont convenablement « dosées » et intégrées des fonctionnalités informatiques, audio-visuelles et de télécommunications ; des fonctionnalités lui assurant des services à la fois **inforcom**, **multimedia** et **interactifs**².

1.1.2. Un marché d'extensions

Ainsi comprend-t-on comment et pourquoi les producteurs de contenants technologiques se sont engagés dans une course effrénée à l'**hybridation de leurs produits** : chacun des trois types de produits, téléphone, téléviseur et ordinateur, emprunte aux deux autres quelques unes des fonctionnalités qu'il n'a pas. L'objectif des constructeurs est toujours le même : se positionner le mieux possible sur un même **marché d'extensions**. Car chacun des trois marchés de l'informatique, des télécoms et de l'audio-visuel ne se distingue plus totalement des deux autres : les offres disponibles sur l'un quelconque des trois marchés recouvrent, pour partie, celles disponibles sur les deux autres.



L'utilisateur final est censé se déterminer sur les applications dont il a besoin et rechercher le terminal le mieux à même de les supporter. Cela peut n'être qu'un **smartphone** qui, plus qu'un simple téléphone, lui donne un accès à Internet pour envoyer et recevoir des messages, interagir avec ses pairs dans des réseaux sociaux ou rechercher des informations ; grâce auquel il peut visualiser, produire, diffuser et stocker des images ou courtes séquences vidéos. Mais cela peut être aussi une **tablette** avec laquelle il peut bien sûr communiquer, mais surtout visualiser dans le plus grand confort tout document multimédia quel qu'il soit. Enfin cela peut être un **notbook**, un ordinateur « ultraportable » utilisable aussi bien comme poste d'échange relationnel que poste de travail personnel.

A ce stade, il est intéressant de noter que la frontière qui sépare les **contenants technologiques** et les **contenus culturels** reste parfaitement nette. Pour autant, au gré des stratégies adoptées, les fournisseurs des uns et des autres franchissent allègrement cette frontière qui les sépare ; que ce soit pour se diversifier vers ou se recentrer sur la fourniture d'équipements et la délivrance de services.

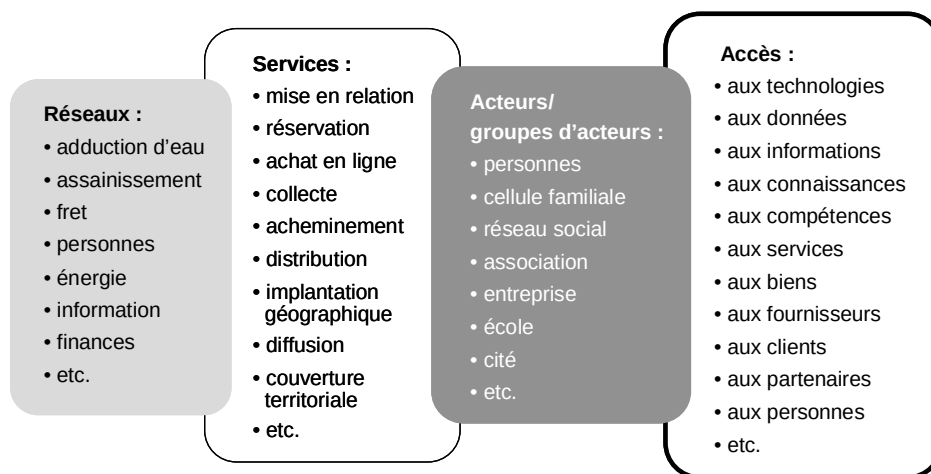
² Cf. § 1.2.1. **Trois grands types de technologies** du chapitre 1 intitulé **Choses, signes et êtres : une coévolution**

1.1.3. Des sociétés de réseaux

Provenant d'une même **industrie d'intégrations** et s'adressant à un même **marché d'extensions**, ces technologies de la Connaissance se déploient, au niveau mondial, dans des **sociétés de réseaux**. Pour le moins facilitent-elles le développement et le fonctionnement des réseaux ; pour le moins favorisent-elles un plus grand accès à ces réseaux, une plus forte valeur ajoutée dans les services qui y sont offerts. Car nombreux sont les réseaux aujourd'hui développés et interconnectés de part le monde, que ce soit au niveau local ou au niveau global, y compris à l'échelle planétaire. Ils se distinguent les uns des autres par la nature aussi bien de ce qui y circule que par celle des services qui y sont délivrés.

Dès l'antiquité, des sociétés évoluées se sont dotés de réseaux, non seulement d'adduction d'eau, mais déjà d'assainissement. Plus tard, le XVème siècle verra se développer en Europe les premiers réseaux de transport de fret ou de personnes par voie terrestre, fluviale ou maritime. Mais il faut attendre le XXème siècle pour voir se développer des réseaux de transport d'abord d'énergie puis d'informations ; et ce, sous des formes encore variées : électricité, gaz ou hydrocarbures pour le transport d'énergie ; courrier postal et pneumatique, puis télégraphe et téléphone pour le transport d'informations.

Bénéficiant pleinement de la dématérialisation et de la numérisation des données, le transport d'informations atteint l'échelle planétaire : c'est l'avènement d'Internet ; un ensemble de normes et de protocoles adopté par les pays du monde entier pour collecter, acheminer, distribuer ou diffuser de l'information, qu'il s'agisse de données alphanumériques ou d'images animées, de données élémentaires ou de données enrichies ayant atteint le statut de connaissances, pour le moins de contenus culturels.



Plus encore que par le passé, ces réseaux se distinguent aujourd'hui par la nature des services qui y sont assurés. S'agissant de **flux matériels**, la collecte, l'acheminement et la distribution de marchandises nécessitent très vite une **implantation géographique** étendue et suffisamment dense des opérateurs (comptoirs, agences, relais, etc.). S'agissant de **flux immatériels**, la diffusion d'informations, la mise en relation des personnes, la réservation, les achats en ligne, etc. sont autant de services qui nécessitent, pour d'autres opérateurs, une **couverture territoriale** étendue et surtout continue. Les acteurs qui accèdent à ces réseaux sont tout à la fois des personnes considérées individuellement ou des groupes considérés collectivement. Les uns comme les autres, dès lors qu'ils en ont les moyens technologiques, accèdent à des informations et en génèrent d'autres, communiquent entre eux et promeuvent leur image, accèdent à des serveurs et à la multitude des services qui y sont proposés. Car dorénavant, fournisseurs, clients et partenaires sont mis en relation sans contrainte ni de temps, ni d'espace.

1.2. Délocalisation et dématérialisation d'activités

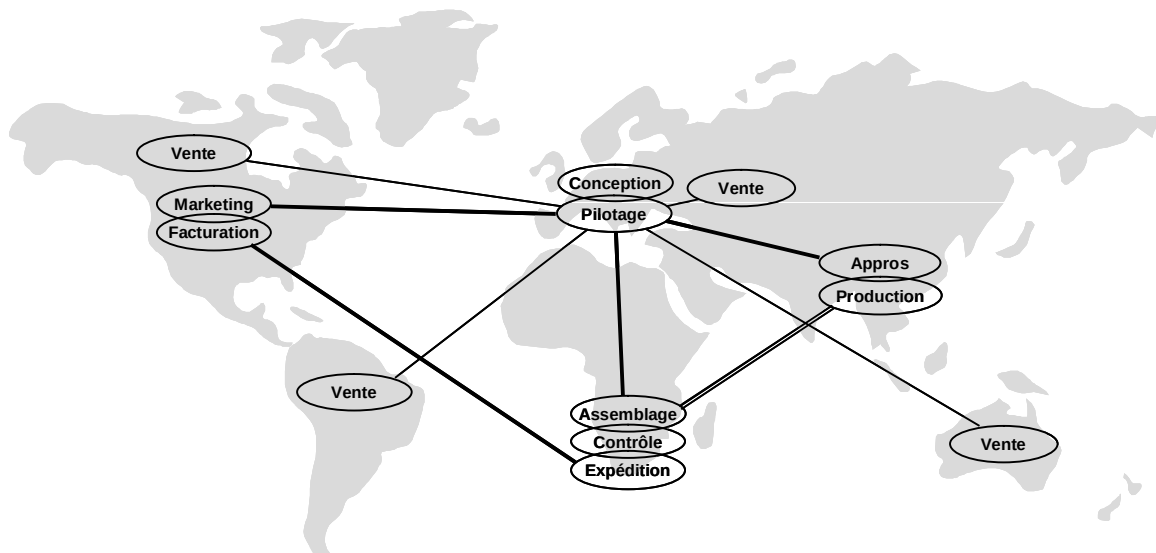
Une chose est la délocalisation, une tout autre chose, bien sûr, est la dématérialisation des activités. Pour autant délocalisation et dématérialisation des activités ne sont pas indépendantes l'une de l'autre.

1.2.1. Délocalisation des activités

Pour une entreprise, délocaliser ses activités signifie transférer, d'un lieu dans un autre, tout ou partie des fonctions requises par les prestations qu'elle assure sur son ou ses marchés. Il s'agit très souvent du transfert de sa production depuis son lieu actuel d'implantation vers un pays ou une région du monde présentant un avantage tel qu'une main d'œuvre moins coûteuse ou plus qualifiée, une fiscalité ou des droits sociaux moins élevés, la proximité des matières premières ou de ses fournisseurs, etc. Il peut aussi s'agir de la délocalisation d'une fonction particulière telle que le centre d'appel de son service maintenance ou le marketing de ses produits et services. Mais dans ce qui suit, on ne s'intéresse pas à ce que gagne ou perd un pays que rejoint ou quitte une entreprise. On s'attache en revanche à souligner ce que signifie pour une entreprise de faire du monde entier son « terrain de jeu » en lieu et place du pays où elle a été créée et où elle s'est d'abord développée.

Car là encore, ce sont les technologies de l'information et de la communication qui donnent aux entreprises le moyen d'étendre leur marché à l'échelle planétaire. Elles n'ont plus guère de raisons de s'imposer des limites géographiques³ pour conquérir de nouveaux clients. Ainsi sont-elles amenées à optimiser leur implantation et à répartir en différents points du globe leurs activités ; et ce, de la **génération du désir** (marketing et avant-vente) à la **satisfaction d'un besoin** (production et après vente) chez un client où qu'il soit.

C'est ce qu'entend illustrer le schéma qui suit dans lequel une entreprise d'origine probablement européenne a ouvert son marché au monde entier. Si elle maintient sa direction générale et son bureau d'études en Europe, elle choisit d'implanter la production de ses semi-ouvrés en Asie du sud-est, l'assemblage et l'expédition de ses produits en Afrique du sud, son marketing et la gestion de ses ventes en Amérique du nord, ...

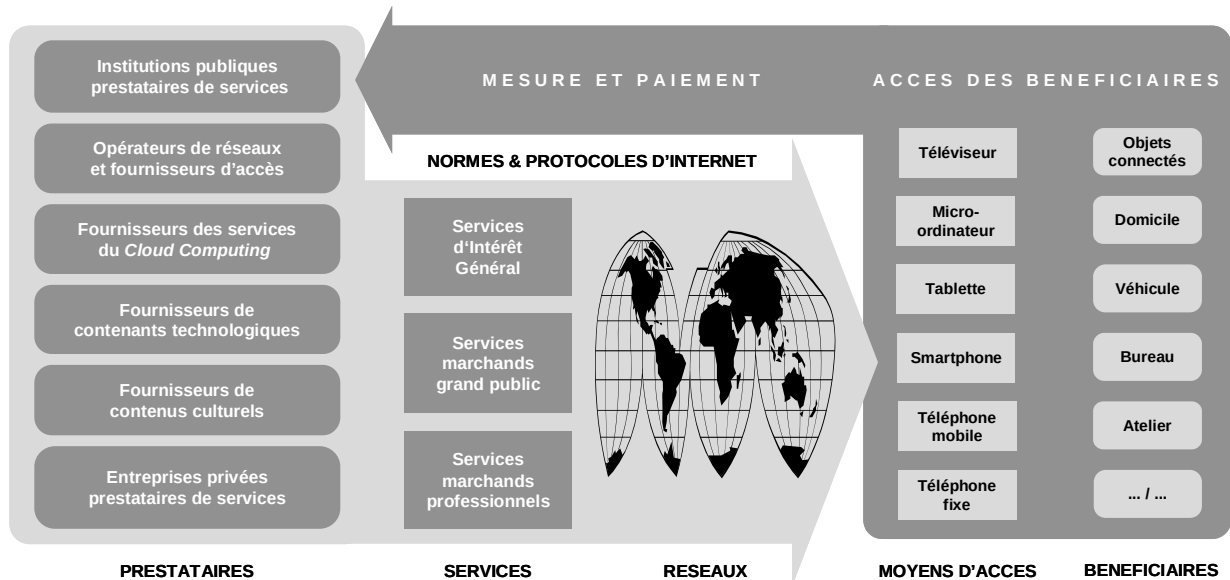


Au travers de ce schéma, c'est plus la répartition que la délocalisation des activités qui est ici illustrée et soulignée.

³ Elles ont en revanche des raisons moins avouables d'échapper aux limites géographiques : l'optimisation fiscale, par exemple.

1.2.2. Mondialisation des services

Les services accessibles par Internet sont sans aucun doute à compter parmi les plus délocalisables dès lors que leur lieu de production n'est plus déterminant, chacun en bénéficiant où qu'il soit sur la planète. Le schéma suivant recense les différents types de prestataires et de bénéficiaires de tels services auxquels Internet donne accès.



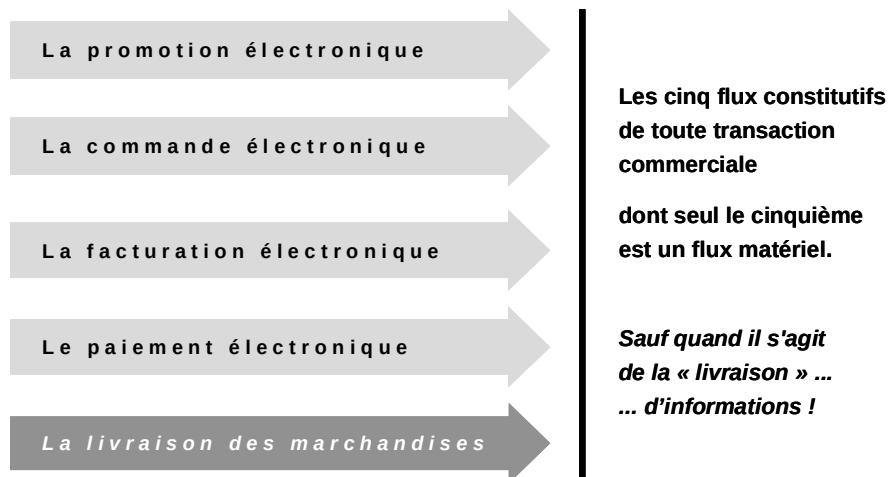
Le plus souvent marchands, ces services sont parfois d'intérêt général et s'adressent autant au grand public qu'aux professionnels. Ils sont produits, pour les uns, par des institutions publiques et, pour les autres, par des entreprises privées. Trois types d'acteurs y jouent un rôle particulièrement déterminant : d'abord les **fournisseurs de contenants technologiques** (constructeurs de matériels, éditeurs de logiciels, distributeurs de solutions et opérateurs de télécommunications), puis les **fournisseurs de contenus culturels** (auteurs, éditeurs, opérateurs et conservateurs) et, aujourd'hui singulièrement, les **fournisseurs des services du Cloud Computing**.

La nature des services disponibles « sur le Cloud » réside dans la mise à disposition à tout instant et en tout lieu du strict nécessaire technologique dont peut avoir besoin l'utilisateur final pour bénéficier de tout ce à quoi Internet lui donne accès. Prévisible dès le début des années 2000, ce mode d'accès à la technologie peut aujourd'hui se substituer à celui de la détention de moyens largement surdimensionnés par rapport aux vrais besoins de l'utilisateur final, que ce soit à la maison ou au travail, que ce soit dans ses échanges relationnels ou ses travaux personnels.

Car en fait, les vrais bénéficiaires de ces services mondialisés ne sont plus seulement les utilisateurs finaux des technologies. Ce sont tout autant leurs lieux de résidence ou de travail. Ce sont également leurs moyens de mobilité. Et ce sont dorénavant tous ces objets connectés dont ils se servent quotidiennement, d'une façon récurrente ou permanente.

1.2.3. Dématérialisation du commerce

Parmi les services aujourd'hui mondialisés, la vente en ligne est probablement le plus utilisé. C'est celui qui, bénéficiant des fonctionnalités de l'**Infogistic**, apparaît comme un ensemble intégré de fonctionnalités informatiques et logistiques, c'est-à-dire comme une intégration aujourd'hui aboutie de processus largement automatisés.



Quatre processus sont bien connus du client final : ce sont ceux successivement la promotion et la commande d'un produit, la facturation et le paiement de ce produit. Constitutifs de l'acte de vente, ces quatre processus se traduisent tous par un **flux immatériels** de données ou d'informations et ne font l'objet d'aucun flux matériel. Ils précèdent le cinquième et dernier processus au service toujours du client final, le seul à se traduire par un **flux matériel** : la livraison des produits vendus. Encore faut-il qu'il ne s'agisse pas du téléchargement d'un logiciel ou d'un quelconque fichier informatique ; c'est-à-dire de « la livraison d'informations » ; auquel cas, les cinq flux constitutifs de la transaction commerciale entre un distributeur et son client se traduiraient uniquement par des flux immatériels.

Mais il ne faut pas oublier deux autres processus que n'a pas à connaître le client final : ce sont le réapprovisionnement et la reconstitution des stocks de produits distribués dans l'entrepôt. Il s'agit de processus complexes d'achat dans un sens et de vente dans l'autre, constitutifs des transactions entre un distributeur et ses fournisseurs. Il s'agit de processus qui se traduisent par autant de flux matériels qu'immatériels ; des processus relevant généralement d'un même système **infogistic** ; des processus rendus possibles par l'intégration des moyens informatiques et logistiques requis pour aller le plus loin possible dans l'automatisation du **e-commerce** ; c'est-à-dire dans l'automatisation de la promotion et de la vente des produits, dans l'automatisation de l'édition et du paiement des factures, dans l'automatisation de la distribution et de la livraison, du stockage et du réapprovisionnement des articles vendus ; et par conséquent dans la délocalisation de tout ou partie de ces activités.

2. Données méthodologiques

Dans ce qui précède, il a été rappelé sur quelles données économiques repose l'intégration de fonctionnalités toujours plus nombreuses à l'intérieur d'un même système ou sur un même réseau. Rendu possible par l'extraordinaire développement de l'informatique et des télécommunications, cette intégration de fonctionnalités favorise l'émergence de solutions qui semblent parfois « trop belles » : s'agit-il toujours de solutions ayant trouvé leur pertinence ou ne s'agit-il pas parfois de solutions restées à la recherche de leur problème ? Comment répondre à la question de leur pertinence : quoi et pour faire quoi ? Comment aujourd'hui décider de prescrire tel système plutôt que tel autre ?

Il convient donc maintenant d'examiner les données méthodologiques du recours aux technologies devenues celles de la Connaissance. Il convient d'examiner les conditions nécessaires tant à l'analyse de leur pertinence qu'à la décision de leur prescription.

2.1. Pertinence des technologies de la Connaissance

Au delà des motifs possibles pour utiliser des technologies, des étapes ou des temps doivent être respectés dans leur mise en œuvre. Car une chose est la maîtrise d'une technologie, une autre est l'usage qu'en fait l'utilisateur et une tout autre encore est le sens qu'il donne à l'usage qu'il en fait.

2.1.1. Trois motifs pour se doter d'une technologie

Avant de proposer une démarche méthodologique avec sa structure et ses étapes, il n'est pas inutile de rappeler, à titre de constat, trois motifs souvent déterminants dans le recours aux technologies mais pas pour autant à équité de pertinence. Ces trois motifs sont résumés dans les slogans ci-dessous.



AVEC l'outil : *avoir pour faire*



DANS un milieu : *avoir pour paraître*

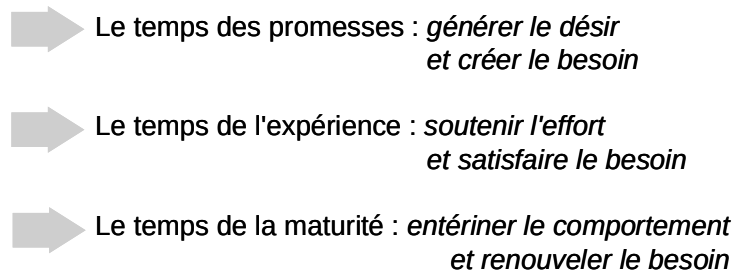


PAR appartenance : *avoir pour être reconnu*

Le premier motif pour utiliser une technologie est bien sûr le plus pertinent. C'est le motif du simple bon sens : il s'agit d'avoir ce qu'il faut pour faire, de disposer du moyen requis pour pouvoir agir. Le second est celui-là même dénué de toute pertinence parce que trop souvent à l'origine de l'acquisition d'un moyen sans en avoir vraiment l'usage, d'une solution sans problème à résoudre si ce n'est le besoin ... de paraître. Quant au troisième motif, il relève des deux premiers : le besoin est avéré, mais pour autant le moyen est pour partie détourné de son usage normal. C'est à la fois le moyen requis pour faire et celui de nature à manifester une appartenance à un groupe ou à une communauté, celui qu'il faut avoir pour être reconnu.

2.1.2. Trois temps pour s'approprier une technologie

Quel que soit le motif pour se doter d'une technologie, son appropriation par l'utilisateur demande, si elle a lieu, du temps ou plus précisément se déroule en trois temps énoncés ci-après ; trois temps qui renvoient chacun aux trois types d'obligations de tout fournisseur de contenants technologiques.



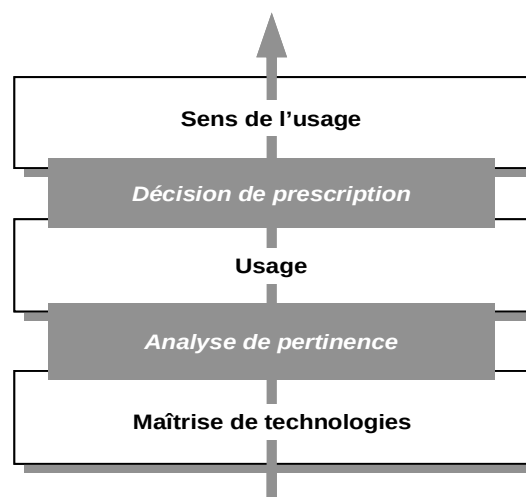
Le premier temps est celui qui précède l'acquisition ou la prise de possession de la technologie : c'est **le temps des promesses** ; temps durant lequel le futur utilisateur de la technologie en devient ou non le bénéficiaire. C'est en effet le temps durant lequel le prestataire déploie son marketing pour générer un désir, voire créer un besoin chez son prospect ou déjà client. Que le besoin soit vérifié ou pas, si la force du désir est suffisante, ce dernier devient un utilisateur potentiel d'une technologie qu'il va devoir s'approprier.

Car le prestataire se doit d'accompagner son client durant toute cette période d'appropriation. Il lui faut soutenir l'effort de son client dont il s'agit que soit satisfait le besoin. C'est le second temps durant lequel l'utilisateur apprend à se servir de la technologie dont il s'est équipé ; c'est le temps au terme duquel l'utilisateur en fait un usage personnalisé. C'est donc **le temps de l'expérience** acquise par l'utilisateur qui, chemin faisant, vérifie l'adéquation le plus souvent partielle entre son besoin éprouvé et le moyen apporté.

L'accompagnement du client par son prestataire ne s'achève pas au terme de la période d'appropriation d'un moyen et d'apprentissage d'une technologie. Fort maintenant de sa récente expérience d'utilisateur, le client a probablement des choses à dire à son fournisseur. C'est **le temps de la maturité** au cours duquel le client, au travers des usages qu'il fait de la technologie acquise et maintenant maîtrisée, renseigne en retour son fournisseur sur la réalité de son besoin et son degré de satisfaction. C'est le temps au terme duquel le fournisseur et prestataire gagne à prendre acte de la manière dont son client met à profit le moyen apporté et dont son besoin a pu évoluer. C'est donc le moment où est entériné le comportement du client et renouvelé son besoin.

2.1.3. Usage et sens de l'usage

Que faut-il entendre par **usage** et **sens de l'usage** ? Tel que dit plus haut, une chose est la maîtrise d'une technologie, une autre est l'usage qu'en fait l'utilisateur et une tout autre encore est le sens qu'il donne à l'usage qu'il en fait. Le schéma ci-dessous positionne chacun de ces trois éléments par rapport aux deux autres.



Maîtriser une technologie, c'est au moins connaître la logique qui préside à son fonctionnement et c'est au plus connaître les principes physicochimiques sur lesquels repose ce fonctionnement. C'est pourvoir réunir les conditions nécessaires au fonctionnement nominal d'un système et, en même temps, c'est connaître les symptômes révélateurs de différents dysfonctionnements possibles. C'est donc être capable, en cas de dysfonctionnement, de poser le bon diagnostic et de conduire les actions de nature à ramener le système à son fonctionnement nominal. La maîtrise d'une technologie, c'est bien sûr la compétence de ceux qui l'ont conçue et produite, mais c'est ensuite la compétence de ceux en charge de sa maintenance.

Pour autant, il se peut que les concepteurs d'une technologie ou les techniciens de sa maintenance aient un usage tout à fait limité de cette technologie ; car, tel que dit plus haut, une chose est bien la maîtrise de technologies, une tout autre est l'usage que des utilisateurs peuvent en faire, leur habileté à s'en servir. Dès lors, en effet, qu'est démontrée la pertinence d'un moyen donné pour agir, c'est sur la capacité à s'en servir que repose l'efficacité de quiconque doit agir. Le simple bon sens suffit à comprendre que la nécessité de la maîtrise d'usage d'un moyen n'implique que très partiellement la maîtrise du fonctionnement de ce moyen.

Parmi les utilisateurs d'une technologie, il en est qui parviennent à un niveau suffisamment élevé de son usage pour avoir des choses à dire à ceux qui l'ont conçue. C'est pourquoi les bureaux d'études de systèmes informatiques et de télécommunications, qu'il s'agisse de matériels ou de logiciels, s'imposent de réunir des panels d'utilisateurs. Leur but est de recueillir auprès de tels utilisateurs les remarques, critiques et préconisations utiles à l'amélioration, sinon des performances, du moins de la pertinence de leurs systèmes.

Mais il arrive aussi que des utilisateurs devenus particulièrement habiles à se servir d'une technologie et forts de l'efficacité qu'ils en tirent, aient des choses à se dire à eux-mêmes sur la façon dont ils agissent ou se comportent dans l'action. Il ne s'agit plus là de l'usage d'une technologie, mais bien du sens que ces utilisateurs peuvent donner à l'usage qu'ils en font : est-ce-que des ordinateurs en réseau, **ces machines à penser et à communiquer, modifient la manière de penser et de communiquer** de ceux qui les utilisent ? Prétendre répondre à une question de ce genre suppose que l'on se soit au préalable interrogé sur le sens donné à l'usage que l'on fait d'une technologie ou d'un système.

2.1.4. Condition nécessaire à l'analyse de pertinence

Il s'agit ici de trouver à quelle condition utilisateurs, prescripteurs et concepteurs peuvent s'entendre sur la pertinence d'un moyen mis à profit par les uns, recommandé et conçu par d'autres. Quelle peut bien être la condition nécessaire à l'analyse de pertinence d'une technologie utile aux uns et imaginée par d'autres ? Le schéma ci-dessous énonce cette condition sous la forme d'un slogan.

Doter tous les acteurs concernés :

- de **concepts identiques de compréhension**,
- de **critères identiques d'évaluation**

des situations d'interaction :

- exprimées ou prévisibles,
- localisées ou réparties,
- stabilisées ou évolutives

entre **des technologies et leurs utilisateurs.**

Analyser la pertinence de technologies, c'est d'abord savoir ce que l'on veut en faire avant de vérifier que le moyen proposé correspond au besoin éprouvé. Conduire l'analyse de pertinence d'une technologie, c'est donc vérifier que elle est bien le moyen requis pour un usage préalablement défini. C'est par conséquent comprendre des **situations d'interaction** entre des **solutions technologiques** et leurs **utilisateurs** ; c'est évaluer la pertinence de ces technologies face à ces interactions.

Dans le précédent chapitre sur L'utilisation des technologies de la Connaissance sont caractérisées les situations et modes d'interaction entre des solutions technologiques et leurs utilisateurs. Recouvrant ce qui se passe dans l'intimité de la relation entre une technologie et son utilisateur, l'interaction est tout de suite perçue comme une notion prépondérante, un concept surdéterminant dans l'analyse de pertinence du moyen. Bien menée, l'analyse de pertinence mobilise, à différents moments autour des utilisateurs, les prestataires du développement, de la commercialisation, de la mise en œuvre et de la maintenance des technologies : concepteurs, producteurs, techniciens d'avant et d'après-vente. Il s'agit alors, pour ces différents acteurs, d'user des mêmes mots pour désigner les situations d'interaction entre des technologies et leurs utilisateurs, de disposer des mêmes ordres de grandeur pour mesurer l'adéquation entre ces technologies et les usages pressentis.

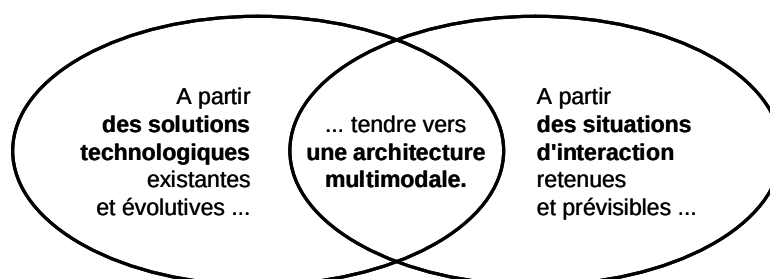
L'expérience montre que certaines situations d'interaction sont localisées sur le poste de travail d'un seul utilisateur ou réparties à l'échelle d'un réseau entre plusieurs utilisateurs. Ces situations sont le plus souvent exprimées parce que réellement vécues par des utilisateurs. Auquel cas, elles peuvent être déjà stabilisées ou encore évolutives. Mais il arrive aussi qu'elles ne soient que prévisibles parce que non encore exprimées mais seulement pressenties par des utilisateurs. C'est là qu'interviennent l'inventivité du concepteur ou l'imagination du « marketeur » ; c'est là que s'exprime leur commune capacité à anticiper sur un besoin à venir des utilisateurs, sur de nouvelles fonctionnalités à définir et à implémenter dans un même système technologique.

Engagés dans une telle démarche de coproduction de résultats, prestataires et utilisateurs se dotent des mêmes concepts pour comprendre ces situations d'interaction et des mêmes critères pour évaluer la pertinence des solutions technologiques à mettre en œuvre. Telle est la **condition nécessaire à l'analyse de pertinence** de technologies.

2.1.5. Condition nécessaire à la décision de prescription

Une fois achevée l'analyse de pertinence, les protagonistes se trouvent généralement à la tête d'un double inventaire :

- d'une part, un ensemble de **situations d'interaction** retenues parce qu'ores et déjà exprimées ou prévisibles ;
- d'autre part, un ensemble pas toujours restreint de **solutions technologiques** complémentaires pour certaines d'entre elles et redondantes pour d'autres.



La condition nécessaire à la décision de prescription de telle ou telle solution technologique réside dans son « **intégrabilité** » : cette technologie trouve-t-elle sa place dans l'instant et la maintiendra-t-elle dans le temps au sein d'un même système ou d'une même architecture ? La question n'est plus celle de la pertinence : le moyen technologique envisagé répond bien à la situation d'interaction identifiée. La question est maintenant de savoir si ce moyen s'intégrera bien dans le système élaboré. C'est la **condition nécessaire à la décision de prescription** des solutions technologiques retenues : leur intégrabilité au sein du même système technologique, de la même architecture multimodale ; un même système de nature à satisfaire la totalité des besoins de l'utilisateur, de nature à leur permettre d'interagir selon des modes très différents.

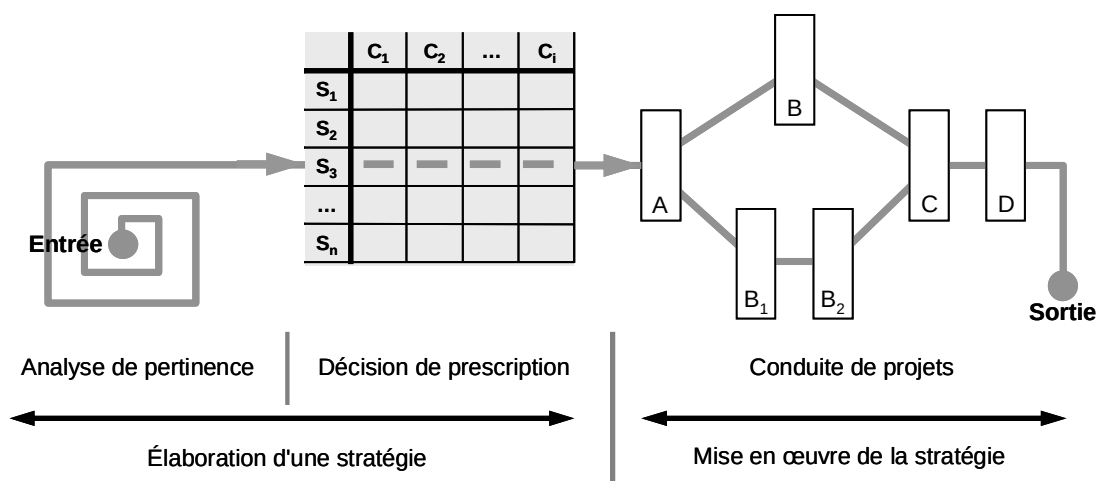
Cette condition nécessaire à la décision de prescription reposera le plus souvent sur un ensemble de critères, non plus d'évaluation de la pertinence comme précédemment, mais bien d'adoption ou non des solutions technologiques envisagées comme autant de composantes du système réalisé.

2.2. Prescription des technologies de la Connaissance

Ont été précédemment énoncées les conditions nécessaires à l'**analyse de pertinence** et à la **décision de prescription** : le **partage de concepts entre acteurs** dans l'analyse de pertinence et l'**intégrabilité des solutions technologiques** dans la décision de prescription. Il s'agit maintenant de reprendre ces deux phases d'analyse et de décision et de les positionner au sein d'une démarche unique de développement d'un système technologique ou d'une architecture *a priori* multimodale.

2.2.1. Démarche générale de développement

Le schéma ci-dessous entend rendre compte de la totalité de cette démarche ; de l'identification, en entrée, des besoins des utilisateurs à la satisfaction, en sortie, de ces besoins dans un unique système intégrant des moyens nécessairement complémentaires.



Comme le montre le schéma, la démarche de développement d'un système technologique comporte deux grandes phases bien identifiées : d'abord l'**élaboration d'une stratégie**, puis la **mise en œuvre de cette stratégie**.

L'élaboration de la stratégie n'est rien d'autre que l'enchaînement des deux étapes précédemment décrites : l'analyse de pertinence suivie de la décision de prescription. Quant à la mise en œuvre de la stratégie, c'est la conduite du projet ayant pour objectif l'intégration des solutions prescrites, au terme des décisions prises, dans un même système technologique ou une même architecture multimodale.

Sans rentrer ici dans le détail de la méthode de développement, il est intéressant de souligner :

- le **caractère itératif** de l'analyse de pertinence : une réponse trouvée est réinjectée dans la question posée dont les termes sont ainsi précisés afin d'affiner la solution définitive ;
- le **caractère matriciel** de la décision de prescription : sur chacune des solutions envisagées sont appliqués les mêmes critères de décision de la retenir ou non ;
- le double **caractère séquentiel et parallèle** de la conduite du projet : si la plupart des phases s'enchaînent successivement, certaines d'entre elles sont conduites simultanément.

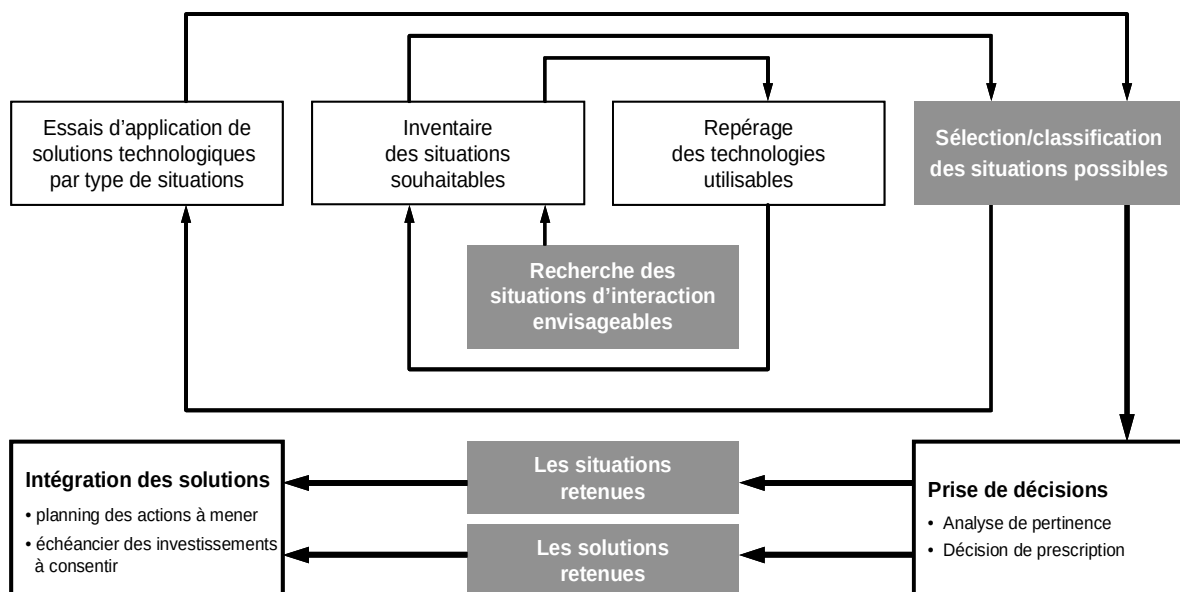
Sur ces trois caractères, seul le premier cité, le caractère itératif de l'analyse de pertinence, présente une réelle originalité. Aussi fait-il l'objet, au paragraphe suivant, d'un développement particulier sous le titre **Méthode de développement par itération**. Les deux autres caractères sont tout à fait classiques et donc bien connus.

C'est d'abord le processus de prise de décisions multicritères selon lequel chacune des solutions, $S_1, S_2, S_3, \dots$ et S_n , est soumise à un même ensemble de critères, $C_1, C_2, \dots$ et C_i , pour s'assurer de son intégrabilité dans le système et la retenir ou non. Ce processus est symbolisé dans le schéma précédent par une matrice croisant chacune des solutions avec chacun des critères.

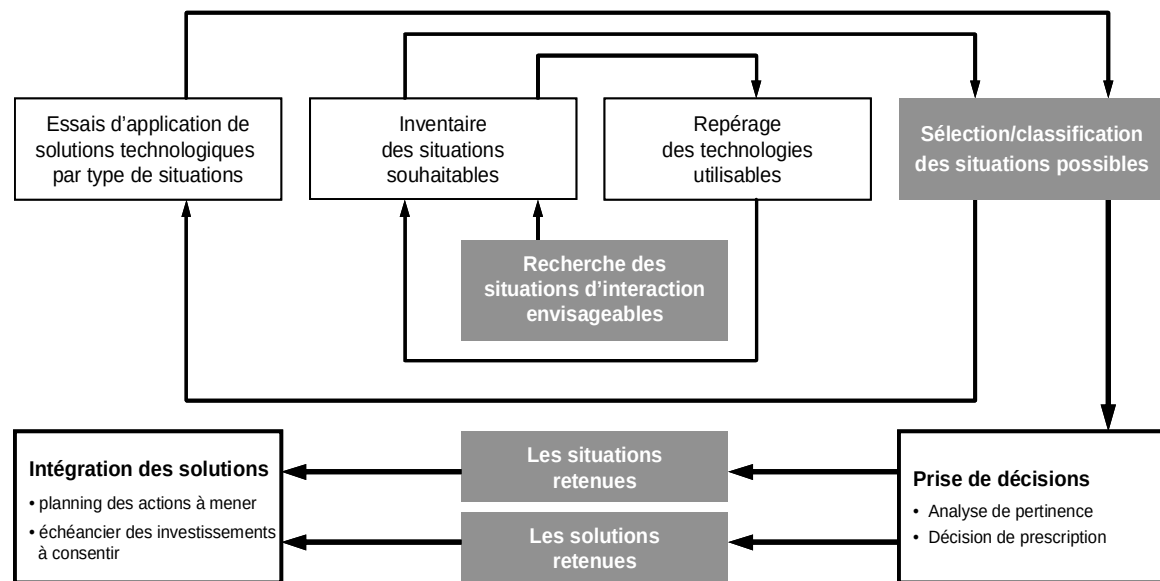
C'est enfin la conduite du projet ayant pour objectif l'intégration, dans un système unique, de chacune des solutions retenues ; un projet se déroulant selon, par exemple, un double enchaînement séquentiel de phases A, B, C et D ou A, B₁, B₂, C et D parce que la phase B est menée simultanément à l'enchaînement des phases B₁ et B₂. Ce processus est symbolisé dans le schéma précédent par un diagramme de phases qui précise ce qui doit être fait successivement et dans quel ordre et ce qui peut être fait simultanément.

2.2.2. Méthode de développement par itération

L'originalité de la démarche globale de développement du système technologique à concevoir et à réaliser réside dans le caractère itératif de l'analyse de pertinence. C'est cette originalité qui justifie qu'en soit proposée une méthode pour le conduire. Cette méthode se présente donc sous la forme d'un **processus itératif** dont le schéma ci-dessous précise les étapes et indique les boucles de réaction qui relient ces étapes.



Tout démarre, au cœur du schéma, par l'énoncé des besoins des utilisateurs, c'est-à-dire par la recherche des situations d'interaction à envisager : que veulent faire les utilisateurs des moyens technologiques qui pourraient être mis à leur disposition ? Il en ressort un inventaire réputé exhaustif des situations souhaitables d'interactions qui sont autant de fonctionnalités, d'applications généralement complexes que disent attendre les utilisateurs. En face de chacune de ces situations souhaitables est repérée une ou plusieurs technologies utilisables ; c'est-à-dire une ou plusieurs solutions correspondant à un besoin donné des utilisateurs, une ou plusieurs réponses à une interaction précise entre ces utilisateurs et la technologie pour cela utilisable. C'est, dans la méthode de développement, la première boucle du processus itératif.



Cet ensemble de technologies utilisables est alors réinjecté dans l'inventaire des situations souhaitables afin d'y sélectionner, parmi les souhaitables, les situations possibles et de classer ces situations possibles selon le degré d'importance qu'y accordent les utilisateurs. Ces situations possibles sont autant de fonctionnalités, voire d'applications à traduire technologiquement. C'est la seconde boucle du processus itératif.

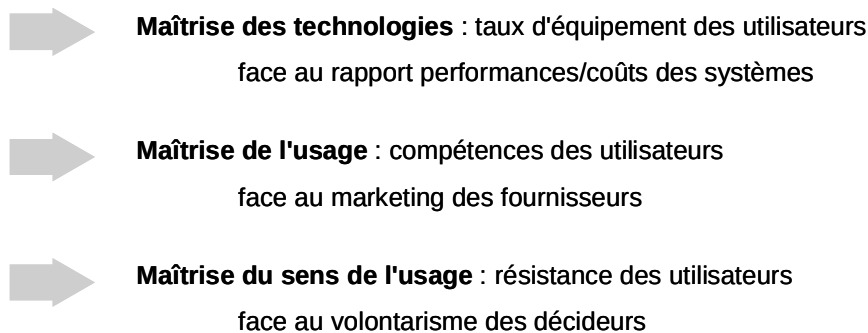
A ce stade de la démarche, il convient de vérifier que ces situations possibles, ces fonctionnalités attendues ont bien une traduction technologique. Il convient par conséquent, pour chacune de ces situations possibles, de mener des essais d'application de solutions technologiques envisagées. En d'autres termes, il s'agit de vérifier que chacune des fonctionnalités attendues peut s'implémenter dans une solution technologique précise et opérationnelle. La troisième et dernière boucle du processus itératif consiste à réinjecter l'ensemble des solutions technologiques envisagées dans la liste priorisée des situations possibles d'interaction entre le futur système technologique et ses utilisateurs.

C'est la fin de l'**analyse de pertinence** et c'est le moment de la **décision de prescription**. C'est le moment où est arrêtée la double liste des situations et des solutions définitivement retenues. C'est le moment où s'achève l'**élaboration de la stratégie** et où peut démarrer la **mise en œuvre de cette stratégie**. C'est le moment où s'engage la conduite du projet visant à intégrer dans un même système technologique les solutions retenues, qu'elles soient localisées comme des serveurs ou réparties comme des postes de travail personnel ou d'échange relationnel. C'est le moment enfin où sont arrêtés l'échéancier des investissements à consentir et le planning des actions à mener.

2.2.3. Six facteurs critiques pour déployer des technologies

Déployer des technologies, c'est à la fois décider d'y avoir recours et d'y investir ; c'est faire le choix d'un ensemble de solutions à mettre en œuvre. Et le système technologique qui intègre les solutions mises en œuvre doit, dès le début de son exploitation, être maintenu en état nominal de fonctionnement. C'est alors qu'il devient possible de comparer les avantages et les inconvénients du système retenu et de vérifier la rentabilité de l'investissement consenti.

La déclinaison qui suit recense six facteurs critiques à prendre en considération dès la prise de la décision d'investir puis lors du déploiement de technologies d'information et de communication. Ces six facteurs sont associés deux par deux selon qu'ils portent sur la maîtrise des technologies, la maîtrise de leur usage ou du sens de leur usage.



Portant sur la **maîtrise des technologies**, les deux premiers facteurs critiques sont le taux d'équipement des utilisateurs et le rapport des performances sur les coûts du système. Mais qu'est-ce que maîtriser des technologies ? Avant d'en maîtriser l'usage, maîtriser des technologies, c'est savoir ce qu'elles sont, de quoi elles sont faites, comment elles fonctionnent ; c'est, comme cela a été dit plus haut, en connaître les principes généraux, les logiques de fonctionnement ; c'est disposer d'ordres de grandeur sur ce que peuvent et ne peuvent pas faire ces technologies. Taux d'équipement des utilisateurs et rapport performances/coûts des systèmes sont corrélés. Le taux d'équipement des utilisateurs est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre d'éléments d'une population disposant de la technologie et l'ensemble de la population concernée⁴. Ce taux est à rapprocher d'un autre rapport, celui établi entre les performances vérifiées du système déployé et le montant des investissements consentis. Plus ce rapport performances/coûts est élevé et plus les décideurs sont enclins à augmenter le taux d'équipement des utilisateurs du système déployé. En d'autres termes, un taux d'équipements élevé des utilisateurs n'est possible que si ces derniers ont un niveau suffisant de maîtrise des technologies. Mais ce niveau ne peut être atteint que si le système tient ses promesses en matière de performances : la boucle est bouclée.

Les deux facteurs critiques suivants sont le niveau de compétence des utilisateurs et l'agressivité du marketing des fournisseurs de technologies. Ces deux facteurs ne portent plus sur la maîtrise des technologies, mais sur la **maîtrise de l'usage** qu'en ont les utilisateurs : ils savent s'en servir au point d'avoir personnalisé l'usage qu'ils en font ; ils en connaissent toutes les fonctionnalités qu'ils se sont appropriées. Portant sur cette maîtrise de l'usage, ces deux facteurs sont, eux aussi, à rapprocher l'un de l'autre : la compétence des utilisateurs, c'est bien sûr ici la capacité de ces derniers à se servir du système ; quant au marketing des fournisseurs, c'est généralement un ensemble structuré de concepts et un discours construit pour promouvoir le système et ses vertus. Plus est élevé la capacité des utilisateurs à se servir du système et plus ces derniers ont les moyens de résister à l'agressivité des fournisseurs : on ne peut plus leur en conter. Mais en même temps, plus est élevée leur compétence et plus les utilisateurs sont capables de contribuer à l'amélioration des solutions adoptées, singulièrement après la mise en œuvre du système, lors de son optimisation en exploitation. Un tel retour des utilisateurs ne peut que maximiser la pertinence du système choisi : là encore, la boucle est bouclée.

⁴ Par exemple, le nombre de technico-commerciaux équipés d'un outil particulier de saisie de commandes ramené à l'ensemble des forces de vente

Portant sur la **maîtrise du sens de l'usage**, les deux derniers facteurs critiques sont la résistance des utilisateurs et le volontarisme des décideurs. Tel que sommairement énoncé au paragraphe 2.1.3, le sens de l'usage découle de la conscience qu'ont les utilisateurs des changements dont ils sont eux-mêmes l'objet dans leur manière au moins de penser et de communiquer avec des technologies ou plus largement, comme cela est décrit plus loin, dans leur manière de **savoir**, d'**essayer** et d'**agir**. Portant sur la maîtrise du sens de l'usage, la résistance des utilisateurs et le volontarisme des décideurs s'opposent toujours l'un à l'autre. La résistance des utilisateurs, c'est rien de moins que leur résistance au changement. C'est l'effet de difficultés éprouvées à adopter de nouvelles fonctionnalités, à s'adapter, par exemple, à l'ergonomie repensée d'un terminal. Le volontarisme des décideurs, c'est, au-delà de l'analyse de pertinence qu'ils ont eux-mêmes conduite ou commandée à des experts, le pari qu'ils font sur la solution retenue et sur la rentabilité de leur investissement. Mais cette opposition n'a pas que des inconvénients ; car la résistance au changement des utilisateurs sert parfois de garde-fous face l'imprudence des décideurs : et la encore, une troisième boucle est bouclée.

3. Données technico-culturelles

Après l'examen des données méthodologiques vient celui des données technico-culturelles, c'est-à-dire l'examen des effets de l'utilisation de technologies devenues celles de la Connaissance. Après avoir proposé une double méthode d'analyse de pertinence et de décision de prescription de ces technologies, il s'agit maintenant de s'interroger sur l'influence qu'elles peuvent avoir sur ceux qui s'en servent.

Le travail qui suit commence, dans un premier temps, par un balayage évidemment non exhaustif des applications existantes ou prévisibles, telles qu'en dispose l'utilisateur final sur son terminal ou poste individuel. Ce balayage a pour résultat la proposition de trois typologies d'ambition croissante aboutissant à trois méta-catégories : les applications pour **savoir**, celles conçues pour **essayer** et celles enfin utilisées pour **agir**.

Puis, dans un second temps, il s'agit de passer **des applications aux implications, de l'usage au sens de l'usage** des technologies ; de ce qu'en font les utilisateurs à ce que cela signifie pour eux de s'en servir. Il s'agit, cette fois, de tenter de répondre à une question du type : ces machines à penser sont-elles de nature à modifier les manières de savoir, d'essayer et d'agir ? Car pour être devenues celles de la Connaissance, les technologies de l'information et de la communication ne sont pas des technologies tout à fait comme les autres. Elles permettent en effet à des utilisateurs avertis aussi bien d'accéder à des connaissances que d'en produire, d'en diffuser ou d'en partager d'autres. Mieux, elles leur permettent de décrire une réalité complexe, d'en prévoir le comportement et parfois même d'y intervenir pour la modifier. Sont alors proposées les quatre catégories d'une typologie plus durcie des applications pour **disposer de contenus pertinents**, pour **produire des représentations évolutives**, pour **développer des modèles prédictifs** et pour **piloter des systèmes physiques**. Pour avoir mieux compris ce qu'implique l'usage de telles technologies dans ces quatre catégories d'applications, il devient possible d'admettre que **ces machines à penser modifient nos manières de penser, d'essayer ... et d'agir**. Cette affaire vient de loin et le dernier mot n'en est pas dit. Elle portait hier sur des données et des informations ; elle porte aujourd'hui sur des connaissances. C'est une affaire qui porte sur la valeur accordée à l'usage de choses techniques et à la production de signes porteurs de sens. C'est une affaire qui portera dorénavant sur les valeurs détenues par des êtres qui, pour rendre compte du réel, le comprendre et le transformer, se servent de ces choses et produisent ces signes.

3.1. Usage des technologies de la Connaissance : les applications

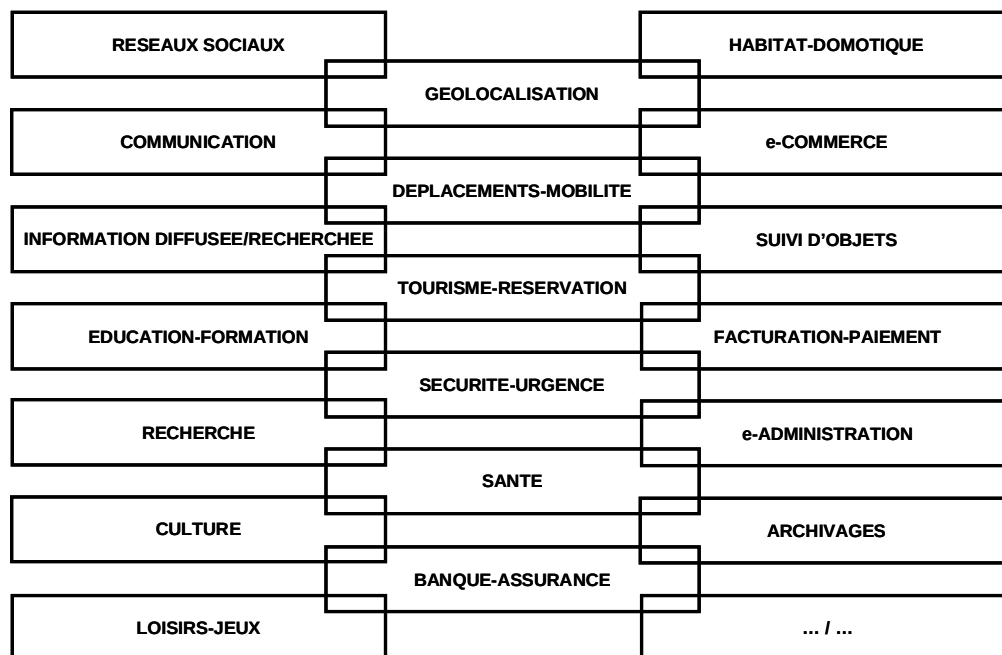
Il s'agit pour le moins d'illustrer ici que la majeure partie des activités humaines ont recours aux technologies de l'information, de la communication et parfois aussi de l'automatisation. Il s'agit de montrer qu'il n'y a pas grand chose dans les activités humaines qui demain plus encore qu'aujourd'hui puisse échapper à l'utilisation de tels systèmes. A partir d'un simple balayage des domaines d'application, le travail qui suit commence par prendre acte de l'impossibilité d'inventorier de façon exhaustive la multitude des applications avant cependant de tenter d'y voir clair en proposant successivement trois typologies d'ambition croissant :

- la première selon les deux statuts que peut prendre tout terminal, ordinateur, tablette ou smartphone ;
- la seconde selon quatre catégories dans lesquelles trouvent leur place les applications existantes ou prévisibles ;
- la troisième selon trois grands types d'usages déjà énoncés antérieurement⁵ : savoir, essayer et agir.

⁵ Cf. § 3.1.3 **Inventaire spatio-temporel des interactions** du chapitre 1 : **Choses, signes et êtres : une coévolution**

3.1.1. Domaines d'utilisation et typologies des applications des technologies

Tout balayage des applications existantes ne saurait en effet prétendre être exhaustif : le serait-il au moment où il vient d'être fait qu'il ne le serait déjà plus l'instant d'après. Le schéma qui suit illustre très modestement cette multiplicité des domaines d'activités dans lesquels on a recours aux technologies de l'information et de la communication. Comme le symbolise la dernière case présente en bas à droite du schéma, nombreux sont encore les domaines concernés ne figurant pas sur cet inventaire ; qu'il s'agisse de domaines déjà bien identifiés ou pas encore repérables.



Parmi les domaines bien identifiés qui n'apparaissent pas sur ce schéma, il en est un volontairement pris ici à titre d'exemple : c'est celui de la production industrielle ; un domaine dans lequel on ne se contente pas de traiter des contenus immatériels, données, informations ou connaissances, mais dans lequel, à l'aide de technologies pas seulement mécanisées mais automatisées, on transforme des objets matériels. Il s'agit d'un domaine d'application des technologies dans lequel un système informatisé et automatisé exécute des gestes physiques qui transforment un objet selon une séquence présente dans une gamme de fabrication. Il s'agit donc bien de l'application d'un système technologique intégré qui modifie la réalité selon la représentation qu'il en a ; une représentation qu'il a lui-même en partie produite⁶. Et il existe encore bien d'autres domaines d'application, singulièrement dans les activités professionnelles, qui n'apparaissent évidemment pas dans le schéma précédent.

S'il est donc totalement impossible d'inventorier les innombrables applications existantes et prévisibles, il n'en demeure pas moins qu'il faut tenter d'y voir clair dans cette multitude. C'est la raison pour laquelle sont proposées dans ce qui suit trois typologies d'ambition croissante : selon **les deux statuts du terminal**, selon **quatre catégories d'applications** et selon **trois types d'usages**.

⁶ C'est ce qui se passe avec un système intégré de CAO-FAO (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) grâce auquel est d'abord conçu et dessiné l'objet à réaliser. Puis, produite sous format numérique, la représentation de l'objet est convertie en programme de pilotage d'une MOCN (Machine-Outil à Commande Numérique) ou d'une imprimante 3D ; la première donnant forme à l'objet par suppression de matière (fabrication soustractive) quand la seconde le fait par apport de matière (fabrication additive).

Traitée au paragraphe suivant 3.1.2, la première typologie répartit les applications selon deux catégories correspondant à chacun des deux statuts que peut prendre le smartphone, la tablette ou l'ordinateur d'un utilisateur. Ce sont les deux statuts que prend tour à tour n'importe quel terminal, le statut de **poste de travail personnel** et le statut de **poste d'échange relationnel** avec, pour l'un comme pour l'autre aujourd'hui, d'innombrables applications associées ; par exemple, un traitement de textes ou un logiciel de conception assistée sur un poste de travail personnel ; une messagerie ou un logiciel de partage et de transfert de documents pour un poste d'échange relationnel.

Traitée dans les paragraphes 3.1.3, la seconde typologie est construite, non plus selon les deux types de statuts que peut prendre un terminal, mais selon quatre catégories bien définies d'applications :

- le **stockage de contenus** et l'**accès à l'information pertinente**,
- la **production de contenus** et le **travail coopératif**,
- le **développement de solutions** et l'**aide à la prise de décisions**,
- la **programmation de systèmes** et le **pilotage de processus**.

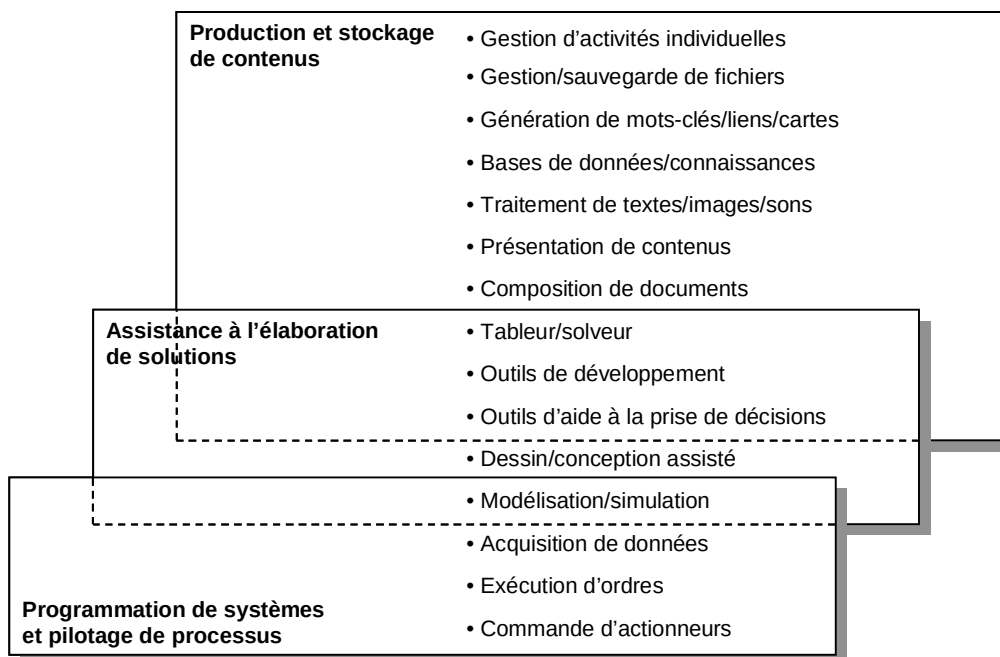
Traitée au paragraphe 3.1.4, la troisième et dernière typologie est une relecture de la précédente. Elle répartit tous les usages des technologies selon trois méta-fonctionnalités, **savoir**, **essayer** et **agir**, déjà mises à profit⁷ pour catégoriser les interactions entre des technologies et leurs utilisateurs.

⁷ Cf. § 3.1.3 **Inventaire spatio-temporel des interactions** du chapitre 1 : **Choses, signes et êtres : une coévolution**

3.1.2. 1^{ère} typologie selon les deux statuts de tout poste individuel

La première typologie met à profit le caractère dual de tout terminal ou poste individuel d'un utilisateur, à la fois poste de travail personnel et poste d'échange relationnel. Cette première typologie classe par conséquent les applications selon ces deux catégories⁸, celles présentes sur un poste de travail personnel et celles présentes sur un poste d'échange relationnel ; deux catégories qui correspondent ni plus ni moins aux deux statuts que prend tout terminal, ordinateur, tablette ou smartphone ; et ce, selon ce qu'en fait son utilisateur connecté ou non à un réseau.

Le schéma ci-dessous recense d'abord les applications le plus souvent présentes sur un **poste de travail personnel**, c'est-à-dire sur un terminal à l'aide duquel son utilisateur élabore et produit des résultats sans être nécessairement connecté à un réseau.



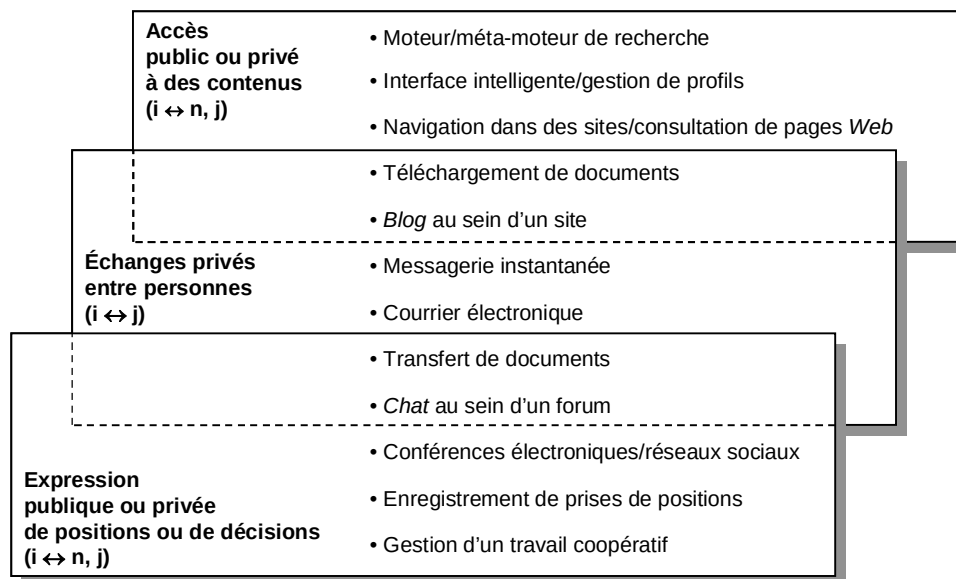
Cette liste d'applications sur laquelle s'appuie le schéma, pour non exhaustive qu'elle soit, n'en est pas moins représentative. Elle est en effet suffisamment nourrie pour illustrer la diversité des usages contribuant à la **production d'un résultat**. Encore très générale, cette liste se décline sur le schéma selon trois types d'activités *a priori* nécessaires et probablement suffisants pour accueillir toute autre application de nature au moins à faciliter, au plus à rendre tout simplement possible les tâches accomplies sur un poste de travail personnel. Il s'agit successivement :

- d'abord des applications permettant **la production, la mise en forme et le stockage de contenus** ;
- puis des applications d'**assistance à l'élaboration de solutions** et permettant ensuite leur vérification avant leur mise en œuvre en vraie grandeur ;
- et enfin des applications permettant **la programmation de systèmes automatisés et le pilotage de processus physiques**, le plus souvent en milieu industriel.

⁸ Cf. § 1.2.2 Deux grands types d'applications du chapitre 1 : Choses, signes et êtres : une coévolution

Telle qu'elle figure sur le schéma qui précède, cette liste d'applications a été ordonnée de façon à faire apparaître les transitions quand on passe successivement de l'un à l'autre de ces trois types. C'est ainsi que certaines de ces applications appartiennent non pas à un seul mais à deux de ces trois types. C'est par exemple le cas des outils de développement ou d'aide à la prise de décisions qui sont des applications non seulement d'élaboration de solutions, mais aussi bien sûr de production de contenus.

Telle qu'appliquée dans ce qui précède, cette notion de production d'un résultat se distingue de celle de promotion, de diffusion ou de partage de ce résultat. C'est l'objet de ce qui suit, non plus sur le poste de travail personnel, mais sur le poste d'échange relationnel. Le schéma ci-dessous recense quelques unes des applications généralement présentes sur un **poste d'échange relationnel**.



Comme précédemment, ce schéma prend appui sur une liste d'applications évidemment non exhaustive. Il s'agit, cela a été dit, des applications présentes sur un poste d'échange relationnel, le second des deux statuts que prend tour à tour un ordinateur personnel, une tablette ou un smartphone. Car c'est bien sûr, entre les mains de son utilisateur, toujours le même terminal dont est ici privilégié le statut de poste d'échange relationnel pour accéder sur le réseau à l'information pertinente et, sur ce même réseau, faire connaître ou **partager un résultat** auquel il est parvenu.

Tout aussi emblématique et non exhaustive que la précédente, cette seconde liste d'applications illustre là encore la diversité des applications existantes ou prévisibles et rendues disponibles sur un poste d'échange relationnel. Comme précédemment, les applications qu'elle comporte se répartissent selon trois types qui se présentent par conséquent comme autant d'invariants :

- d'abord des applications donnant un **accès public ou privé**⁹ à des contenus,
- puis des applications permettant les **échanges privés entre des personnes**,
- et enfin des applications permettant l'**expression publique ou privée de positions ou de décisions** prises.

⁹ Ces deux caractères public ou privé d'un accès, d'un échange ou d'une expression sont symbolisés par des relations (ou interactions) de type $i \leftrightarrow n$ ou de type $i \leftrightarrow j$. Dans le cas du caractère public, un individu [i] interagit avec la multitude [n]. Dans le cas du caractère privé, un individu [i] interagit avec un autre individu [j], son interlocuteur unique, qu'il s'agisse de l'un de ses pairs ou de l'un des membres de sa communauté d'appartenance.

Ces notions très générales de promotion, de diffusion ou de partage d'un résultat ne se confondent évidemment pas avec la notion précédente de production d'un résultat. Il ne s'agit plus, par exemple, de produire mais d'accéder à des contenus ; il ne s'agit plus d'assister la prise de décisions, mais de promouvoir sur le réseau une ou des décisions prises. En d'autres termes, ces trois types sont ceux d'applications permettant de rechercher de l'information pertinente et d'accéder à des bases de connaissances, d'échanger et partager des contenus, de diffuser et promouvoir des points de vue.

3.1.3. 2^{ème} typologie selon quatre usages entre univers informationnel et monde physique

Après les deux catégories correspondant aux deux statuts que prend tout terminal entre les mains de son utilisateur, sont ici proposées quatre nouvelles catégories capables, là encore, d'accueillir les applications non seulement connues mais aussi prévisibles et à ce titre considérées comme autant d'invariants. Constitutives de cette seconde typologie, ces quatre catégories sont celles des applications conçues :

- d'abord pour stocker des contenus et accéder à l'information pertinente,
- puis pour produire des contenus et permettre le travail coopératif,
- puis encore pour développer des solutions et aider à la prise de décisions,
- et enfin pour programmer des systèmes automatisés et piloter des processus physiques.

Ces quatre catégories d'applications peuvent plus simplement s'énoncer à l'aide de verbes d'action qui sont à prendre comme autant de méta-fonctionnalités mises à la disposition de l'utilisateur :

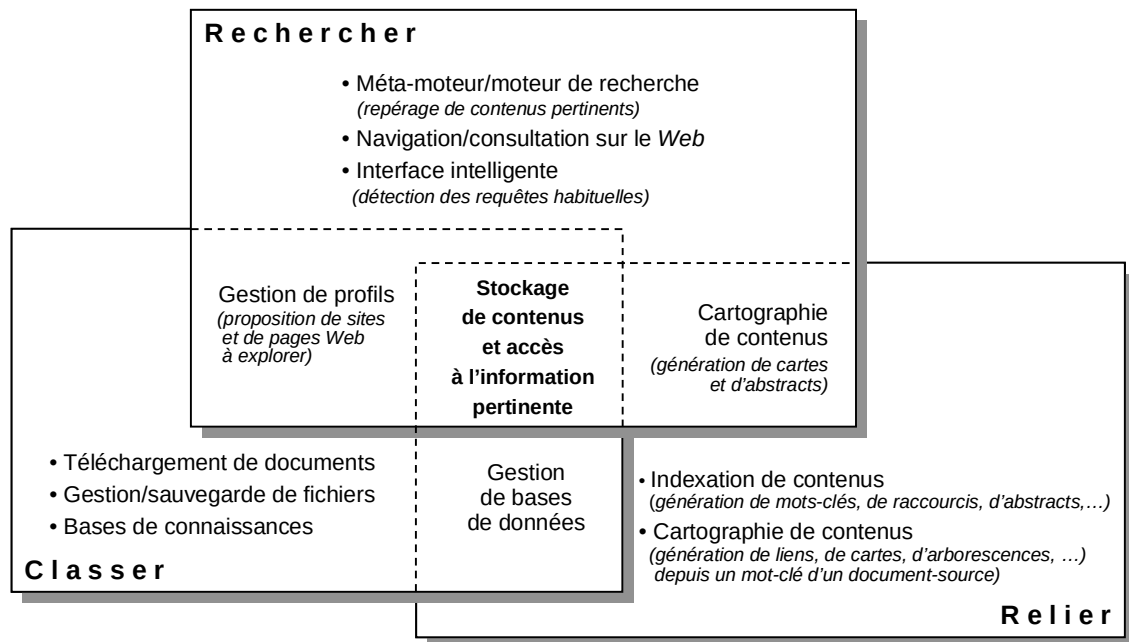
- **rechercher, classer et relier** pour **disposer de contenus pertinents**,
- **rédiger, composer et soumettre** pour **produire des représentations évolutives**,
- **calculer, concevoir et simuler** pour **développer des modèles prédictifs**,
- **mesurer, contrôler et exécuter** pour **piloter des systèmes physiques**.

Dans ce qui suit, ces quatre catégories sont successivement représentées chacune à l'aide du même modèle. L'intérêt de ce dernier réside dans sa structure trine capable d'intégrer dans un même schéma les trois méta-fonctionnalités de la catégorie considérées une par une, deux par deux ou toutes les trois simultanément. Ainsi grâce à sa structure trine, le modèle appréhende la problématique de chacune des quatre catégories dans toute sa complexité.

Rechercher, classer, relier

Le schéma qui suit décline la première de ces quatre catégories au travers de ces trois verbes d'action. Ce sont les trois méta-fonctionnalités permettant ensemble de **disposer de contenus pertinents** ; c'est-à-dire permettant le stockage de contenus et l'accès à l'information pertinent sous quelque format que ce soit.

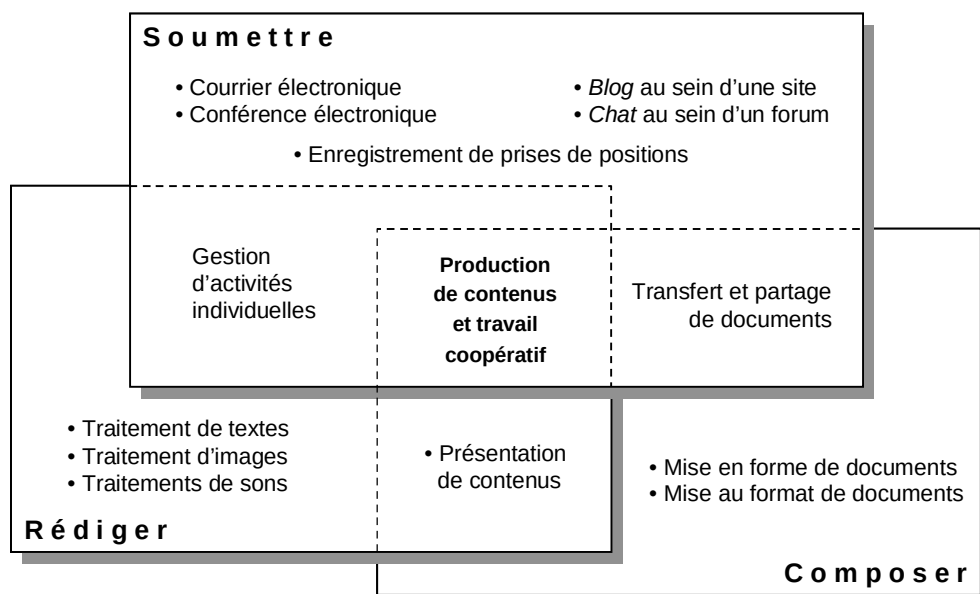
Trouvent leur place dans chacune de ces trois méta-fonctionnalités des applications universellement utilisées telles qu'un moteur de recherche ou un navigateur pour **rechercher** l'information pertinente, telles qu'un gestionnaire de fichiers ou un logiciel de sauvegarde pour **classer** des documents et telles qu'un générateur de mots-clés ou de liens hypertextes pour **relier** entre eux des contenus issus de documents différents.



Dans ce travail de catégorisation, l'auteur s'impose de prendre en compte toute la complexité de la problématique traitée. Ainsi s'ajoutent aux applications classées dans chacune des trois méta-fonctionnalités, celles communes à deux d'entre elles comme la gestion de profils entre rechercher et classer, la gestion de bases de données entre classer et relier et la cartographie de contenus entre relier et rechercher. Et bien sûr, c'est au carrefour de ces trois méta-fonctionnalités, que trouve sa place l'énoncé de la problématique : avec quoi et comment stocker des contenus et accéder à l'information pertinente.

Rédiger, composer, soumettre

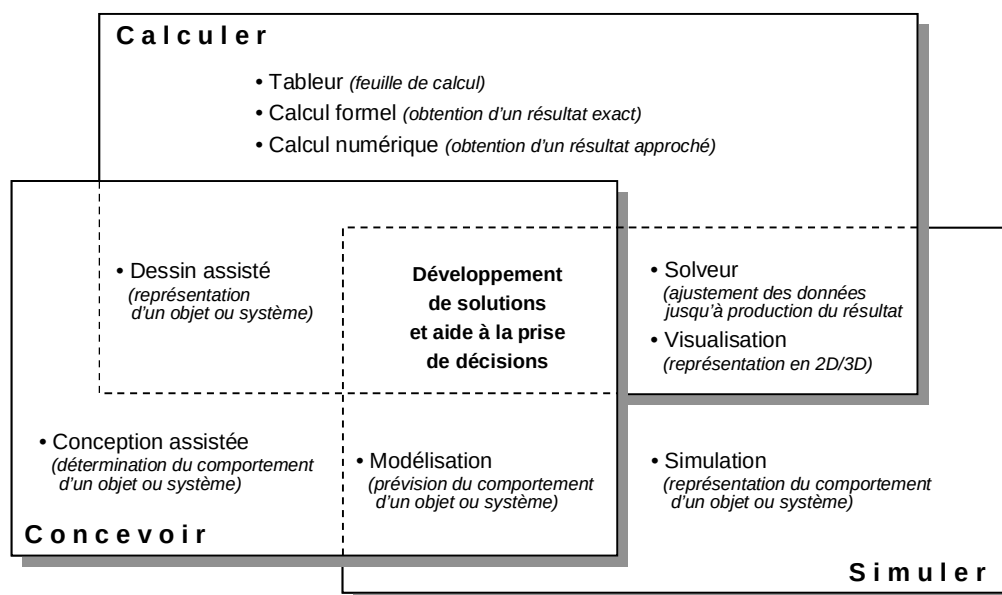
Le schéma qui suit décline la seconde de ces quatre catégories au travers de trois nouveaux verbes d'action qui là encore désignent les trois méta-fonctionnalités permettant ensemble de **produire des représentations évolutives** ; c'est-à-dire permettant l'élaboration et le partage de documents, un travail coopératif des auteurs dans tout ou partie de leurs communautés d'appartenance.



Comme précédemment, les trois méta-fonctionnalités du schéma sont autant de catégories dans lesquelles trouvent leur place des applications telles que le traitement de textes, d'images ou de sons pour **rédiger** des documents, telles que la mise en forme ou au format pour **composer** des documents et telles que le courrier électronique et des réseaux sociaux pour **soumettre** ou donner à voir ces documents. Toujours comme précédemment, le travail de catégorisation cherche à prendre en compte la problématique dans toute sa complexité. Il y a bien sûr les applications au service de chacune des trois méta-fonctionnalités et celles au service de deux d'entre elles. Ainsi le transfert et partage de documents contribue autant à composer des contenus qu'à les soumettre ; ou encore, la présentation de contenus résulte autant de la rédaction que de la composition de documents. Et bien entendu, c'est au carrefour des ces trois méta-fonctionnalités que trouve sa place l'énoncé de cette seconde problématique : avec quoi et comment produire des contenus dans un travail coopératif.

Calculer, concevoir, simuler

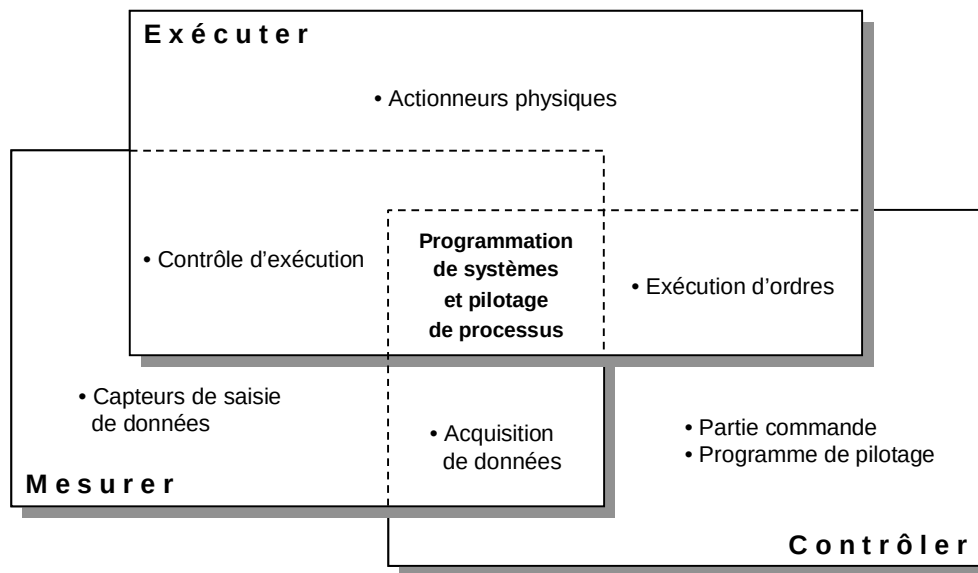
De la même manière que précédemment, le schéma qui suit décline la troisième catégorie au travers toujours de trois verbes d'action. Ces trois verbes désignent les trois méta-fonctionnalités permettant ensemble de **développer des modèles prédictifs** ; c'est-à-dire permettant le développement de solutions et l'aide à la prise de décisions qui accompagnent tout travail de conception.



Ces trois méta-fonctionnalités ont respectivement pour nom : **concevoir**, **calculer** et **simuler**. Elles regroupent des applications permettant de déterminer le comportement d'un objet ou d'un système sous le terme de concevoir, d'obtenir un résultat exact ou approché sous le terme de calculer et de représenter le comportement d'un objet ou d'un système sous le terme de simuler. En tension entre deux de ces trois méta-fonctionnalités, le dessin assisté, la modélisation, la visualisation en 2D ou 3D d'un objet ou d'un système et le constat des effets d'un résultat sur les données initiales (solveur) complètent dans toute sa complexité la problématique du développement de solutions et d'aide à la prise de décisions. Tel que le montre le schéma, le modèle utilisé permet de distinguer et d'articuler entre elles la représentation d'un objet ou d'un système et la représentation de son comportement ; et s'agissant de ce dernier, sa détermination et sa prévision. Belle illustration de la pertinence du modèle pour rendre compte d'une problématique dans toute sa complexité !

Mesurer, contrôler, exécuter

La quatrième et dernière catégorie est, selon le même mode de représentation, déclinée dans le schéma ci-dessous au travers des trois verbes d'action qui désignent les trois méta-fonctionnalités permettant ensemble de **piloter des systèmes physiques** ; c'est-à-dire la programmation de systèmes et le pilotage de processus par l'enchaînement de séquences confiées à un système informatisé et automatisé de transformation de matières ou de conduite d'un processus.



Trouvent leur place dans deux de ces trois méta-fonctionnalités les éléments matériels du système : des actionneurs pour **exécuter** des gestes physiques et des capteurs de saisie de données pour **mesurer** la réalité transformée. Et trouve sa place dans la troisième méta-fonctionnalité le seul élément immatériel du système : le programme de pilotage pour **contrôler** le processus de transformation, un programme supporté par la partie commande du système.

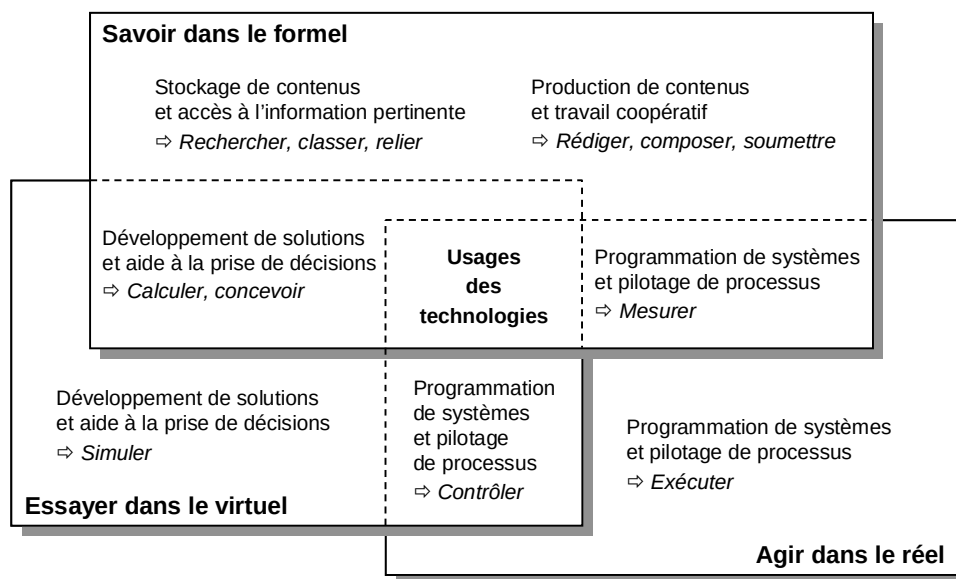
Comme pour les trois précédentes catégories, s'ajoutent aux éléments positionnés dans chacune des trois méta-fonctionnalités, des éléments communs à deux d'entre elles comme le contrôle¹⁰ par les capteurs des ordres exécutés par des actionneurs physiques ; ou comme les deux fonctionnalités élémentaires que sont l'acquisition de données et l'exécution d'ordres. Et bien sûr, c'est au carrefour de ces trois méta-fonctionnalités, que trouve sa place l'énoncé de la problématique : comment programmer un système pour piloter un processus physique de transformation d'une réalité industrielle. Cette dernière catégorie une présente particularité qui la distingue singulièrement des trois précédentes : c'est la seule à ne pas comporter que des éléments immatériels. Elle ne contient en effet qu'un seul élément immatériel, le programme de pilotage et plusieurs éléments matériels tels que des actionneurs physiques pour transformer la réalité et des capteurs de saisie de données pour mesurer ces transformations.

Tels sont les quatre catégories de méta-fonctionnalités sur lesquelles repose la seconde typologie des applications.

¹⁰ Ce contrôle d'exécution correspond à la mesure en temps réel aussi bien du résultat d'un usinage sur une MOCN (Machine-Outil à Commande Numérique) par exemple que l'effet d'un boucle de contre-réaction sur bon fonctionnement d'un asservissement dans cette même machine.

3.1.4. 3^{ème} typologie selon seulement trois usages : savoir, essayer et agir

Dans la première typologie décrite au paragraphe 3.1.2, les applications se répartissaient dans deux catégories : celles présentes sur un poste de travail pour produire du contenu et celles présentes sur un poste d'échange relationnel pour le partager ou le promouvoir. Déclinée au paragraphe précédent 3.1.3, la seconde typologie détaillait davantage en proposant quatre catégories d'applications : pour disposer de contenus pertinents, pour produire des représentations évolutives, pour développer des modèles prédictifs et enfin pour piloter des systèmes physiques. Dans cette troisième et dernière typologie, il ne s'agit plus de multiplier les catégories d'applications. Il s'agit, au contraire, d'en ramener le nombre à trois dans lesquelles doit trouver sa place chacune des méta-fonctionnalités précédentes. Il s'agit ainsi d'aller le plus loin possible dans l'effort de synthèse en proposant trois grands types d'usages des technologies déjà énoncés précédemment pour **comprendre**, **simuler** et **transformer** la réalité : **savoir** dans le formel, **essayer** dans le virtuel et **agir** dans le réel. Désignés par ces trois verbes d'action, ces trois grands types sont définis et intégrés dans le schéma qui suit.

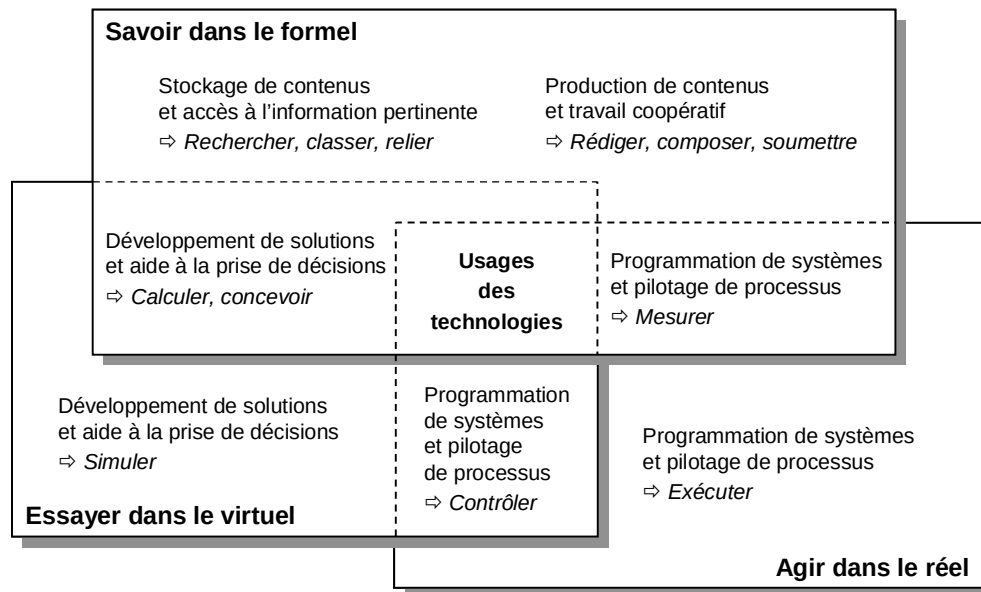


Plus que de simples catégories, ce sont en fait des méta-catégories repérées aujourd'hui pour accueillir les usages existants et réputées capables d'accueillir demain les usages ou applications prévisibles ; et à ce titre, ce sont évidemment des invariants dans l'évolution des technologies. Le schéma utilise le même modèle trine que précédemment à l'intérieur duquel se répartissent les précédentes méta-fonctionnalités définies comme autant de regroupement d'applications. L'intérêt de ces méta-catégories réside moins dans le choix des trois verbes d'action retenus pour les désigner que dans l'identification des domaines¹¹ associés à chacun d'eux.

- **On sait dans le formel**, cet immense domaine de nature immatérielle qui recouvre rien de moins que l'ensemble des données, informations et connaissances recherchées, produites, partagées, stockées, gérées, etc.
- **On essaye dans le virtuel**, un domaine de nature également immatérielle qui pourtant se distingue du formel et encore plus du réel parce que domaine dans lequel est simulée la réalité pour en prévoir le comportement.
- **On agit dans le réel**, le domaine de nature évidemment matérielle parce que celui de la réalité physique qu'il s'agit de contrôler ou de transformer.

¹¹ Voir les paragraphes 2.1.3 **Les fruits de la subjectivité** et 2.2.2 **La machine au centre** du chapitre 3 intitulé **Utilisation des technologies de la Connaissance**

Le réel existe bien évidemment indépendamment des représentations qui ont pu en être faites ; des représentations qui appartiennent au formel et qui, à ce titre, sont stockées dans les mémoires de masse de divers ordinateurs ou tenues à disposition dans des serveurs. De la même manière, on peut dire que le formel existe indépendamment des supports technologiques sur lesquels il est stocké ; et surtout, il ne disparaît pas avec la mise à l'arrêt des machines qui permettent d'y accéder. En revanche, le virtuel a besoin pour exister que tourne sur une machine le modèle qui simule la réalité ; car défini comme domaine du réel simulé, le virtuel en est une représentation nécessairement dynamique puisque simulant son comportement dans le temps.



Comme indiqué sur le schéma ci-dessus, c'est dans chacun de ces trois domaines qu'on sait, qu'on essaye et qu'on agit : les trois verbes d'action désignant les trois grands types d'usages des technologies. Certaines des quatre méta-fonctionnalités de la seconde typologie se positionnent à la fois dans l'un des ces trois grands types d'usages et dans deux d'entre eux à la fois. C'est par exemple le cas du développement de solutions et de l'aide à la prise de décisions. Cette méta-fonctionnalité trouve d'abord sa place dans le virtuel, le domaine où l'on essaye, où on fait « tourner » des modèles pour simuler le comportement d'une réalité physique complexe où tout simplement pour représenter en 3D ce qu'on a dessiné en 2D. Mais cette même méta-fonctionnalité se positionne également à l'interface des deux domaines où l'on sait et où l'on essaye ; là où on calcule et conçoit une réalité ; là où l'on dessine un objet appelé à être fabriqué ; là où l'on en produit une représentation capable, non seulement de le déterminer, mais aussi et surtout de l'observer dans la situation à laquelle son concepteur le destine¹².

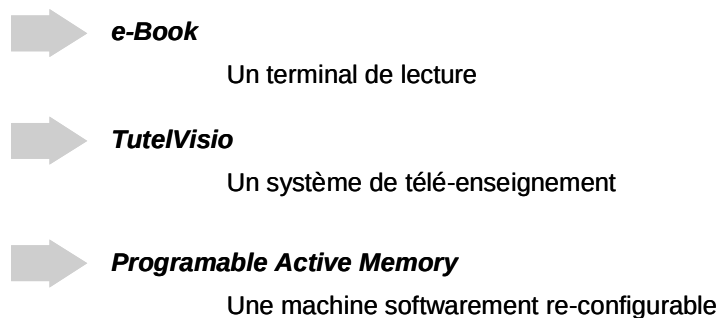
Au fond, ces trois méta-catégories du « savoir dans le formel », de « l'essayer dans le virtuel » et de « l'agir dans le réel » sont sans doute trop vastes et fondamentales pour n'être que les composantes d'une typologie des applications des technologies. Sans doute méritent-elles d'être mises à profit pour désigner les trois modes majeurs de production de valeur à l'aide de technologies ; qu'il s'agisse de **comprendre par la production d'un savoir**, de **simuler par la conception d'un modèle** ou de **transformer par la fabrication d'un objet** ; ou dit en d'autres termes, de **savoir**, d'**essayer** ou d'**agir**.

¹² Par exemple, à l'aide d'un outil de conception assistée par ordinateur, est dessinée une pièce mécanique dont est vérifié par simulation qu'elle s'insère parfaitement dans le système auquel elle est destinée et surtout qu'elle y assure bien la fonction attendue.

Belle façon peut-être de conclure un essai de classification des applications au terme duquel on ne serait pas pour autant parvenu. Car la modestie oblige à rappeler qu'il s'agit évidemment d'un travail sans fin. Et l'honnêteté intellectuelle oblige à rappeler que des solutions technologiques restent toujours à la recherche de leur problème et que symétriquement l'usage des technologies pose des problèmes restés encore sans solutions.

3.1.5. Trois exemples de solutions restées à la recherche de leur problème

Pour important qu'il soit, le nombre des solutions restées sans problèmes évolue constamment. Certaines d'entre elles ne sont pas tout de suite identifiées comme tel et d'autres au contraire le sont dès l'origine. En voici trois exemples totalement différents les uns des autres.



Considéré comme liseuse électronique et pas comme document numérique, le **e-book** est une solution qui a certes identifié son problème, mais qui met beaucoup de temps à le rencontrer. Il s'agit d'un terminal aux fonctionnalités volontairement limitées à la lecture de document plus ou volumineux. Il offre par conséquent deux fonctionnalités bien précises. La première réside dans le stockage sous format numérique de nombreux écrits plus ou moins lourds comme des romans et autres ouvrages de nature différente. Il constitue en cela une sorte de bibliothèque portable. Et la seconde réside dans l'affichage de chaque page de ces ouvrages pour en permettre la libre la lecture comme on le ferait sur un livre-papier. Le e-Book est donc une solution qui a trouvé son problème, mais qui risque de le perdre face à la concurrence de deux autres terminaux : bien sûr la tablette numérique, mais aussi l'ordinateur portable ; et ce, au nom d'un bon vieux principe tout simple : « qui peut le plus, peut le moins ».

Autre solution qui n'a jamais vraiment trouvé son problème, le système **TutelVisio**. Il s'agit d'un dispositif très complexe d'enseignement à distance développé par France Télécom à l'ENIC¹³ dans les années 95 et devenu TutelNet au début des années 2000. Bénéficiant dès l'origine de la puissance du réseau RENATER¹⁴, TutelVisio a apporté aux écoles de France Télécom de l'époque un système sophistiqué et performant de visioconférence permettant à des élèves présents dans différentes écoles de bénéficier en temps réel d'un enseignement dispensé dans l'un de ses établissements. De plus, TutelVisio n'offre pas que le son et l'image du conférencier. A l'aide d'une ou de plusieurs autres caméras, TutelVisio permet aussi au conférencier de montrer les documents qu'il utilise ou l'expérience qu'il réalise pour illustrer son enseignement. Enfin, grâce à TutelVisio, chaque auditeur, de sa place dans l'amphi de son établissement, peut intervenir et poser une question au conférencier ; il est à ce moment-là pas

¹³ L'Ecole Nouvelle d'Ingénieurs en Communication a été créée en 1990 par France Télécom et l'Université de Lille. En 2006, elle devient Télécom Lille1, puis tout simplement Télécom Lille en 2013.

¹⁴ Le Réseau National de télécommunications pour la Technologie l'Enseignement et la Recherche (RENATER) a été déployé au début des années 90 pour relier les établissements d'enseignement supérieur et de recherche de France. Il est aujourd'hui présenté comme un connecteur de savoirs non plus seulement national mais international parce que partie intégrante du réseau européen GÉANT.

seulement entendu, mais aussi vu par l'enseignant qui a sélectionné l'image de son interlocuteur présent à distance dans son établissement. TutelVisio a été pensé et mis en œuvre pour assurer « la présence » de l'enseignant à tous les participants au cours, quel que soit le lieu où ils se trouvent. Cette volonté de s'affranchir des distances est vite devenue celle de rendre tout possible. Ce caractère quelque peu totalitaire de la performance a sans doute porté atteinte à l'évolutivité du système : une solution dont l'ambition a dépassé la réalité du problème posé.

La technologie PAM est la plus emblématique des trois solutions présentées ici comme restées plus ou moins à la recherche de leur problème. PAM signifie **Programmable Active Memory**. C'est une technologie développée dans les années 90 par Digital Equipment en son laboratoire de Rueil-Malmaison¹⁵. Il s'agit d'un réseau de portes logiques librement assemblées ou interconnectées par programmation¹⁶. C'est donc une machine moyennement parallèle (quatre cartes interconnectées comportant chacune de 8 x 8 unités de calcul) dont l'architecture elle-même est rendue modifiable. Une telle machine n'est donc pas seulement configurée, mais reconfigurable pour que son architecture soit à tout moment adaptée à la réalisation des tâches à exécuter. On peut ici parler d'une machine neuromimétique dont les connexions entre ses « neurones » (ici des portes logiques) se font et se défont de manière à ce que l'architecture de l'ensemble soit à tout instant adaptée au mieux à ce qu'elle a à faire. Afin singulièrement de vérifier la puissance de calcul, cette machine a été utilisée expérimentalement pour automatiser la production de graphismes stylisés. Plus largement, il est admis qu'une telle technologie offre une puissance de calcul capable de rivaliser avec des supercalculateurs. A coût équivalent, la technologie PAM offre une puissance de calcul entre 10 et 100 fois supérieure à celle d'une architecture parallèle classique configurée *a priori* autour de quelques dizaines de processeurs. Et pourtant, cette technologie ne s'est pas imposée comme capable de traiter les problèmes aussi complexes que ceux posés par la compression de fichiers et la cryptographie, l'analyse d'images et la synthèse vocale, la traduction automatique, les réseaux neuronaux, la génétique, la physique des hautes énergies ou l'astrophysique.

Mais si d'aussi belles solutions technologiques ne rencontrent pas toujours leurs problèmes, ce n'est pas pour autant que des technologies devenues celles de la Connaissance ne cessent d'en poser et dont certains ne sont toujours pas résolus.

¹⁵ Le PRL (Paris Research Laboratory) de DEC (Digital Equipment Corporation) implanté en France à Rueil-Malmaison

¹⁶ Cf. § 1.1.2. **Du TOUT algorithmique vers plus d'heuristique** du chapitre 1 intitulé **Chose, signes et êtres : une coévolution**

3.1.6. Et des problèmes pas toujours résolus sur les contenus

La liste figurant ci-dessous n'est évidemment pas exhaustive, pas plus que les problèmes cités n'y sont hiérarchisés.

-  **La propriété intellectuelle des contenus**
-  **La confidentialité des informations**
-  **La sécurisation des flux financiers**
-  **La « pollution » par l'information**
-  **La recevabilité des contenus**
-  **La moralité des prestataires et des utilisateurs**
-  **... / ...**

L'objectif de ce paragraphe n'est évidemment pas de traiter de tels problèmes, mais seulement d'illustrer la problématique générale des contenus accessibles sous format numérique. L'avènement hier et le développement aujourd'hui des technologies de l'information et de la communication ont complètement renouvelé cette problématique comprise ici comme un ensemble de questions assez largement corrélées. Comment pour un auteur protéger d'un usage illégal le contenu qu'il a produit et qu'il met à disposition sur Internet ? Comment pour une institution en réseau interdire l'accès à ses données sensibles ? Comment pour un e-commerçant garantir à son client la sécurisation de leur transaction financière ? Comment garantir à un utilisateur l'accès à l'information pertinente ? Comment garantir un contrôle parental pour la protection des enfants ou la recevabilité de contenus par un public fragile ? Quelles règles édicter, imposer ou s'imposer pour garantir la moralité d'une prestation ou le bénéfice d'un service sur un réseau ?

Si tant est qu'il y en ait eu, il n'y a et il n'y aura sans doute plus de réponses définitives à de telles questions posées dans ces termes. Selon des modes différents et parfois opposés, ces questions concernent aussi bien le producteur que l'utilisateur de contenus. Elles concernent tout autant l'auteur de contenus que l'opérateur qui les achemine, le citoyen que le législateur, le promoteur que le régulateur, le contributeur que le modérateur, bref aussi bien l'autorité de surveillance que chacun ou le collectif des « surveillés ». C'est l'extraordinaire évolutivité des technologies qui a éteint l'espoir de réponses définitives à de telles questions. S'impose dorénavant à tous, producteurs et utilisateurs de contenus, l'obligation d'apporter des réponses elles aussi évolutives, d'en renouveler les termes pour concilier, au mieux de l'intérêt général, les exigences de tous les acteurs concernés.

3.2. Sens de l'usage des technologies de la Connaissance : les implications

Après ce balayage évidemment non exhaustif des applications, après en avoir proposé trois typologies, il s'agit maintenant de s'interroger sur les effets de leurs usages. Il s'agit donc de **passer des applications aux implications**, de ce qu'en font les utilisateurs à ce que cela signifie pour eux de s'en servir. Bref, il s'agit de **passer de l'usage au sens de l'usage**, de se demander si ces machines à penser modifient les manières de penser ou plus encore les manières de savoir, d'essayer et d'agir. Car, cela a été dit à plusieurs reprises, ce ne sont pas des technologies tout à fait comme les autres. Ce sont des technologies qui, devenues celles de la Connaissance, permettent à des utilisateurs avertis aussi bien d'accéder au savoir que d'en produire, d'en diffuser ou d'en partager avec autres. Mieux, ce sont des technologies grâce auxquelles peut être décrite une réalité complexe, en être prévu son comportement en vue de la modifier.

Après avoir souligné la montée du concept d'information, après avoir rappelé ce que veut dire passer de l'usage au sens de l'usage, sera pas à pas recherché ce qu'implique, dans quatre domaines d'applications, l'utilisation de technologies dotées de trois propriétés majeures.

Ces quatre domaines sont ceux précédemment énoncés dans la seconde typologie :

- **rechercher, classer et relier** pour disposer de contenus pertinents,
- **rédiger, composer et soumettre** pour produire des représentations évolutives,
- **concevoir, calculer et simuler** pour développer des modèles prédictifs,
- **mesurer, contrôler et exécuter** pour piloter des systèmes physiques.

Quant aux trois propriétés majeures, ce sont celles qu'ont tous les systèmes programmables utilisées dans chacun de ces quatre domaines d'applications. Ces trois propriétés sont :

- la **rapidité d'exécution des tâches** ou puissance de calcul des systèmes,
- la **capacité d'organisation des contenus** ou puissance de structuration d'ensembles de données,
- l'**interactivité de l'assistance des utilisateurs** ou valeur ajoutée à la seule exécution des tâches demandées.

3.2.1. Montée du concept d'information

Il ne s'agit pas sous ce titre de s'interroger sur le poids grandissant des média ou plus largement de l'information et de la communication. Car l'objet de ce paragraphe n'est pas la montée de l'information, mais la **montée du concept d'information** ; une montée observée aussi bien dans l'architecture que dans le fonctionnement des systèmes automatisés et informatisés. En effet, tous ces systèmes sont conceptuellement organisés sur différentes dualités qui, d'une certaine manière, se ramènent toutes à celle du matériel et de l'immatériel ou de la matière et de l'information. La liste ci-dessous énonce quatre de ces dualités.

Système d'exécution & système de contrôle : en automatique
(partie opérative & partie commande)

Matériel & logiciel : en informatique
(partie construite & partie conçue)

Réalité mesurée & réalité représentée : en conception
(objet réalisé & objet dessiné)

Réalité expérimentée & réalité simulée : en recherche
(objet essayé & objet modélisé)

La première concerne le monde de l'automatique, bien sûr en milieu industriel, mais aussi dans bien d'autres milieux tels que le ferroviaire, l'aéronautique, le spatiale ou le médical ; partout où l'homme confie à une machine un programme de tâches à exécuter dont il n'a plus qu'à bénéficier du résultat. Il s'agit de systèmes automatisés, tous faits aujourd'hui d'une **partie opérative** et d'une **partie commande**. La partie opérative effectue les gestes physiques ; c'est le **système d'exécution**. Elle dispose pour cela d'actionneurs physiques qui déplacent des objets, transforment de la matière, usinent des pièces mécaniques, assemblent des objets, etc. ; bref qui exécutent les gestes physiques attendus. Elle est également dotée de capteurs de saisie de données qui vérifient un déplacement ou une position, mesurent une cote, une température ou une pression ; bref, qui vérifient la bonne exécution et le résultat des gestes physiques. La partie commande, quant à elle, génère des ordres à l'attention de la partie opérative ; elle les génère selon le programme qui lui en a été donné ; c'est le **système de contrôle**, moins dans le sens de la vérification que dans celui du pilotage. Cette dualité, partie opérative et partie commande, s'est définitivement imposée dans le monde de l'automatique avec l'avènement des automates programmables à l'aune de ce qui s'est passé parallèlement dans le monde de l'informatique avec l'avènement des PC.

La seconde dualité concerne le monde de l'informatique. Elle est bien plus connue que la précédente : c'est celle du **matériel** et du **logiciel**. Le matériel est ici un ordinateur physique avec ses différents constituants : sa carte mère, son ou ses processeurs, sa mémoire vive et sa mémoire de masse, sa carte graphique pour la visualisation ou et sa carte réseau pour l'interconnexion, etc. C'est la partie matérielle du système, la **partie construite**. Quant au logiciel, c'est le programme écrit sous forme de lignes de codes ; c'est la suite des tâches élémentaires que doit en très grand nombre exécuter le système. C'est la partie immatérielle du système, la **partie conçue**. Connue de tous les utilisateurs d'un ordinateur, cette dualité est devenue avec le temps d'une affligeante banalité.

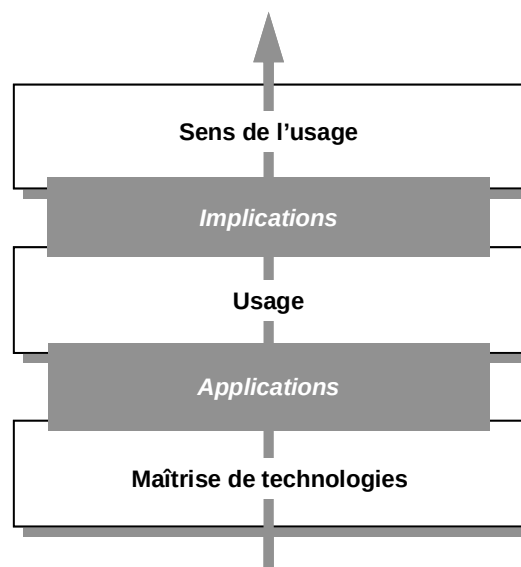
La troisième dualité concerne la communauté des dessinateurs-projeteurs, des ingénieurs, des designers ou des architectes. Elle concerne les utilisateurs hier d'outils de dessin assisté (DAO) et aujourd'hui d'outils de conception assistée (CAO). Ces utilisateurs bénéficient dorénavant de la puissance des logiciels de dessin et de conception assistés par ordinateur. Bien évidemment la dualité **réalité mesurée** et **réalité représentée** existait déjà à l'époque

de la planche à dessin. C'est tout simplement celle de l'**objet dessiné** appelé à devenir l'**objet réalisé**. C'est la dualité à l'intérieur de laquelle oscille tout concepteur qui, pour produire ne serait-ce qu'un dessin à l'échelle, prend des mesures avant de dessiner ; une dualité qui s'est renforcée avec les systèmes d'abord de DAO puis de CAO devenus capables de représenter, donc de concevoir, des objets jusque-là hors de portée de la planche à dessin.

La quatrième et dernière dualité est de même nature mais bien plus récente que la précédente. C'est celle de la **réalité essayée** et de la **réalité simulée**. Elle concerne le monde des chercheurs à qui elle s'est imposée dès lors que la puissance de calcul des ordinateurs leur a donné le moyen non plus seulement de représenter, mais de simuler la réalité ; et par conséquent le moyen d'en prédire le comportement. C'est la dualité de l'**objet essayé** en vraie grandeur dans le réel et de l'**objet simulé** sur un ordinateur dans le virtuel. Cette dualité est apparue avec l'arrivée de machines disposant de la puissance de calcul nécessaire pour faire « tourner » les modèles sensés rendre compte de la réalité au point d'en prévoir le comportement. Car les chercheurs ont appris à donner le statut de modèle à leurs représentations de la réalité. Un modèle est ici une représentation mathématique de la réalité. Constituée le plus souvent d'un ensemble numérisé d'équations, cette représentation est traduite en un programme informatique introduit dans l'ordinateur en même temps qu'un ensemble de données initiales. A partir de ces données déterminées par le chercheur, le programme est lancé et le modèle « tourne » sur l'ordinateur. Ainsi se transforme dans la machine une représentation de la réalité qui sera prédictive de son comportement si le modèle est pertinent.

3.2.2. Des applications aux implications

Tel que cela a été dit plus haut¹⁷, une chose est la maîtrise d'une technologie, une autre est l'usage qu'en fait l'utilisateur et une tout autre encore est le sens qu'il donne à l'usage qu'il en fait. Le schéma ci-dessous positionne chacun de ces trois éléments par rapport aux deux autres et introduit dans cet enchaînement la dualité des applications et des implications. Car passer **de la maîtrise à l'usage** et **de l'usage au sens de l'usage**, c'est passer des **applications** aux **implications**, des applications d'une technologie aux implications de l'usage qui en est fait. Il convient ici d'examiner plus précisément cet enchaînement.



¹⁷ Cf. § 2.1.3 sur **Usage et sens de l'usage** d'une technologie dans ce même chapitre

Maîtriser une technologie, c'est au moins connaître la logique qui préside à son fonctionnement et c'est au plus connaître les principes physiques ou physicochimiques sur lesquels repose ce fonctionnement. C'est donc pourvoir réunir les conditions nécessaires au fonctionnement nominal d'un système et être capable, en cas de dysfonctionnement, de ramener le système à son fonctionnement nominal. La maîtrise d'une technologie, c'est donc avant tout, comme cela a déjà été dit, la compétence de ceux qui l'ont conçue et produite, puis de ceux chargés de sa maintenance.

Pour autant les utilisateurs ne peuvent pas totalement s'exonérer de cette compétence ; s'ils n'ont pas, par exemple, à connaître les méthodes de programmation et encore moins les principes physiques du fonctionnement d'un ordinateur, il leur faut néanmoins en avoir compris la logique du fonctionnement. Plus largement, une chose est bien la maîtrise d'une technologie, une tout autre est l'usage que peuvent en faire des utilisateurs et leur habileté à s'en servir. Parmi ces utilisateurs d'une technologie, il en est qui parviennent à un niveau suffisamment élevé de son usage pour avoir des choses à dire à ceux qui l'ont conçue. Et il arrive même que certains, forts de l'efficacité qu'ils en tirent, aient des choses à se dire à eux-mêmes sur la façon dont ils agissent ou se comportent dans l'action. Il ne s'agit plus là de l'usage d'une technologie, mais bien du sens que de tels utilisateurs peuvent donner à l'usage qu'ils en font ; il ne s'agit plus des applications, donc de l'usage, mais des implications, donc du sens de l'usage.

DES TECHNOLOGIES	ET	UN UTILISATEUR FINAL
• Des applications, <i>l'usage,</i>		• Des difficultés éprouvées
• aux implications, <i>le sens de l'usage.</i>		• Des problèmes énoncés
		• Des solutions appropriées
		• Des moyens détournés

Le sens donné par des utilisateurs à l'usage qu'ils font d'une technologie n'est pas que le fruit d'une réflexion abstraite. Il naît de leur lucidité, de la conscience qu'ils ont des problèmes rencontrés et des solutions qu'ils ont parfois dû inventer. En effet, apprendre à se servir d'une technologie ne se fait jamais sans difficulté. Les problèmes rencontrés par des utilisateurs sont d'autant plus intéressants que ces derniers ont pu clairement les formuler, en donner un énoncé. C'est à la qualité de cette formulation que peut se mesurer la capacité des utilisateurs à objectiver leurs difficultés et à contribuer à la résolution de leurs problèmes par les experts ou ... par eux-mêmes.

Car au-delà de l'apprentissage d'une technologie par des utilisateurs, il y a son appropriation. C'est singulièrement ce que vivent des utilisateurs qui ont détourné une technologie de l'usage auquel la destinaient ses concepteurs. Un tel processus d'appropriation ne peut avoir lieu que si la technologie est perçue *de facto* comme la solution pertinente à un problème effectivement rencontré. C'est une affaire qui porte sur la valeur accordée par des êtres à l'usage de choses et à la production de signes. C'est donc une affaire qui porte sur la production de sens, sur les valeurs détenues par ces êtres qui, pour rendre compte du réel, le comprendre et le transformer, se servent de ces choses et produisent ces signes.

Il s'agit donc dans ce qui suit de rechercher méthodiquement ce qu'implique l'usage de technologies pour savoir, essayer ou agir ; en d'autres termes, de répondre à la question : **ces machines à savoir, essayer ou agir modifient-elles les manières de savoir, d'essayer ou d'agir ?** Pour ce faire, la méthode proposée consiste à rechercher ces implications dans les possibilités qu'offrent ces technologies à leurs utilisateurs ; dans les performances dont ils bénéficient, dans ce qu'ils peuvent dorénavant faire et ne pouvaient pas faire sans elles auparavant. Car est ici faite

l'hypothèse que **cette extension du champ des possibles est source de transformations des manières de savoir, d'essayer et d'agir.**

Sans être innombrables, ces possibilités dont bénéficient dorénavant les utilisateurs sont d'autant plus nombreuses qu'elles sont le plus souvent attachées aux multiples applications mises à leur disposition. Par conséquent, la méthode proposée pour recenser ces possibilités des technologies consiste à les rechercher au carrefour de leurs applications et de leurs propriétés majeures. En d'autres termes, il s'agit de croiser les quatre domaines suivants d'applications :

- pour **disposer de contenus pertinents,**
- pour **produire des représentations évolutives,**
- pour **développer des modèles prédictifs,**
- pour **piloter des systèmes physiques.**

avec les trois propriétés de tout système programmable informatisé ou automatisé :

- la **rapidité d'exécution des tâches,**
- la **capacité d'organisation des contenus,**
- l'**interactivité de l'assistance des utilisateurs.**

Les quatre domaines d'applications sont ceux déclinés et précisés en 3.1.3 dans la seconde typologie¹⁸. Quant aux trois propriétés, ce sont celles seulement énoncées en 3.2 et précisées dans ce qui suit.

La **rapidité d'exécution des tâches** est, depuis toujours, la plus évidente de ces trois propriétés. C'est la caractéristique principale de tout système informatisé ou automatisé programmable. Elle repose en partie sur la vitesse de transfert des données dans un tel système mais surtout sur la puissance de calcul de son ou de ses processeurs ; une puissance dont on persiste à dire qu'elle « double tous les deux ans » selon la-loi de Moore.

La **capacité d'organisation des contenus** est devenue plus évidente avec l'émergence des bases de données. C'est la caractéristique spécifique de tout ordinateur, à l'origine même du mot d'ordinateur¹⁹. C'est la propriété de machines capables de mettre en ordre d'importantes quantités de données, de générer des arborescences où trouvent leur place d'innombrables répertoires et de plus innombrables encore documents. C'est enfin, avec l'avènement des systèmes d'informations dynamiques, la puissance de structuration d'espaces de savoir par des machines.

L'**interactivité de l'assistance des utilisateurs** reste probablement la moins évidente des trois propriétés de tout système programmable ; encore qu'elle soit mieux repérée depuis l'avènement du Web 2.0. C'est la capacité de systèmes qui « ne se contentent plus » de faire ce que leur demandent leurs utilisateurs. C'est la capacité d'apporter une valeur ajoutée à la seule exécution des tâches demandées ; c'est la capacité de proposer plusieurs suites possibles après l'exécution de la requête d'un utilisateur. La saisie semi automatique est un exemple très simple d'assistance interactive : le système propose à l'utilisateur des mots en fonction des premières lettres saisies.

¹⁸ Cf. § 3.1.3 intitulé **Seconde typologie : quatre catégories entre production et promotion de contenus** du présent chapitre

¹⁹ Le mot *ordinateur* a très vite remplacé celui d'*ordonnateur* proposé en 1955 par Jacques Perret, un professeur de lettres parisien pour désigner cette machine qui « met en ordre » des données.

3.2.3. Disposer de contenus pertinents

Le tableau ci-dessous porte sur le premier des quatre domaines d'applications. Il reprend quelques unes des multiples applications utiles à tout utilisateur pour **rechercher, classer et relier des contenus**. Il les répartit dans ces trois catégories qu'il croise avec les trois précédentes propriétés de tout système informatisé ou automatisé. Sont ainsi recensées au sein de ce tableau bon nombre de possibilités dont bénéficient les utilisateurs de technologies pour disposer de contenus pertinents. En voici quelques exemples.

La puissance des moteurs de recherche apporte à l'utilisateur de multiples réponses à ses questions, mais pas nécessairement l'information pertinente. Celle-ci reste en effet très dépendante de la formulation de la requête. En revanche, la mémorisation et la contextualisation des requêtes permettent un repérage des centres d'intérêt ou domaines d'investigation récurrents de l'utilisateur. Les sites marchands utilisent ces propriétés pour générer le profil des utilisateurs et leur adresser des offres réputées pertinentes.

Applications \ Propriétés		Rapidité d'exécution des tâches	Capacité d'organisation des contenus	Interactivité de l'assistance des utilisateurs
Indexation de contenus	Relier	Faible coût de la conservation	Génération : • d'arborescences • de raccourcis/ favoris	Génération : • de mots-clés et de liens • de cartes et d'abstracts Pointage d'un document cible
Cartographie de contenus				
Gestion de bases de données	Classer	Instantanéité du téléchargement	Capacité de stockage et faible coût de conservation	Diversité des modes d'affichage d'une arborescence
Gestion de fichiers				
Sauvegarde de documents		Instantanéité de la régénération des fichiers	Adaptabilité du classement des documents Structuration d'espaces de savoir	Commodité de recherche de documents Commodité de mise à jour des fichiers
Téléchargement de documents				
Gestion de profils	Rechercher	Multiplicité des modes d'accès	Historique des requêtes	Contextualisation des requêtes
Interface intelligente		Rapidité d'accès : à tout, en tout lieu, à tout instant	Exploration de documents en mode corpus/page	Hierarchisation des contenus pertinents
Navigation/consultation sur le Web		Déplacement d'un site à l'autre (exploration - itinéraires multiples) /cheminement d'une idée à l'autre (scénarisation - itinéraire unique)	Formats de transfert : • de données (<i>HTML</i>) • de pages Web (<i>HTTP</i>) • de fichiers (<i>FTP</i>)	Détection des requêtes habituelles
Méta-moteur/moteur de recherche				Proposition de sites et de pages Web à explorer

Autre exemple, la rapidité avec laquelle l'utilisateur peut se déplacer d'un site à l'autre lors d'une navigation n'est évidemment pas sans effet sur son cheminement d'une idée à l'autre. Sans doute cela favorise la créativité de l'utilisateur dont l'attention est attirée sur un objet vers lequel, de lui-même, il n'imaginait pas orienter sa recherche. Mais cela lui fait aussi courir le risque de la dispersion : il finit par oublier l'objet initial de sa recherche.

D'autres exemples intéressants d'implication sont sans doute à rechercher dans la capacité des systèmes à organiser des contenus. La facilité avec laquelle l'utilisateur peut à tout instant déplacer un simple document ou tout un répertoire dans une arborescence en est un. Sans avoir à subir les contraintes du classement de documents-papier, il peut très facilement ou surtout très rapidement modifier le plan de classement de ses documents. Et surtout, rien n'est jamais définitif dans de telles modifications : l'utilisateur peut revenir en arrière ou au contraire aller plus loin dans l'ambition des modifications qu'il apporte à l'organisation de ses contenus.

Plus spécifiquement encore, la génération de mots-clés, de liens et d'abstracts sont des fonctionnalités extrêmement puissantes dont bénéficient singulièrement les applications de cartographie de contenus. Il ne s'agit plus seulement des liens de hiérarchie ou de chronologie dont bénéficie l'utilisateur lorsqu'il répartit en bonne place ses documents dans l'arborescence qu'il a lui-même créée. Il s'agit cette fois de liens de causalité ou d'engendrement, de liens de correspondance ou de parallélisme, de liens de complémentarité ou d'opposition, de liens de définition ou d'explication, etc. ; autant de liens qu'a su générer le système entre des contenus que l'utilisateur jugeait jusque-là indépendants les uns des autres. L'utilisateur ne dispose donc plus seulement d'un plan de classement grâce auquel il sait retrouver ses documents. Mais la structuration des contenus conservés devient plus que le simple moyen de les retrouver. L'utilisateur navigue dans des espaces de savoirs structurés par le système. Son moteur de recherche lui propose des occurrences en rapport avec sa requête, mais par des liens dont il ne soupçonne pas l'existence : c'est aujourd'hui la valeur ajoutée d'une base de connaissances par rapport à une simple base de données ; et ce sera demain la valeur ajoutée d'un système d'informations structuré *a posteriori* par rapport à celui structuré *a priori*²⁰.

Ainsi les technologies de l'information et de la communication ont-elles radicalement transformé les manières de disposer de contenus pertinents. Il faut se souvenir du temps où cela exigeait la possession de multiples ouvrages ou des vingt tomes d'une encyclopédie ; où cela exigeait la proximité d'une bibliothèque ou l'accès à des centres de documentation. Pour autant n'accédait-on qu'à des corpus de connaissances peu ou pas évolutifs au sein desquels il n'était pas si facile d'extraire l'information recherchée.

Avec l'avènement du numérique, les choses se sont extraordinairement améliorées. Des moyens de plus en plus performants de classement de documents ont été proposés avant que ne soient radicalement renouvelées les manières d'accéder à des contenus pertinents. Tant matériels que logiciels, sont successivement apparus des outils tels que serveurs locaux puis distants, navigateurs puis moteurs de recherche, Web puis Cloud, base de données puis de connaissances, etc. Des outils qui permettent non seulement de sauvegarder et conserver en bon ordre des documents, mais aussi d'accéder à tout moment et en tout lieu à l'information pertinente. Non seulement l'utilisateur trouve des réponses à ses questions, mais il contribue aussi à en produire comme le montre ce qui suit sur la production par chacun de représentations évolutives.

²⁰ Cf. § 2.1.4 Un exemple de structuration dynamique d'un espace de savoirs du chapitre 2 intitulé **Cognition : le traitement des connaissances**

3.2.4. Produire des représentations évolutives

Après celui des applications pour disposer de contenus pertinents, c'est sur le second des quatre domaines d'applications que porte le tableau ci-dessous, celui des applications mises à profit pour produire des représentations évolutives. De la même manière que précédemment, ce second tableau reprend quelques unes des applications utiles à tout utilisateur pour **rédiger, composer et soumettre des contenus** ou des documents sous de multiples formats. Il les répartit dans ces trois catégories de nouveau croisées avec la rapidité d'exécution des tâches, la capacité d'organisation des contenus et l'interactivité de l'assistance des utilisateurs. Sont ainsi recensées dans ce second tableau un nombre significatif de possibilités dont bénéficient les utilisateurs de technologies pour produire des représentations, les partager et les faire évoluer.

Applications	Propriétés	Rapidité d'exécution des tâches	Capacité d'organisation des contenus	Interactivité de l'assistance des utilisateurs
Gestion d'un travail coopératif	Soumettre	Quasi-instantanéité des requêtes	Production d'encyclopédies coopératives	Promotion d'avis ou points de vue
Prises de positions		Traitement des requêtes en temps différé ou réel	Comparaison de documents et gestion des versions	Partage : • de documents • de planning • de projets
Conférence/Blog électroniques		Commodité de connexion	Protocoles : • de communication (TCP/IP)	Gestion de listes de distribution
Courrier/Chat électroniques				
Transfert de documents	Composer	Faible coût et rapidité du transfert de documents	• de messagerie (SMTP/POP3)	Personnalisation des formats : • choix de mises en forme • application de modèles • réutilisation de documents
Composition de documents		Faible coût et rapidité d'édition de documents	Génération de sommaires	Correcteur orthographique Dictionnaires/thesaurus en ligne
Présentation de contenus			Affichage en mode page/plan	
Traitement de texte	Rédiger	Quasi-instantanéité des fonctionnalités d'édition : • copier-coller/duplication • couper-coller/déplacement • insertion d'objets • .../...	Génération de points de restauration	Saisie semi-automatique
Traitement d'images/de sons			Interopérabilité des applications : • les fonctionnalités divergent • les normes convergent	Personnalisation des applications : • barres d'outils • options, préférences
Gestion d'activités individuelles				Synchronisation des outils de gestion d'activités individuelles

Là encore, il s'agit de savoir si, devenues technologies de la Connaissance, les technologies de l'information et de la communication modifient les manières de produire des représentations, de les partager et de les faire collectivement évoluer vers un résultat consensuel. Il s'agit donc, en d'autres termes, de savoir, si ces outils de traitement de texte, de composition de documents ou de partage de contenus modifient les manières de rédiger, de composer et de soumettre des représentations, c'est-à-dire globalement de produire, voire de coproduire des représentations évolutives. C'est dans les possibilités dont disposent pour ce faire les utilisateurs que résident les réponses à cette question.

Présent dans le précédent tableau, un premier registre de ces possibilités est celui de la synchronisation des outils destinés à gérer des activités individuelles. Il s'agit, pour ne prendre que des exemples devenus universels, de l'interopérabilité d'un calendrier avec un gestionnaire de tâches, d'une base de contacts avec une messagerie et par conséquent celle du calendrier avec cette même messagerie. L'utilisateur dispose de son agenda pour se prémunir contre des conflits ou incompatibilités dans la hiérarchisation, la pondération en temps et la planification des tâches à effectuer. De la même manière, l'utilisateur dispose des fonctionnalités de sa base de contacts au moment où il profite de celles de sa messagerie. Il dote ses correspondants de statuts différents ; il constitue des listes différenciées de distribution selon ce qu'il veut faire savoir, selon ceux qu'il veut ou non prendre à témoin d'une situation dans un texte, dans une image ou dans un contenu audiovisuel. Ces possibilités sont à rapprocher de ce que l'on faisait, il n'y a pas si longtemps, avec son agenda et son vieux carnet d'adresses. La mise à jour exigeait au mieux la gomme et le crayon, au pire la rature et la surcharge ; des outils-papier dont on ne pouvait partager que des photocopies jamais actualisées ; car la mise à jour des agendas exigeaient qu'on se réunisse physiquement ou qu'un tiers ait la charge d'interroger les protagonistes pour recenser leurs contraintes.

Un second exemple réside dans la quasi-instantanéité des principales fonctionnalités de l'édition de documents : le copier-coller et la duplication d'un contenu, le couper-coller et son déplacement ou encore l'insertion d'objets dans un contenu. Universellement présentes sur tous les postes de travail personnel ou d'échange relationnel, ces fonctionnalités sont autant de possibilités dont use et parfois abuse le rédacteur qui rédige un texte, le graphiste qui compose un document ou encore le chercheur qui structure un ensemble de données. Pouvoir, instantanément ou presque, insérer ou déplacer un paragraphe dans un texte, une image sur un prospectus, une ligne ou une colonne dans un tableau créent pour le moins des proximités ou des chronologies qui interrogent les auteurs des contenus ; mieux encore, ces proximités créent des complémentarités ou des oppositions pas toujours préméditées. En termes simples, pouvoir lors de l'édition d'un document non seulement s'affranchir de contraintes, mais bénéficier de telles facilités n'est évidemment pas sans effet sur la productivité des auteurs ou producteurs de contenus, mieux sur leur créativité ou leur inventivité.

Un troisième exemple est à rechercher dans l'interopérabilité des applications : les fonctionnalités divergent avec la multiplication des possibilités tandis que les normes convergent avec l'interopérabilité des applications. En d'autres termes, plus grandit le champ des possibles, plus l'utilisateur exige que ces derniers soient entre eux compatibles : pouvoir insérer dans un contenu édité sur un traitement de texte un schéma élaboré sur un outil de présentation, une répartition de données effectuée sur un tableur, une photo retouchée par traitement d'images, etc. Un tel niveau d'interopérabilité des applications oblige l'utilisateur à développer sa polyvalence technique. Pour maîtriser simultanément les applications de son poste de travail personnel et d'échange relationnel, l'utilisateur a dû se confronter à des logiques parfois similaires (traitement de texte et messagerie par exemple) et souvent très différentes (gestion d'activités individuelles et gestion d'un travail coopératif, par exemple).

Un autre exemple encore est à rechercher dans le faible coût et la rapidité du transfert de documents associé à la comparaison de documents ou la gestion des versions. Une analyse médiologique²¹ ayant pour objectif, au-delà de leur inventaire, de classer en performance (selon leurs propriétés) et en pertinence (selon leurs fonctionnalités) les différents medias montre que le transfert de documents est en soi un media qui se situe au plus haut niveau dans les deux classements. Pouvoir entre deux protagonistes s'envoyer, échanger et comparer, des documents se ramène à cette fonctionnalité qu'est le transfert de document ; une fonctionnalité dont aucun utilisateur des technologies ne saurait se passer que ce soit au moins pour transmettre un résultat et au plus pour partager, voire coproduire un contenu ; une fonctionnalité vite déterminante dans la réactivité d'un correspondant. Il suffit pour s'en convaincre là encore de se souvenir des contraintes d'espace et de temps dont on ne pouvait s'affranchir ; par exemple, les délais postaux dont il fallait tenir le plus grand compte au moment d'envoyer un document ou de diffuser sa dernière version.

Car au-delà du partage d'un contenu élaboré par son unique auteur qui l'envoie à plusieurs destinataires, il y a le partage de documents coproduits par les membres d'un même groupe de travail. Cette coproduction de contenus repose sur la coordination des travaux de chacun dans le groupe de travail, sur la synchronisation des plannings individuels au sein d'un planning collectif : qui fait quoi et rend à quelle date sa contribution au travail collectif ? Qui est attendu pour ce qu'il est peut-être le seul à pouvoir apporter ? Ce partage de documents coproduits, ce suivi du planning collectif du groupe de travail mobilisé sur un même projet constitue le dernier exemple dont il est bon de prendre conscience. Les outils du travail collaboratif ou de la conduite de projets ont radicalement transformé l'organisation du travail de groupe et l'animation du groupe de travail ; et ce, en les facilitant et parfois en les rendant tout simplement possibles. Pour le moins, ces outils ont qualitativement transformé la nature et quantitativement développé la productivité du travail coopératif.

Oui, les technologies de l'information et de la communication ont bien modifié les manières de produire des représentations évolutives. Représentation d'un propos, d'un point de vue individuel ou collectif, d'une situation stabilisée ou encore mouvante, d'un processus à piloter, d'un projet à conduire, etc. Des représentations produites par quelqu'un ou coproduites par quelques uns ; des représentations décrites dans un *verbatim*, illustrées par des images fixes ou animées, données à comprendre dans un schéma conceptuel, déclinées dans un diagramme ou régies par un jeu d'équations, par des algorithmes, etc. Oui, les technologies de l'information et de la communication pour être devenues celles de la Connaissance ont radicalement modifié les manières de voir et comprendre la réalité, les manières de s'organiser pour la transformer. Car mieux encore, elles ont aussi permis de donner à certaines de ces représentations le statut de modèle grâce auquel le comportement du réel devient prévisible. C'est l'objet de ce qui suit avec le troisième domaine d'applications, celui du développement des modèles prédictifs.

²¹ Il s'agit d'une analyse médiologique effectuée en 2008 à l'Institut de Recherche et d'Etudes en Prospective Postale (IREPP). Cette analyse recense les médias qui relèvent de l'**écrit** (affiche, brochure, livre, journal, lettre, etc.), du **dit** (annonce, spot, émission radiophonique, entretien téléphonique, etc.), du **dit & montré** (publicité télévisée, journal télévisé, document audio-visuel, etc.) et du **numérisé** (page web, document transféré, messagerie électronique, etc.).

3.2.5. Développer des modèles prédictifs

Décliné dans le tableau ci-dessous, Le troisième domaine est celui des applications utilisées pour développer des modèles prédictifs, c'est-à-dire pour **calculer**, **concevoir** et **simuler** quoi que ce soit. En d'autres termes il recense quelques-unes des applications permettant d'obtenir le résultat d'un calcul arithmétique ou mathématique, de concevoir des objets à partir de leurs représentations en 2D ou 3D, de mettre ces objets en situation et de « faire tourner » les modèles représentant des systèmes autrement plus complexes. Comme précédemment, ces trois catégories d'applications sont croisées avec les trois mêmes propriétés de tout système informatisé ou automatisé. Sont ainsi recensées bon nombre de possibilités dont bénéficient les utilisateurs pour développer des modèles prédictifs. En sont examinés quelques bons exemples.

Applications \ Propriétés		Rapidité d'exécution des tâches	Capacité d'organisation des contenus	Interactivité de l'assistance des utilisateurs
Simulation <i>(représentation du comportement d'un objet ou d'un système)</i> Modélisation <i>(prévision du comportement d'un objet ou d'un système)</i> Visualisation 2D/3D	Simuler	Visualisation • en temps réel • en accéléré/ralenti du comportement d'un objet/système Instantanéité du changement de perspective (rotation, retournement, symétrisation)	De la réalité à une représentation de la réalité Normalisation des interfaces homme-machine,	Droit à l'erreur : • simuler (essai virtuel) plutôt ... • ... qu'expérimenter (essai réel) Valeur ajoutée (des suites à donner) à la tâche demandée
Conception assistée <i>(détermination du comportement d'un objet ou d'un système)</i> Dessin assisté <i>(représentation d'un objet ou d'un système)</i> Solveur <i>(modification des données par ajustement du résultat)</i>	Concevoir	Génération quasi-instantanée du 3D à partir du 2D Génération automatisée des vues de l'intérieur à partir des vues de l'extérieur Génération automatisée des cotes d'un objet	Application de modèles Gestion : • des ensembles • des sous-ensembles Aide : • à la prise de décisions • au développement	Ajustement des objets : • calques de répartition • grilles de positionnement • accrochage-lissage Mise en relation des objets : • décaler/dupliquer • aligner/distribuer • grouper/dissocier
Tableur <i>(feuille de calcul)</i> Calcul formel <i>(résultat exact)</i> Calcul numérique <i>(résultat approché)</i>	Calculer	Quasi-simultanéité entre obtention et vérification du résultat Puissance de calcul : • localisée (centre de calcul) • répartie (réseau de calculateurs)	Intégration des résultats d'un calcul distribué (<i>Work Sharing</i>) entre des ressources : • réparties dans l'espace • asynchrones dans le temps	Réversibilité du passage des requêtes aux résultats Calcul plus fiable que l'expérimentation Calcul plus simple que le raisonnement

Les quatre premiers exemples portent sur les possibilités offertes par les applications du « calculer » : la quasi-simultanéité entre obtention et vérification d'un résultat, la réversibilité du passage des requêtes aux résultats, l'intégration des résultats d'un calcul partagé et surtout le calcul devenu plus fiable que l'expérimentation et plus accessible que le raisonnement.

Quasi-instantanée, l'obtention d'un résultat sur un ordinateur a lieu le plus souvent en même temps que sa vérification. Cette double performance d'instantanéité et de simultanéité de tout système informatique est mise à profit aussi bien dans le calcul formel que dans le calcul numérique ; dans le calcul formel qui vise sans l'atteindre l'exactitude du résultat par l'application d'une formule rigoureuse à une grandeur précise et dans le calcul numérique qui vise une vision approchée de la réalité par l'application d'un modèle approximatif à un ensemble de grandeurs. A cette double performance de tout système informatique s'ajoute la fonctionnalité de solveur disponible sur la plupart des tableurs et des logiciels de mathématiques : une fonctionnalité qui permet la réversibilité du passage des requêtes aux résultats ; c'est-à-dire la possibilité de voir l'effet sur les données d'une modification du résultat. Par exemple, en déplaçant un point d'une courbe, le solveur montre sur quelles données et dans quelle proportion agir pour modifier de la sorte l'allure de la courbe. On imagine aisément l'intérêt d'une telle fonctionnalité permettant au chercheur d'affiner les termes d'un problème à résoudre en y réinjectant une part de la solution ; une fonctionnalité qui, pour ne pas avoir toujours existé, a été déterminante dans le traitement quantitatif de données ou les développements mathématiques.

Quand on ne dispose pas d'un supercalculateur mais de l'accès à un très grand nombre d'ordinateurs en réseau, la résolution d'un problème complexe peut passer par le **Work Sharing**. Il s'agit d'un dispositif de calcul distribué qui utilise des ressources informatiques non seulement physiquement réparties dans l'espace et mais aussi asynchrones dans le temps. La puissance de calcul de centaines d'ordinateurs est partiellement mise à contribution pour fournir ensemble le temps-machine nécessaire : chaque ordinateur exécute une partie des calculs exigés par la résolution du problème posé. Ce qui est surdéterminant dans la mise en œuvre d'un tel dispositif, c'est moins la puissance de calcul des ordinateurs sollicités que l'efficacité du réseau qui ramène l'ensemble à seul et unique système. Pour l'utilisateur, la distribution du calcul reste le plus souvent cachée, voire totalement transparente. Souvent l'application utilisée a été développée pour tourner sur une machine unique à haute performance. Fort de la puissance de calcul mise à sa disposition, le concepteur du modèle mathématique ne travaille plus de la même façon dès lors qu'il est aujourd'hui soumis à moins de contraintes et surtout bien différentes qu'hier.

S'agissant toujours des applications du « calculer », il est une dernière possibilité qu'il est utile de citer ici. C'est celle dont on bénéficie singulièrement en recherche fondamentale. C'est celle offerte aux chercheurs qui disposent d'ordinateurs de plus en plus puissants pour faire tourner leurs modèles. Cette possibilité donnée aux chercheurs est emblématique d'un changement radical dans la manière pas seulement d'expérimenter, mais aussi de raisonner. Les performances des systèmes informatiques sont en effet telles qu'on hésite moins à multiplier les modèles mathématiques à tester pour en vérifier l'applicabilité ; une multiplication devenue déterminante sur le raisonnement. Tout se passe comme si simuler le réel sur un ordinateur était devenu plus sûr et aussi plus économique que l'expérimenter sur la paillasse du laboratoire. Pour le moins le chercheur dispose-t-il aujourd'hui d'une plus grande liberté à oser quand il multiplie les modèles à tester, quand il modifie sans contraintes les paramètres d'un même modèle, quand il explore les valeurs que peuvent y prendre de très nombreuses variables.

Après les possibilités du « calculer » viennent celles du « concevoir ». Les trois exemples suivants de possibilités sont celles dont disposent les utilisateurs pour dessiner ou représenter un système à concevoir. Il s'agit, dans un dessin ou schéma, de la mise en relation de plusieurs objets, de l'ajustement de ces objets les uns par rapport aux autres et de la génération automatisée de données ou de représentations à valeur ajoutée.

La mise en relation d'objets, c'est un ensemble de possibilités données au concepteur pour dupliquer ou décaler, aligner ou distribuer, grouper ou dissocier plusieurs objets constitutifs d'un système mécanique, électrique, électronique, architectural, ... plus ou moins complexe. La duplication permet la reproduction à l'identique d'un objet ou d'un ensemble d'objets ; cette reproduction conservant bien sûr les propriétés de l'objet dupliqué. L'ajustement des formes ou des objets constitutifs d'un dessin, ce sont d'abord des fonctionnalités d'accrochage des objets les uns aux autres et de lissage du contour d'un ensemble d'objets accrochés. Et ce sont ensuite des fonctionnalités de positionnement des objets selon la trame d'une grille ou dans différents calques. Ce second cas de positionnement des objets est plus ambitieux : des formes dessinées ou les composants d'un schéma sont répartis dans des couches transparentes empilées et contenant chacune une partie cohérente des éléments du dessin. Par exemple, pour représenter un système mécanique complexe, le concepteur identifie plusieurs sous-ensembles qu'il dessine chacun dans des calques différents. Il peut déplacer un sous-système porté par son calque, le modifier et le repositionner sans risque de porter atteinte à l'ensemble. Il peut aussi faire passer un élément ou un composant d'un calque à un autre. Il peut enfin dédier un calque à l'enregistrement de données telles que les cotes des pièces mécaniques ou les valeurs prises par certaines grandeurs dans le système, etc. Gestionnaire d'un empilement de calques, il peut en masquer certains ou au contraire les mettre en surbrillance ; il peut en verrouiller certains pour les sauvegarder ou au contraire les déverrouiller pour les soumettre à une même modification. Il peut aussi en modifier l'ordre et en regrouper certains pour leur attribuer les mêmes propriétés, leur appliquer les mêmes modifications, etc. Telles sont quelques unes des vertus de la mise en relation et de l'ajustement d'objets.

Autant de fonctionnalités basées sur la possibilité de traiter collectivement des objets, de leur appliquer instantanément des commandes identiques pour les aligner ou les distribuer dans une direction donnée, pour les regrouper en un objet unique ou au contraire les dissocier en objets indépendants. Devenues banales tant elles sont aujourd'hui évidentes, de telles possibilités n'ont pas fait qu'effacer des contraintes du travail sur la planche à dessin. Elles permettent au dessinateur d'intervenir sur une partie de son travail sans risque de porter atteinte à l'ensemble, de procéder par essais-erreurs, de tenter quelque chose qui s'avère erroné sans que cela nuise à sa productivité. Elles participent à la liberté de création du concepteur qui à tout moment peut « essayer » ; même si, au moment d'entériner un choix ou une décision, la méthode par essais-erreurs s'efface pour laisser place à la seule rigueur. Car la mise en relation et l'ajustement des objets s'expriment singulièrement dans la conception de systèmes complexes faits de multiples composants, qu'il s'agisse d'un dispositif mécanique, de l'architecture d'un bâtiment, d'un schéma électrique, du diagramme fonctionnel de blocs électroniques, etc. Il va de soi que de telles fonctionnalités qui mettent en relation des objets et les ajustent les uns aux autres augmentent bien sûr la productivité du concepteur, mais aussi favorisent sa capacité à identifier des sous-ensembles pertinents dans un ensemble cohérent, favorisent sa capacité à hiérarchiser ces sous-ensembles, à faire de certains des invariants, etc. Bref, autant de manières de faire dont était hier privé le concepteur seulement doté d'une planche à dessin et qui font aujourd'hui plus que simplement rationaliser son travail : elles en transforment radicalement le processus en évitant au concepteur de rendre compliqué ce qui n'est que ... complexe.

Parmi les possibilités du « concevoir », la dernière présentée ici est la génération automatisée de données ou de représentations à valeur ajoutée. C'est, par exemple, la génération automatisée des cotes d'un objet dessiné ; c'est aussi la génération automatisée de sa représentation en 3D à partir de ses vues en 2D ; c'est encore la génération automatisée des vues intérieures de l'objet à partir de ses vues extérieures. Il va de soi que de telles possibilités apportent une valeur ajoutée à la stricte représentation que produit le concepteur de l'objet conçu ; une valeur dite ajoutée parce que faite de données ou de représentations générées par le système. Ces données ou représentations ne font pas, en s'y ajoutant, qu'enrichir le travail du concepteur ; elles enrichissent le processus même de conception. S'il s'agit de cotes de pièces ou de valeurs prises par des grandeurs dans l'objet conçu, ces données alertent en temps réel le concepteur sur les conséquences de ses choix ou de ses décisions. S'il s'agit de vues en 3D de l'extérieur ou, mieux encore, de l'intérieur, ces représentations apportent au concepteur une perception enrichie de l'objet conçu, une vision qu'il pouvait imaginer, mais que le système de conception assistée propose dorénavant à son regard. Totalement absente sur une planche à dessin, une telle valeur ajoutée amplifie la capacité à aller au-delà de l'évidence. Le concepteur est à même de renverser des perspectives, d'envisager des solutions improbables ; ce en quoi il va au bout de son rôle de ... concepteur augmenté.

Après celles du « calculer » et du « concevoir », il reste à examiner quelques unes des possibilités du « simuler », celles offertes aux concepteurs et aux chercheurs amenés à développer des modèles prédictifs. Car, par définition, tout chercheur ou concepteur se doit de représenter le réel auquel il est confronté. Il doit en produire au moins une image pour le décrire et au plus un modèle pour en simuler le comportement. Nombreuses sont les représentations du réel qui, appartenant au formel, décrivent ce qu'il est. Et plus rares sont celles qui, appartenant au virtuel²², prédisent ce qu'il devient. Dans le premier cas, il s'agit de représentations qui toutes relèvent du formel parce que capables de dire le réel, de décrire ce qu'il est mais pas ce qu'il devient ou pourrait devenir. Ces représentations peuvent être statiques comme un schéma, un dessin, une photographie et un texte explicatif ou peuvent être dynamiques comme une séquence vidéo ou un film, commenté ou non et visualisé en temps réel, en accéléré ou au ralenti. Dans le second cas, il s'agit de tout autre chose. Il s'agit de représentations qui ont pris le statut de modèle et qui par conséquent relèvent du virtuel ; il s'agit de représentations devenues capables de simuler le comportement d'un objet ou d'un système et donc de dire ce qu'il devient ou peut devenir. Il existe plusieurs méthodes de modélisation qui vont de la réalisation d'une maquette ou d'un prototype à l'élaboration d'un jeu d'équations mathématiques. La maquette ou le prototype apporte au concepteur ou au chercheur une vision simplifiée, souvent à échelle réduite, mais toujours prédictive de la réalité. Par l'application sur ordinateur des principes du calcul matriciel, le jeu d'équations mathématiques propose au chercheur des comportements possibles que pourrait adopter la réalité. Il s'agit donc bien dans ce second cas d'une représentation faite de lignes de code, d'une représentation plus ambitieuse parce que capable, en « tournant » sur une machine, là aussi de dire le réel, mais au point d'en prévoir le comportement. On est plus confronté à la réalité mais à son modèle ; on est passé de la réalité observée à la réalité simulée. Le concepteur comme le chercheur choisit, pour maîtriser ou comprendre le réel, de simuler son comportement plutôt que de l'expérimenter en vraie grandeur sur la paillasse du laboratoire. Ce qui, s'il le fallait, en rajoute encore sur leur droit à l'erreur. S'il est des manières de faire considérablement modifiées par le recours à l'informatique, ce sont bien les manières d'essayer, c'est-à-dire les manières de calculer pour concevoir une réalité et de concevoir un modèle de cette réalité pour en simuler son comportement.

²² Ces trois notions de **réel**, de **formel** et de **virtuel** ont été clairement définies au paragraphe 2.1.3 sur **les fruits de la subjectivité** du chapitre 3 intitulé **Utilisation des technologies de la Connaissance**.

3.2.6. Piloter des systèmes physiques

Le tableau ci-dessous porte sur le dernier des quatre domaines d'applications utilisées, non plus pour savoir ou essayer, mais pour agir. Il s'agit d'applications conçues pour **mesurer, contrôler et exécuter** les gestes physiques d'un processus le plus souvent industriel ; trois catégories d'applications singulièrement mises en œuvre sur les systèmes flexibles comme des machines-outils ou des robots. **Mesurer** consiste à saisir des données à l'aide de capteurs pour atteindre, par exemple, une cote en fin d'usinage ou la position d'un outil à l'extrémité d'un bras manipulateur. Les capteurs relèvent les valeurs prises par différentes grandeurs physiques à l'intérieur du système (une dimension ou position dans un processus discontinu, une température ou pression dans un processus continu). A tout instant, le système compare ces valeurs relevées à des valeurs de référence ou valeurs-cibles enregistrées dans la représentation du résultat visé par le processus. **Contrôler** est ici pris dans le sens de piloter, de conduire le processus en déroulant un programme d'ordres à exécuter. C'est donc faire exécuter des gestes physiques par des actionneurs qui, par exemple, font du copeau sur une machine outils ou réalisent des points de soudure à l'extrémité d'un bras robotisé. Comme dans les trois précédents domaines, ces trois catégories d'applications sont croisées avec les mêmes propriétés de tout système informatisé ou automatisé : la rapidité d'exécution, la capacité d'organisation et l'interactivité de l'assistance des utilisateurs.

Propriétés		Rapidité d'exécution des tâches	Capacité d'organisation des contenus	Interactivité de l'assistance des utilisateurs
Applications				
Actionneurs physiques	Exécuter	Amplification des capacités physiques • en puissance et vitesse • en précision et reproductibilité	Maintien de la distance entre geste physique et physique du geste (réflex de l'étau)	Primauté de la fonction assurée sur la constitution de l'organe (comment cela fonctionne plus que comment cela est fait)
Exécution d'ordres				
Partie opérative	Contrôler	Amplification de capacités mentales D'un rapport physique à un rapport informationnel à la machine	Transfert à la machine de savoir-faire (des gestes physiques) détenus par l'utilisateur	Standardisation des méthodologies de développement en informatique et en automatique : • plus d'outils d'analyse, • plus d'outils d'aide à la prise de décision.
Programme de pilotage				
Partie commande	Mesurer	Amplification de capacités sensorielles Problème de la relation du sujet traitant à l'objet traité.	Transfert à la machine de savoirs (des représentations) détenus par l'utilisateur	Rédaction des écrans : • isomorphisme entre réalité et représentation de la réalité • rester au plus près de la représentation du processus à conduire
Acquisition de données				
Capteurs de saisie				

Sont ainsi recensées au sein du tableau ci-dessus quelques unes des possibilités dont bénéficient les utilisateurs de technologies ayant à piloter des systèmes physiques pour transformer de la matière le plus souvent en milieu industriel dans des ateliers de fabrication, mais aussi dans bien d'autres milieux comme la santé avec la chirurgie assistée ou la formation des pilotes d'avions avec les simulateurs.

La question posée reste la même pour ce quatrième et dernier domaine d'applications. Il s'agit de savoir si les utilisateurs de technologies pour agir modifient leurs manières d'agir ; si des possibilités recensées dans ce tableau les font s'y prendre différemment pour transformer de la matière. En d'autres termes, les systèmes automatisés flexibles tels que machines-outils, robots, convoyeurs ou chariots filoguidés n'ont-ils fait qu'amplifier les capacités physiques à exécuter, mentales à contrôler, ou sensorielles à mesurer ? La réponse est non car ils ont radicalement renouvelé la manière de concevoir la partie opérative des automatismes industriels ; là où des actionneurs physiques transforment de la matière et là où des capteurs de saisie de données renseignent le système sur la façon dont est transformée cette matière. Le recours aux technologies flexibles oblige les concepteurs de systèmes automatisés à lutter contre certains réflex, parfois naturels et souvent culturels, qui limitent le cadre de la réflexion et surtout le champ des solutions envisagées. Ce recours les conduit à adopter trois principes simples à énoncer et difficiles à mettre en œuvre : **s'affranchir de toute forme d'anthropomorphisme, s'affranchir du « réflex de l'étau » et bien séparer le geste physique de la physique du geste.**

Le concepteur ou le projeteur qui doit mécaniser puis automatiser un geste physique réalisé jusque là manuellement, doit *a priori* éviter de reproduire mécaniquement les mouvements de la main d'un opérateur sur son poste de travail encore manuel. Pour s'affranchir de toute forme d'anthropomorphisme, ce concepteur gagnera probablement à tout ignorer de la façon dont, jusque là, l'opérateur s'y prenait pour exécuter manuellement la tâche demandée.

Le « réflex de l'étau », c'est ce qui se passe lorsque le concepteur d'une machine automatisée doit faire intervenir un outil sur un objet à transformer. Dans ce cas pour le moins banal, le concepteur tend à oublier ou à ne pas voir qu'il peut déplacer l'objet par rapport à l'outil ; alors qu'il « se croit trop souvent obligé » d'immobiliser l'objet sur lequel, mobile, l'outil interviendra. C'est ce qui se passe quand, par exemple, à l'aide d'un système de positionnement [XY], on déplace une carte de circuit imprimé sous la tête d'insertion des composants électroniques.

Mais il est un plus grand changement encore dans la manière d'agir ou de transformer de la matière et donc dans la manière de piloter des systèmes physiques. C'est la distance que les concepteurs de systèmes automatisés ont appris à maintenir entre la physique du geste et le geste physique. L'exemple d'un robot de soudage électrique permet de bien comprendre ces notions et la différence qui existe entre elles deux. Le geste physique, c'est la trajectoire choisie pour amener la pince à souder dans la position requise par le point de soudage électrique à réaliser. La physique du geste, c'est la pression requise pour assurer la fermeture de la pince à souder et la densité de courant à maintenir durant l'impulsion électrique de soudage. Il est en effet devenu capital de ne pas confondre ces deux notions lors de la conception de la partie opérative constituée des actionneurs et des capteurs nécessaires à l'exécution d'un ou de plusieurs gestes physiques.

Une autre manière enfin dont a pu être transformée la manière d'agir des utilisateurs de technologies d'automatisation réside dans un double transfert qu'ils ont pu faire avec la machine au travers des programmes de pilotage. C'est d'abord le transfert à la machine de leurs savoir-faire pour exécuter des gestes physiques. Et c'est ensuite le transfert à la machine de leurs savoirs pour qu'elle « détienne » les représentations de la réalité à transformer et « sache » les interpréter.

Le transfert de savoir-faire de la main humaine à la machine s'est traduit par une bien plus grande précision et une bien plus grande régularité dans l'exécution du geste physique. La chirurgie assistée, l'usinage de pièces mécaniques ou l'assemblage automatisé des constituants d'un même objet en sont autant d'exemples dans des milieux différents.

Quant au transfert de savoirs du cerveau humain à la mémoire de la machine, il s'est traduit par une bien plus grande capacité d'intégration de données dans la production de représentations. La conception assistée (CAO), la standardisation des produits et des procédés (TGAO)²³, la gestion de production assistée (GPAO), etc. en sont là aussi de très bons exemples pris en milieu industriel.

De tels principes, de tels transferts amènent le concepteur de systèmes automatisés à s'interroger sur ce qui le relie à l'objet de sa conception. Avec la mécanisation des tâches, l'homme avait consenti à s'éloigner de l'objet fabriqué pour nouer et entretenir un lien physique avec sa machine. Avec l'automatisation des tâches, l'homme va devoir abandonner ce lien physique, s'éloigner d'une machine qui n'est plus la sienne dans la mesure où ce n'est plus lui qui, de ses mains, en assure la conduite; il n'a même plus à en connaître les caprices car ceux-ci ont disparu, à force de n'être plus tolérables par la commande automatisée. En fait, l'essentiel de son rôle consiste à déterminer et à contrôler un enchaînement de phases ou de séquences réalisées par des « boîtes noires » ; il lui faut accepter de ne pouvoir agir sur ces « boîtes noires » qu'au travers de ce qui y entre et de ce qui en sort. C'est ainsi que très largement et définitivement déchargé de l'effort physique, l'homme au travail s'est progressivement dessaisi de savoirs et savoir-faire maintenant intégrés par la machine.

D'où la nécessité pour les acteurs concernés de progresser vers des niveaux toujours plus élevés d'abstraction et par conséquent de changer la nature du regard qu'il porte sur les objets. C'est tout le problème de la relation du sujet traitant à l'objet traité. C'est tout le problème du concepteur qui doit élargir le cadre de sa réflexion et relativiser les résultats de son analyse face au problème à résoudre. On comprend ici l'intérêt des outils, des méthodes et autres formalismes utiles dans l'appréhension de cas de figures multiples ou dans la recherche et la formulation des solutions possibles. Ce sont ces méthodes qui, en structurant, sans l'enfermer, la démarche du concepteur, peuvent garantir le maintien d'une distance suffisante entre le concepteur d'un système et l'objet de sa conception.

²³ **Technologie de Groupes Assistée par Ordinateur** encore appelée Organisation Assistée de la Production par Groupements Analogiques

3.2.7. Synthèse : des machines qui modifient nos manières de savoir, d'essayer et d'agir

Ont été précédemment et successivement examiné les quatre domaines d'application des technologies d'informatisation et d'automatisation : celles utilisées pour disposer de contenus pertinents, celles utilisées pour produire des représentations évolutives, celles utilisées pour développer des modèles prédictifs et celles enfin pour piloter des systèmes physiques. Ce faisant, il s'agissait à l'intérieur de ces quatre domaines de tenter de répondre à la même question : en quoi l'usage de ces technologies pour faire transforment ou pas les manières de faire ?

Il s'agit maintenant de se reposer une dernière fois cette même question, mais sur un mode nécessairement plus conceptuel parce que voulu synthétique : **en quoi le recours aux technologies d'informatisation et d'automatisation pour savoir, essayer et agir modifie-t-il les manières de savoir, d'essayer et d'agir ?**

Le tableau de la page suivante reprend dans sa colonne de gauche les intitulés des quatre précédents domaines auxquels se substituent, dans les trois autres colonnes, les trois verbes « savoir », « essayer » et « agir ». Il s'agit des trois grands types d'usages précédemment énoncés²⁴ auxquels sont associées leurs méta-fonctionnalités :

- « rechercher, classer, relier » et « rédiger, composer, soumettre » pour « **savoir** »,
- « calculer, concevoir, simuler » pour « **essayer** »,
- « mesurer, contrôler, exécuter » pour « **agir** ».

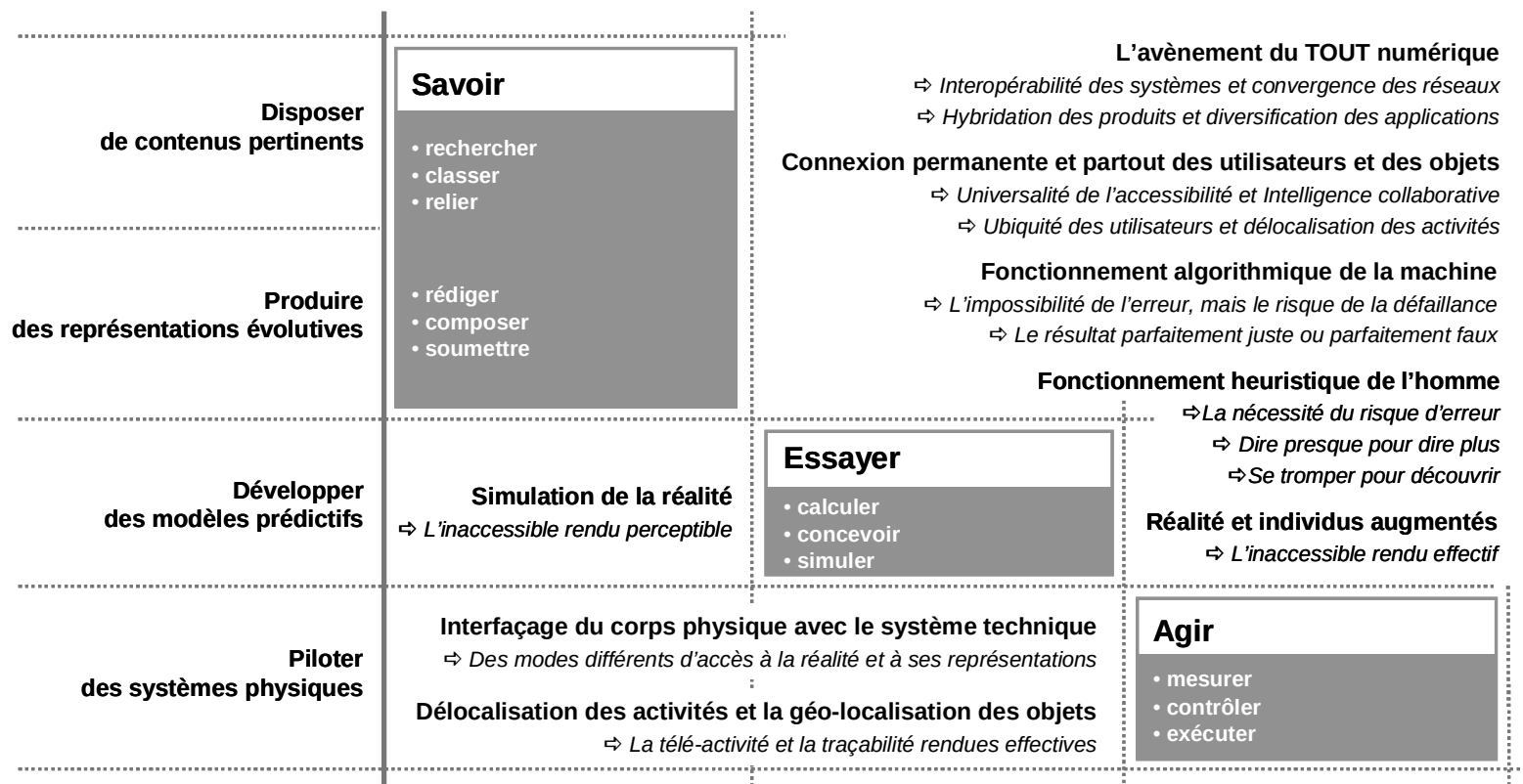
L'intérêt de ces trois grands types d'usages réside moins dans le choix des verbes « savoir », « essayer » et « agir » pour les désigner que dans l'identification des trois domaines²⁵ respectivement associés à chacun de ces trois verbes.

- Le domaine du **formel** est celui dans lequel « on sait ». C'est un domaine de nature nécessairement immatérielle qui recouvre rien de moins que l'ensemble des informations ou connaissances recherchées, produites, partagées, stockées ou gérées sur d'innombrables serveurs en réseau.
- Le domaine du **virtuel** est celui dans lequel « on essaye ». C'est un domaine qui, bien que de nature également immatérielle, se distingue du formel. C'est en effet celui dans lequel est simulée la réalité physique ; celui dans lequel est représenté ce qu'elle devient dans le temps. Le virtuel est donc le domaine des représentations de la réalité qui ont acquis le statut de modèles prédictifs. Ce sont des représentations numériques de la réalité qui, traitées par des calculateurs à haute performance, en prévoit le comportement.
- Le domaine du **réel** est celui dans lequel « on agit ». C'est un domaine de nature bien sûr matérielle parce que celui de la réalité physique elle-même ; une réalité qu'il s'agit de mesurer à l'aide de capteurs, de contrôler à l'aide d'automates et de transformer à l'aide d'actionneurs physiques.

Autour des trois verbes « savoir », essayer » et « agir », apparaissent dans le tableau qui suit des affirmations ou des faits qui tous résultent de l'avènement des technologies de l'informatique et de l'automatique. Plutôt que de tendances liées au développement de ces technologies, il s'agit davantage de ruptures liées à leur avènement. Ce sont quelques uns des changements radicaux dues à l'émergence de moyens nouveaux dont bénéficient les utilisateurs de technologies quand ils en inventent des usages jusque là inexistants.

²⁴ Voir le paragraphe 3.1.4 du présent chapitre

²⁵ Voir les paragraphes 2.1.3 **Les fruits de la subjectivité** et 2.2.2 **La machine au centre** du chapitre 3 intitulé : **Utilisation des technologies de la Connaissance**



D'abord pour **savoir**, les utilisateurs usent de technologies devenues celles de la Connaissance. Pour ce premier des trois grands types d'usages, ils bénéficient des vertus du TOUT numérique ; ce mode unique de traitement, de stockage et de transport des données qui a permis **l'interopérabilité des systèmes** et **la convergence des réseaux**, qui a favorisé **l'hybridation des produits** et **la diversification des applications**. Ainsi les utilisateurs accèdent-ils à des milliards de données, mieux à des ensembles de données suffisamment structurés pour être devenus des informations ; mieux encore, à des informations auxquelles, pour se les être appropriées, ils donnent le statut de connaissances²⁶. Le changement radical dans les manières de savoir, c'est **l'émergence de l'intelligence collaborative** : non seulement chacun trouve, à tout moment et en tous lieux, une réponse à la question qu'il se pose, mais chacun peut contribuer à tenir à jour un contenu dont, de plus, il est peut-être coproducteur.

²⁶ Voir les paragraphes 2.2.1 **Trois niveaux de contenus** et 2.2.2 **De la perception à l'interprétation** du chapitre 1 intitulé : **Choses, signes et êtres : une coévolution**

Cet accès aux contenus à tout instant et en tous lieux est à rapprocher de la connexion permanente et partout, non plus seulement des utilisateurs, mais aussi des objets : d'un côté, la totalité des contenus numérisés est stockée dans d'innombrables serveurs et de l'autre, ce sont des milliards d'objets qui sont connectés à ces serveurs dont la pérennité reste plus limitée que la capacité. Arrêtons-nous un instant sur ces objets connectés. Que sont-ils donc ?

Ce sont bien sûr, depuis qu'Internet existe, tous les terminaux ou ordinateurs et ce sont maintenant les tablettes et autres smartphones des utilisateurs. Mais ce ne sont ni ces terminaux, ni même les périphériques de ces terminaux qui doivent ici retenir l'attention. Un objet connecté, c'est plus largement tout objet technologique doté à tout instant et en tous lieux d'une connexion à Internet et donc capable d'en recevoir ou d'y envoyer des données ou de l'information. En voici quelques exemples.

- De l'environnement vers un système de traitement, c'est un capteur qui mesure une température ou un degré hygrométrique qu'il transmet, via Internet, à un système chargé d'intégrer cette donnée dans un dispositif de surveillance météorologique ; ou encore, c'est une montre qui transmet à tout instant le rythme cardiaque d'un joggeur à un système de surveillance médicale. On est là dans le domaine du savoir.
- Du système de traitement vers l'environnement, c'est un dispositif qui recueille sur Internet des prévisions météorologiques et qui déclenche en conséquence une action de protection des cultures sur le terrain. On est là dans le domaine de l'agir par le déclenchement à distance d'un acte physique.
- C'est aussi l'ensemble des objets mobiles dont la géo-localisation rend effective la traçabilité de leurs déplacements et dont le téléguidage autorise là aussi le déclenchement à distance d'un acte physique : on est là dans les domaines à la fois du savoir et de l'agir.

Mais revenons aux utilisateurs et à la façon dont s'exprime cette universalité de leur accès à Internet. C'est, comme pour les objets, ce que permet leur connexion permanente et partout au réseau des réseaux. Cette **universalité de l'accès à Internet** des utilisateurs s'exprime d'abord et avant tout, cela vient d'être dit, dans le premier des deux domaines immatériels, celui du **savoir** ; un domaine où chacun, redisons le, a la possibilité toujours et partout de savoir et de faire savoir, de voir et de donner à voir, de partager et de coproduire des contenus.

Ensuite le recours aux technologies de l'informatique a renouvelé les modes d'accès à la réalité pour la comprendre et la concevoir. C'est le second des deux domaines immatériels, celui de l'**essayer** ; un domaine dans lequel est donnée, sans doute pas à tous mais à quelques uns des utilisateurs, la possibilité de s'affranchir de la réalité en simulant son comportement. C'est probablement le domaine des adeptes de jeux vidéo en ligne ou pas. Mais c'est singulièrement celui des concepteurs et des chercheurs, celui des inventeurs de systèmes, des développeurs de modèles qui à tout moment ont besoin d'essayer. C'est un domaine qui, comme celui du savoir, permet aussi la délocalisation des activités, l'ubiquité des utilisateurs et l'intelligence collaborative. Et s'agissant des changements dans les manières de faire, c'est **l'inaccessible rendu perceptible** quand, par exemple, un concepteur observe de l'intérieur l'objet qu'il conçoit.

Enfin le recours aux technologies de l'automatique a renouvelé les modes d'intervention sur la réalité. C'est, dans le domaine matériel de l'**agir**, l'émergence de moyens nouveaux pour modifier ou transformer la réalité. C'est, par exemple, un système de neurochirurgie assistée qui accroît la précision des gestes du praticien ; ou, autre exemple, c'est un robot industriel qui garantit la qualité et la reproductibilité des points de soudure réalisés sur la carrosserie d'une automobile. C'est aussi l'écran d'un puissant ordinateur sur lequel un chercheur observe la simulation d'un

phénomène que le danger ou la dépense interdit de provoquer en vraie grandeur dans la réalité. C'est enfin, dernier exemple, un technicien du nucléaire qui a programmé ou téléguide l'intervention d'un robot dans une zone contaminée. C'est donc au total **l'inaccessible rendu effectif** dans le domaine de l'agir.

Cette transformation des modes d'accès au réel pour le comprendre, le concevoir et le modifier, ça n'est rien de moins que la problématique de la **réalité augmentée** et des **individus augmentés**. Puisque l'occasion nous en est donnée, arrêtons-nous un instant sur cette double problématique. De quoi s'agit-il ?

La réalité augmentée résulte du recours à des systèmes technologiques qui, en temps réel, superposent un ou des modèles virtuels à la perception naturelle de la réalité ; en d'autres termes, il s'agit fréquemment d'une incrustation d'images de synthèse dans des visions instantanées de la réalité, de la superposition d'images virtuelles aux images réelles. La réalité augmentée trouve sa pertinence chaque fois que l'on veut mettre « à peu de frais », « sans risque » ou « sans danger », des utilisateurs dans une situation proche de la réalité : c'est ce qui se passe dans les jeux vidéo, dans l'obtention d'effets spéciaux au cinéma, dans la formation sur simulateur des pilotes d'avions, des conducteurs d'engins ou de robots, dans l'entraînement des chirurgiens, etc.

En fait, ce n'est pas la réalité qui est augmentée par une technologie mais bien la perception qu'en a l'utilisateur de cette technologie. Le système apporte à l'utilisateur une vision du réel doté d'éléments qu'il ne peut voir naturellement : c'est l'individu augmenté à ne pas confondre avec l'individu réparé ou transformé, surtout s'il s'agit d'identifier, chez ces individus, des changements induits par le recours à des technologies qui restaurent ou amplifient leurs capacités ou, plus radicalement, leur confèrent des capacités qu'ils n'ont pas naturellement.

L'individu réparé, c'est celui dont, par exemple, un membre multi-fracturé a retrouvé son état antérieur après une intervention chirurgicale. L'individu transformé, c'est celui dont, par exemple, une hanche a été remplacée par une prothèse pour lui permettre de retrouver sa mobilité antérieure. La réparation et la transformation ont donc le même objectif d'un retour à la normalité : redonner à l'individu les capacités qu'il avait avant l'accident ou la maladie et en aucun cas amplifier des capacités qu'il avait ou le doter de capacités qu'il n'a pas.

Car l'individu augmenté, c'est bien celui que le recours à des technologies dote de capacités qu'il n'a pas naturellement ; et ce, selon des modes bien différents. Premier exemple, l'utilisateur d'un système de vision nocturne peut clairement discerner ce que naturellement il ne peut qu'à peine percevoir dans une quasi-obscurité. Second exemple, un logiciel de dessin assisté par ordinateur (DAO) permet au concepteur de « rentrer » dans l'objet qu'il dessine et donc de le voir de l'intérieur ; ce qu'il ne peut en aucun faire naturellement, si ce n'est par l'imagination. Et dernier exemple, un neurochirurgien assisté d'un système de positionnement de la tête de son patient et d'un bras robotisé voit la précision et la reproductibilité de ses gestes s'accroître considérablement. Dans le premier de ces trois exemples, l'utilisateur du système de vision nocturne est augmenté par amplification de ses capacités visuelles, par l'amplification de ses capacités de voir et donc de savoir. Dans le second exemple, le concepteur est augmenté par l'acquisition d'une capacité de perception de la réalité qu'il n'a pas naturellement et qui lui permet d'essayer. Et dans le troisième exemple, le neurochirurgien est augmenté par amplification de ses capacités gestuelles, donc d'agir. Au total, l'inaccessible est rendu perceptible pour « **savoir** » par la vision assistée et pour « **essayer** » par le dessin assisté. Et l'inaccessible est rendu effectif pour « **agir** » en neurochirurgie assistée. C'est tout le profit que tire un utilisateur de l'interfaçage de son corps physique avec une technologie avancée : il bénéficie de modes d'accès à la réalité et à ses représentations pour le moins très différents et surtout plus efficaces que le seul mode naturel.

Mais il est un dernier argument pour soutenir que ces machines à savoir, essayer et agir modifient bien les manières de savoir, d'essayer et d'agir de leurs utilisateurs. Et cet argument résume sans doute à lui seul tout ce qui a pu être dit précédemment. C'est, dans le recours aux technologies de l'informatique et de l'automatique, la rencontre de deux propriétés essentielles qu'ont respectivement les machines d'un côté et leurs utilisateurs de l'autre. C'est plus précisément la rencontre de deux fonctionnements : le **fonctionnement algorithmique** ou mécaniciste des machines et le **fonctionnement heuristique** du cerveau de leurs utilisateurs.

Un ordinateur fonctionne sur un mode algorithmique ; il ne fait rien d'autre que ce que lui impose de faire l'enchaînement des instructions d'un programme ou d'une application informatique²⁷. Du coup, l'erreur lui est impossible car, lorsqu'il y a, ça n'est pas que la machine « se trompe », mais qu'elle dysfonctionne. En d'autres termes, le résultat est parfaitement juste ou parfaitement faux. Toute erreur produite par un ordinateur ne peut être que le résultat d'un mauvais fonctionnement ou d'une panne. Et ce fonctionnement, aussi mécaniciste soit-il, non seulement n'empêche pas, mais rend possible les trois propriétés énoncées plus haut de tout système programmable informatisé ou automatisé : la rapidité d'exécution des tâches, la capacité d'organisation des contenus et l'interactivité dans l'assistance de ses utilisateurs.

Cependant l'homme, lui, ne fonctionne pas sur un mode algorithmique. Il fonctionne, ou du moins son cerveau, sur un mode heuristique. Qu'est-ce à dire ? A quiconque y est confronté, le réel apporte des éléments réputés objectifs, c'est-à-dire indépendants de son regard, de son écoute, etc. Mais à l'instant même où il les perçoit, l'homme applique sur ces éléments sa propre subjectivité. Fort de ce que lui « dit » le réel, l'homme s'en fait une représentation en aucun cas asservie aux seuls éléments que ces sens ont perçus. Bref, pour appréhender le réel, l'homme procède plus par association intuitive qu'enchaînement systématique des éléments recueillis. Car ces éléments, il les associe moins les uns par rapport autres qu'en fonction de ses expériences antérieures. Et ce qui est dit ici de l'appréhension de la réalité l'est également de sa compréhension : ce sont, chez tout être humain, les vertus de l'intuition, les vertus du fonctionnement autrement plus heuristique qu'analytique de son cerveau. Certes ce fonctionnement présente un risque, c'est à tout moment celui de se tromper. Mais c'est ce risque de l'erreur qui fait l'essentiel des performances du cerveau humain ; c'est sur cette « capacité à se tromper » que repose la suprématie du cerveau humain sur l'ordinateur, même si ce dernier restera à tout jamais capable de faire bien plus vite à défaut de faire mieux que le cerveau humain. Redisons le, ce qui fait la puissance du cerveau humain, machine neuronale par excellence, c'est qu'il dispose de **la souplesse risquée de la procédure heuristique** pour avoir « renoncé » à **la rigueur systématique de la procédure algorithmique**.

Mais en traitant vite d'énormes quantités d'informations ou en transformant avec précision d'énormes volumes de matières, les machines ne font pas que dispenser l'homme de tâches fastidieuses ; elles font ce qu'il n'a jamais fait et n'aurait jamais pu faire. Non, les machines ne sont pas que des amplificateurs de l'activité humaine ; elles ne sont donc pas que des moyens donnés à l'homme pour faire plus, mais des moyens lui ayant permis de faire mieux en faisant autre chose et surtout en le faisant autrement. Car les machines ont apporté à l'homme des effets jusque là inexistants, des résultats jusque là hors de portée. Fort de tels effets, de tels résultats, l'homme a su élargir considérablement la maîtrise de son environnement : aujourd'hui il sait, il essaye et il agit d'autant mieux qu'il le fait autrement. Il n'a plus besoin de détenir un savoir que la machine met à sa disposition. Il n'a plus besoin, pour tester une hypothèse, de la vérifier en vraie grandeur. Il n'a plus besoin d'améliorer encore et toujours ses gestes

²⁷ Cf. § 1.1.2 **Du TOUT algorithmique vers plus d'heuristique** au chapitre 1 intitulé **Choses, signes et êtres : une coévolution**

pour parvenir au résultat que lui garantit la machine. L'usage de systèmes informatisés et automatisés a bien modifié chez lui ses manières de savoir, d'essayer et d'agir.

Et pour finir de s'en convaincre, il est un dernier argument qui peut ici être évoqué comme un clin d'œil. Non seulement l'homme a vu se transformer ses manières de faire, mais son cerveau en vient à ne plus fonctionner de la même façon. De plus en plus soumis à l'usage de technologies informatiques et de télécommunications, le cerveau humain modifie sa structure ou son organisation. En effet, des spécialistes de l'imagerie cérébrale nous disent que des neurones se spécialisent dans la lecture sur écran versus celle sur papier. Cette manière qu'a le cerveau humain d'exprimer son adaptabilité et sa malléabilité en dit long sur les changements observés chez les utilisateurs de technologies dans leurs manières, répétons le une dernière fois, de savoir, d'essayer et d'agir.

3.2.8. Une affaire qui vient de loin ... et qui ira loin

Sans doute est-on aujourd'hui dans ce que d'aucuns appellent **l'ère de l'intelligence collaborative**. De quoi s'agit-il ? L'intelligence collaborative, c'est d'abord une forme d'intelligence collective qui fait qu'un groupe en sait plus et sait faire plus que la somme de ce que savent et savent faire ses différents membres. Une forme d'intelligence qui rend chacun fort de ce qu'à tout moment il reçoit des membres de sa communauté, qui rend chacun capable d'accomplir des tâches autrement plus complexes que ce qu'il peut faire seul. Mais l'intelligence collaborative n'est pas qu'une intelligence collective.

Car cette forme particulière d'intelligence collective ne résulte pas seulement des échanges au sein du groupe. Elle résulte surtout des effets de synergie entre ses membres qui confèrent au groupe des capacités cognitives. C'est donc une intelligence qui repose sur l'intensité des relations dans le groupe et singulièrement sur la possibilité donnée à chaque membre, non seulement de savoir, mais aussi de faire savoir et donc d'apporter sa contribution à une œuvre commune. C'est une intelligence qui de collective devient collaborative selon un processus qui n'est pas survenue par hasard au sein des communautés. C'est bien parce que les technologies de l'information et de la communication ont permis et intensifié les échanges entre les membres d'un collectif et pas seulement entre ce collectif et chacun de ses membres ; c'est bien parce que ces technologies ont donné à chacun l'accès aux contenus et, plus encore, permis le partage entre tous et la production par chacun de contenus. Pour autant, l'émergence aujourd'hui d'une intelligence collaborative est une affaire qui vient de loin et même de très loin. Car ça n'est jamais que l'étape la plus récente d'un long et lent processus qui démarre avec l'apparition de l'homme et dans lequel cinq ères y sont volontiers repérables telles qu'énoncées ci-dessous.

A l'ère des **sens** et du **stimulus**,
le réel est **manifesté** et **éprouvé**.

A l'ère de la **parole** et du **récit**,
le réel est **dit** et **conté**.

A l'ère de l'**écriture** et de la **logique**,
le réel est **décrit** et **expliqué**.

A l'ère de la **machine** et du **modèle**,
le réel est **simulé** et **prévu**.

A l'ère du **réseau** et l'**intelligence collaborative**,
le réel est **co-inventé** et **co-exécuté**.

La première ère est celle qui voit l'homme émerger de l'animalité. C'est **l'ère des sens et du stimulus**. Comme l'animal, l'homme fort de ses sens, perçoit son environnement : il a froid, il a chaud ; il se protège dans l'obscurité ou évolue en pleine lumière ; il voit ou entend ce qu'il redoute ou recherche ; il repère les traces laissées par ses proies ou ses prédateurs. Bref, il ressent la réalité qui l'entoure, une réalité qu'il affronte ou dont il profite, qui l'informe et qu'il commence à transformer, une réalité qui le renseigne en même temps qu'il y laisse son empreinte. En d'autres termes, l'homme éprouve le réel qui se manifeste à lui ; il en reçoit des stimuli et y laisse des traces qui vont devenir des signes ; des traces au travers desquelles il apprend à dire quelque chose à lui-même, à ses pairs et à son environnement.

La deuxième ère est donc celle qui voit l'homme laisser des traces intelligibles, émettre des sons devenus signifiants pour ses semblables. C'est **l'ère de la parole et du récit**. Sans doute auparavant procédait-il par gestes pour communiquer. Mais sans doute aussi a-t-il assez vite vérifié la plus grande efficacité des sons pour communiquer ; peut-être parce qu'avec le temps, il devenait pour lui plus facile de différencier, de distinguer des sons que des gestes. L'homme émet des phonèmes d'autant plus nombreux qu'il apprend à les prononcer distinctement pour les rendre intelligibles, c'est-à-dire porteurs d'une signification, donc d'une intention. Cette ère de la parole devient ainsi celle du récit car au fur et à mesure où progresse la capacité à dire, progresse corrélativement la richesse de ce qui est dit. Et cette aptitude au récit se développe moins pour dire dans l'instant que pour transmettre dans le temps : on se raconte des histoires qu'on se transmet de générations en générations. Point n'est encore besoin de l'écrit. Facilitée par la qualité du récit, par la scansion ou le rythme de ce qui est dit, facilitée aussi par le corps qui danse ou seulement se balance, la mémorisation suffit à la transmission d'un contenu. Point n'est encore besoin de l'écrit, le réel est conté ; il est dit au travers d'histoires, de figures métaphoriques qui le raconte sans encore chercher à le décrire et pouvoir l'expliquer.

La troisième est **l'ère de l'écriture et de la logique**. C'est l'ère au cours de laquelle l'homme ne se « raconte » plus des histoires pour dire le réel, mais se dote d'un langage pour le décrire et apprend à raisonner. C'est l'ère au cours de laquelle l'homme crée des symboles graphiques en même temps qu'il apprend à les tracer. C'est donc un retour aux gestes signifiants non plus par ce qu'ils sont mais par ce qu'ils font, par ce qu'ils tracent ou représentent sur un support : la main de l'homme dessine des scènes qui s'épurent et deviennent des symboles graphiques en écho aux sons émis, aux phonèmes prononcés et à la parole dite. L'écriture apparaît et, parce qu'elle s'enrichit et se perfectionne, elle rend possible l'émergence du raisonnement logique. Le réel n'a plus besoin d'être conté dans des paraboles pour être dit. Il est dorénavant décrit, prêt à être compris et expliqué. Telle qu'elle émerge, l'écriture n'est rien de moins qu'un système de représentation fait d'un ensemble de composants, le vocabulaire, et d'un ensemble de mécanismes, la grammaire ; c'est un système de communication grâce auquel l'homme va pouvoir s'affranchir du conte pour dire ce qui est, grâce auquel il ne va pas seulement dire le réel, mais le décrire et l'expliquer. Mieux encore, grâce à l'écriture, l'homme s'affranchit de l'obligation de mémoriser. Il peut dorénavant laisser une trace de son discours, transmettre sa représentation et sa compréhension du réel sans devoir être là pour le faire. L'homme sort de la préhistoire pour rentrer dans l'histoire.

La quatrième est **l'ère de la machine et du modèle**. C'est l'ère au cours de laquelle l'homme dispose de machines non plus seulement pour transformer le réel²⁸, mais aussi pour le simuler à partir de représentations qui ont pris le statut de modèle²⁹. Fort de telles représentations et de systèmes pour les faire « tourner », l'homme a acquis les moyens de prévoir le comportement d'une réalité complexe. Mais pour en arriver là, il a fallu que s'opèrent deux développements absolument prodigieux, l'un sur l'écriture et l'autre sur les automates. Le premier produit des formalismes mathématiques et logiques capables de modéliser le réel et le second produit des technologies capables de « supporter » de tels modèles. Parce que le réel est simulé, point n'est besoin de le tester en vraie grandeur pour en prévoir le comportement. Il suffit d'observer ce que « dit » du réel la machine à partir de son modèle ; il suffit d'enregistrer les résultats donnés par une machine qui calcule à tout instant l'état simulé du réel et actualise dans un temps accéléré ou ralenti les résultats de ce calcul. L'homme peut dorénavant voir une réalité advenir. Il peut ainsi

²⁸ Cf. § 3.2.6 : **Piloter des systèmes physiques**

²⁹ Cf. § 3.2.5 : **Développer des modèles prédictifs**

voir ce que devient dans le virtuel un système complexe selon les conditions initiales qu'il a déterminées. Il peut donc et peut-être surtout connaître les conséquences dans le réel de ce dont il a été « informé » dans le virtuel.

Enfin vient l'ère dans laquelle se trouve aujourd'hui l'humanité, **l'ère du réseau et de l'intelligence collaborative** telle que définie au début du présent paragraphe. C'est l'ère dans laquelle se trouve aujourd'hui l'humanité. C'est d'abord l'ère qui apporte à chacun les moyens de tout savoir et faire savoir, les moyens de contribuer à une œuvre commune d'où qu'il soit et à tout moment. Ces moyens sont au nombre de quatre.

- Le **Big Data** : on produit aujourd'hui en un an plus de données qu'on a pu en produire en dix car on dispose aujourd'hui, dans d'immenses centres de données ou Data Centers, des serveurs permettant à chacun d'y stocker ses données personnelles et surtout de les retrouver.
- Le **Cloud** : plutôt que de se doter de ressources propriétaires, on accède à des ressources partagées tenues à disposition dans ces centres de données. Très gros consommateurs d'énergie, ces Data Centers fournissent des ressources technologiques et hébergent des contenus culturels. Ce sont les ressources dont chacun dispose pour traiter ses données personnelles, interagir avec autrui ou accéder à des données institutionnelles.
- Les **outils de la mobilité** : grâce aux terminaux portables et aux réseaux mobiles, on accède à tout instant et en tout lieu à ces contenants technologiques et contenus culturels ; on est parfaitement localisé en même temps que guidé pour aller d'un point à un autre à la surface de la terre, y repérer ou obtenir ce dont on a besoin.
- Les **réseaux sociaux** : on interagit à tout instant et en tout lieu d'abord avec autrui ($i \leftrightarrow j$) au sein ou en dehors de sa communauté d'appartenance ; on interagit ensuite avec des institutions ($i \leftrightarrow n$), qu'il s'agisse d'institutions privées ou d'entreprises en tant que membre, client ou prestataire ou qu'il s'agisse d'institutions publiques ou de l'Etat en tant que citoyen, allocataire ou contribuable.

Mais n'oublions pas que cette ère du réseau et de l'intelligence collaborative vient après celle de la machine et du modèle. Elle vient après que l'homme ait acquis, avec l'avènement de l'informatique et de l'automatique, les moyens, pas seulement de savoir, mais aussi d'essayer et d'agir. Cette ère du réseau et de l'intelligence collaborative est donc celle au cours de laquelle l'homme n'apprend plus seulement à contribuer à une œuvre commune, mais plus largement à co-inventer et co-exécuter le réel. Si l'existence de tels moyens a été la condition nécessaire à l'émergence d'une intelligence collaborative, elle n'en a évidemment pas été la condition suffisante. Car l'intelligence collaborative n'est pas née de rien ; elle s'est enracinée sur le terreau de la conscience collective dont s'est progressivement dotée l'humanité à partir des grandes découvertes du XV^{ème} au XVII^{ème} siècle, c'est-à-dire plusieurs siècles avant les récents développements de l'informatique et de l'automatique. Rendu possible par ce développement technologique, l'émergence aujourd'hui de l'intelligence collaborative prolonge celle de la conscience collective d'hier désignée sous le terme de « noosphère » par Pierre Teilhard de Chardin³⁰, jésuite français, à la fois géologue, paléontologue, philosophe et théologien. Introduit par ce dernier au début des années vingt, ce concept est redevenu à la mode avec l'apparition des moyens précédemment cités. Ce concept, c'est délibérément que nous choisissons de le privilégier ici pour sa puissance à l'appui de notre réflexion.

³⁰ Pierre Teilhard de Chardin est né le 1er mai 1881 à Orcines en France et il est décédé le 10 avril 1955 à New York aux Etats-Unis. Il est l'auteur d'une œuvre considérable dans laquelle il trace l'histoire de l'Univers depuis la pré-vie jusqu'à la Terre finale, en intégrant les connaissances de son époque, notamment en mécanique quantique et en thermodynamique. Il ajoute à l'axe de l'espace, entre infiniment petit et infiniment grand, et à l'axe du temps, celui de la complexité en organisation croissante. Il observe, au plus haut niveau de complexité, l'émergence du système nerveux de l'humanité, l'émergence de la spiritualité humaine à son plus haut degré d'organisation.

3.2.9. Données, informations, connaissances et ... valeurs

Parvenu au terme du présent chapitre sur le sens de l'usage des technologies de la Connaissance, arrêtons-nous sur ce concept de « noosphère » et sa capacité à donner du sens à l'aventure humaine et à ce qu'elle produit.

Pour Pierre Teilhard de Chardin, l'évolution du cosmos a connu plusieurs paliers successifs : l'avènement de la matière organisée : c'est l'émergence de la « lithosphère » ; l'avènement de la vie : c'est l'émergence de la « biosphère » ; l'avènement de l'humanité : c'est l'émergence de la « sociosphère ». Sous ce dernier terme, Teilhard désigne le tissu des relations entre les êtres et les groupes humains ; des relations faites plus souvent d'affrontement que de solidarité. Et dès lors qu'ils se multiplient et se répandent à la surface d'une terre géographiquement limitée, les humains se rencontrent, se supportent, s'affrontent et, pour le moins, se resserrent les uns sur les autres. Cette densification des populations sur une terre totalement explorée amène l'humanité à comprendre qu'elle occupe un espace limité, qu'elle réside dans son village planétaire. Et dès 1922, Teilhard désigne sous le terme de « planétisation » ce processus d'évolution qu'un autre fait tout aussi important que la croissance démographique va venir étayer trente à quarante ans après sa mort : la conquête spatiale. Car l'homme prend à ce moment-là conscience que ça n'est pas un village planétaire qu'il habite, mais un vaisseau spatial ; un vaisseau dont il n'a certes pas déterminé le plan de vol, mais dont il a le pouvoir de provoquer le naufrage. Ce fait qu'ignorait Teilhard a pour le moins favorisé, certes encore trop timidement, l'émergence d'une conscience collective que Teilhard désigne sous le terme de la « noosphère ». Il s'agit de l'ultime enveloppe d'un système gigogne qui recouvre la « sociosphère » des humains, la « biosphère » des espèces vivantes et la « lithosphère » des éléments minéraux.

Mais ça n'est pas tout, car il est un dernier fait que ne pouvait qu'ignorer le concepteur de la « noosphère » : c'est, moins de cinquante ans plus tard, l'avènement d'Internet. Aujourd'hui désigné sous le terme de mondialisation, la « planétisation » de Teilhard s'est accélérée par la densification informationnelle du réseau des réseaux qui s'ajoute à la densification physique de l'humanité. Pour avoir installé l'humanité dans l'ère d'Internet, cette densification informationnelle a eu pour principales étapes :

- à la fin des années 50, l'utilisation du premier modem : les ordinateurs ne sont plus des machines isolées ; ils communiquent dorénavant entre eux en utilisant le réseau téléphonique existant³¹ ;
- durant les années 60, la mise sur orbite basse des premiers satellites de communication, puis celle sur orbite haute des premiers satellites géostationnaires ;
- à la fin des années 60, la création du réseau Arpanet, l'embryon d'Internet, entre l'université de Californie et le Stanford Research Institute ;
- durant les années 80, l'élaboration et la consolidation des normes et protocoles d'Internet et la naissance au CERN du Web bientôt dénommé World Wide Web ou 3W ;
- durant les années 90, l'accès massif du grand public à Internet ;
- courant 95, la création par Digital Equipment d'AltaVista, le premier moteur de recherche et, fin 98, la naissance de Google dont le moteur de recherche sera très vite en situation quasi monopolistique.

Ces étapes franchies, ça n'est plus seulement à l'émergence d'une conscience collective que l'on assiste, mais bien au développement, au sein de l'humanité, d'une intelligence collaborative. Le démarrage, dès la fin du 20^{ème} siècle,

³¹ Il s'agit du Réseau Téléphonique Commuté (RTC) dont le débit est encore extrêmement faible : quelques centaines de bits par seconde.

de projets coopératifs de plus en plus ambitieux en est la meilleure preuve. Initialement engagés dans une logique non marchande, ces projets ont été et sont encore conduits dans le cadre de partenariats et de consortiums regroupant des entités aux statuts très différents : universités, centres de recherche, entreprises, partenaires publics et privés. C'est ainsi, par exemple, qu'a pu se faire le passage, de l'an 2000 pour les ordinateurs du monde entier. C'est ainsi, autres exemples, que continuent de se réaliser :

- la coproduction des articles de Wikipédia, une encyclopédie planétaire ;
- la production de logiciels libres, avec obligation d'un total partage des résultats ;
- le calcul distribué entre des milliers d'ordinateurs de par le monde ;
- l'auto-régulation des forums et réseaux sociaux, là où s'échange l'information ;
- le crowdfunding ou financement participatif qui transforme les manières de donner, de prêter, ou d'emprunter ;
- etc.

Le rappel de tels faits suffit à comprendre que Pierre Teilhard de Chardin puisse aujourd'hui être considéré comme l'un des penseurs de ce qu'il n'a pu connaître : Internet. Véritable système nerveux de l'humanité annoncé par Teilhard sous le terme de « noosphère », le réseau des réseaux n'est rien de moins que la mise en cohérence de systèmes à la fois matériels et immatériels, rien de moins d'abord qu'un ensemble physique de mailles et de nœuds, de câbles et de machines ; rien de moins ensuite qu'un ensemble informationnel et universel de normes et de protocoles ; rien de moins enfin que l'aboutissement de découvertes et d'inventions apparues sur un mode progressif au fil des siècles et sur un mode accéléré au siècle dernier :

- l'écriture apparue au V^{ème} millénaire avant J.-C. : la mémorisation n'est plus limitée par l'espérance de vie ;
- l'imprimerie inventée par Gutenberg au milieu du XIII^{ème} siècle : la Bible est le premier livre imprimé ;
- la rotative développée durant le XIX^{ème} siècle : l'information va pouvoir massivement diffuser ;
- la couverture planétaire du réseau téléphonique entre la fin du XIX^{ème} et le début du XX^{ème} siècle ;
- la généralisation de la radiodiffusion durant la première moitié du XX^{ème} siècle ;
- la naissance d'Internet, le réseau des réseaux, à la fin du XX^{ème} siècle ;
- la connexion à Internet, en ce début du XXI^{ème} siècle, de tous les terminaux, d'innombrables objets et de leurs utilisateurs.

Cette suite chronologique est une suite de faits historiques. Elle recouvre les trois dernières des cinq ères déclinées au précédent paragraphe :

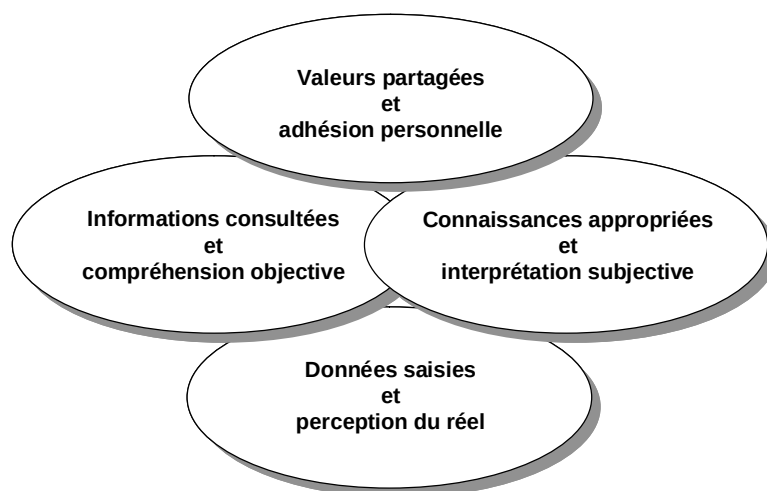
- l'ère des sens et du stimulus,
- l'ère de la parole et du récit,
- l'ère de l'écriture et de la logique,
- l'ère de la machine et du modèle,
- l'ère du réseau et de l'intelligence collaborative.

Ces cinq ères ne constituent pas des faits historiques, mais des étapes expliquant le même processus évolutif. Qu'on s'appuie sur l'une ou l'autre de ces deux chronologies, on ne peut qu'en constater l'extraordinaire accélération. Pour avoir tenté de comprendre ce qui s'est passé depuis l'apparition de l'homme, il se pourrait bien qu'une réflexion sur l'usage de technologies de la Connaissance conduise à prolonger la courbe de cette évolution.

En effet, les cinquante dernières années de ce très long processus sont celles du développement des technologies de l'information et de la communication. Ces cinquante dernières années ont apporté à chacun les moyens d'accéder au réel en y saisissant des données, d'accéder au formel en y consultant ou y déposant des informations, d'accéder à la « noosphère » en s'y appropriant ou y apportant des connaissances, et enfin maintenant de se solidariser en y partageant ou en y promouvant des valeurs. Ce sont là les quatre temps d'un même processus cognitif :

- la réalité est observée et des données y sont saisies ; c'est le temps de la perception réelle ;
- la réalité est comprise en consultant les informations qui la représentent : c'est le temps de la compréhension objective ;
- la représentation de la réalité est interprétée en s'appropriant les connaissances requises pour la comprendre : c'est le temps de l'interprétation subjective ;
- l'interprétation de la représentation est défendue ou promue au travers de valeurs portées par la personne : c'est le temps de l'adhésion personnelle.

C'est ainsi qu'aux trois temps de la **perception du réel**, de sa **compréhension objective** et de son **interprétation subjective** s'est ajouté un quatrième temps : celui de l'**adhésion personnelle**. C'est le temps qui voit le statut des contenus culturels atteindre le niveau le plus élevé : celui des valeurs acceptées avant d'être partagées par chacun.



Le schéma qui précède résume la façon dont **l'usage de technologies** :

- **enrichit le statut des contenus** : de données en informations, d'informations en connaissances et de connaissances en valeurs ;
- **restaure la subjectivité des utilisateurs** : de la perception à la compréhension, de la compréhension à l'interprétation, de l'interprétation à l'adhésion et de l'adhésion à la promotion d'un contenu.

Dès qu'ils ont pu non seulement consulter mais aussi déposer et produire des contenus sur le Web, les utilisateurs des technologies sont devenus des contributeurs, mieux des coproducteurs. Car avec l'arrivée dans les années 2005 à 2010 du Web 2.0, les utilisateurs ont bénéficié de fonctionnalités d'interactivité : de fantastique **moyen pour savoir**, le Web est devenu un redoutable **moyen pour faire savoir**. Chacun à tout instant donne à voir sur sa personne, donne à savoir sur ce qu'il dit ou fait, ce qu'il croit ou pense, ce qu'il défend ou promeut. Dorénavant les internautes échangent ou partagent certains contenus, interagissent sur d'autres, font connaître leurs points de vue, s'interpellent entre eux, manifestent leur soutien ou leur désapprobation, ... Utilisateurs de contenants technologiques, les internautes ne sont donc **plus seulement des consommateurs mais des producteurs de contenus**. Dans l'anonymat ou à visage découvert, les utilisateurs ne sont **plus seulement les soutiens, mais les promoteurs de points de vue**, plus seulement les émetteurs, mais les défenseurs d'idées, voire de valeurs ; et ce, qu'il s'agisse du meilleur ou du pire, quelle que soit la richesse ou la pauvreté de ce qui est soutenu ou promu. Traités, stockés et transportés par les contenants technologiques, les contenus ont vu leur statut progresser : de données en informations, d'informations en connaissances et de connaissances en valeurs, ils ont définitivement atteint le statut de contenus culturels.

4. Synthèse : des invariants dans une évolution

Ici s'achève cette longue recherche d'un sens à donner à l'usage de technologies devenues celles de la Connaissance. Ici s'achève un travail qui, poursuivant cette quête de sens, a repéré de nombreux invariants dans l'évolution dont sont l'objet ces technologies. Evidemment sans fin, cette évolution se poursuit en laissant derrière elle des solutions restées sans problème, en poussant devant elle des solutions ayant trouvé, voire généré leur problème et en maintenant dans le temps des solutions restées pertinentes par leurs fonctionnalités. Sous forme, non d'une conclusion sur un devenir, mais d'une synthèse du travail accompli, est ici proposé, sous la forme d'un simple inventaire, une récapitulation des invariants mis à jour.

Sur les contenants technologiques

- Trois types de technologies :
 - de **traitement** : puissance de calcul et interopérabilité des systèmes,
 - de **support** : capacité de stockage et compatibilité des formats,
 - de **transport** : vitesse de transfert et convergence des réseaux.
- Deux types de postes individuels :
 - le **PC ou Personal Computer** : l'utilisateur possède toutes les ressources dont il peut avoir besoin,
 - le **NC ou Network Computer** : l'utilisateur accède sur un serveur aux ressources dont il a besoin.
- Deux types d'utilisation du poste individuel :
 - comme **poste de travail personnel** pour exploiter ou produire des contenus,
 - comme **poste d'échange relationnel** pour accéder à des contenus ou les mettre en réseau.

Sur les contenus culturels

- Trois niveaux de contenus :
 - les **données** qui se suffisent à elles-mêmes,
 - les **informations** qui sont des données traitées,
 - les **connaissances** qui sont des informations appropriées.

Sur l'utilisation d'un terminal ou poste individuel

- Le **modèle JITOL**³² qui intègre toutes les applications du « savoir » et du « faire savoir » en croisant :
 - les domaines public et privé où sont respectivement mis à disposition et acquis des contenus,
 - avec ceux de la cognition et de la transaction où sont respectivement traités et partagés des contenus ;et qui répartit ces applications dans quatre catégories :
 - la **consultation** par tous de contenus non-modifiables,
 - l'**appropriation** par chacun de contenus modifiables,
 - le **partage collectif** de contenus personnels,
 - l'**échange interpersonnel** de contenus confidentiels.
- La matrice spatio-temporelle qui croise :
 - des interactions de **présence locale ou à distance dans l'espace**,
 - avec des interactions **en temps réel ou en temps différé**.

³² Just In Time Open Learning

Sur l'architecture des systèmes : un modèle devenu universel

- Un cadre théorique qui réunit réalité physique (ou matérielle) et « idéalité » informationnelle (ou immatérielle) :
 - les trois domaines d'appréhension et de compréhension de la réalité : **réel**, **formel** et **virtuel**,
 - les deux statuts du sujet : **observant** la réalité ou **interprétant** ses représentations,
 - les quatre statuts de l'objet : **observé** (dans le réel) ou **simulé** (dans le virtuel), **représenté** ou **modélisé** (dans le formel).
- Un modèle universel d'architecture centré sur le **virtuel** (système informatisé et/ou automatisé) interagissant :
 - avec l'**utilisateur** (sujet) du système *via* des méta-fonctionnalités de perception et de stimulation,
 - avec le **réel** (monde physique) *via* des méta-fonctionnalités de saisie et d'exécution,
 - avec le **formel** (univers informationnel) *via* des méta-fonctionnalités de mise à disposition et d'acquisition.

Sur le classement des applications des technologies : trois typologies

- Une 1^{ère} typologie des applications selon les deux statuts que prend tout terminal ou poste individuel :
 - le **poste de travail personnel** sur lequel **un résultat est produit** à l'aide d'applications :
 - o d'élaboration, de mise en forme et de stockage de contenus,
 - o d'assistance à l'élaboration et de vérification de solutions avant mise en œuvre,
 - o de programmation de systèmes automatisés et de pilotage de processus physiques ;
 - le **poste d'échange relationnel** sur lequel **un résultat est partagé** à l'aide d'applications :
 - o d'accès public ou privé à des contenus,
 - o d'échanges privés entre des personnes,
 - o d'expression publique ou privée de positions ou de décisions.
- Une 2^{ème} typologie des applications selon quatre types d'utilisations entre univers informationnel et monde physique :
 - rechercher, classer et relier pour **disposer de contenus pertinents**,
 - rédiger, composer et soumettre pour **produire des représentations évolutives**,
 - calculer, concevoir et simuler pour **développer des modèles prédictifs**,
 - mesurer, contrôler et exécuter pour **piloter des systèmes physiques**.
- Une 3^{ème} typologie des applications selon trois types d'usages pour comprendre, simuler et transformer la réalité :
 - **savoir** dans le **formel**,
 - **essayer** dans le **virtuel**,
 - **agir** dans le **réel**.

Dans l'utilisation des technologies pour traiter du savoir ou des connaissances

- Deux modes de mise à disposition et d'acquisition des connaissances :
 - l'**ingénierie de la connaissance**,
 - l'**ingénierie de la formation** ;
- Deux modes de **représentation** et d'**organisation des connaissances** :
 - les **logiques formelles**,
 - les **réseaux sémantiques** ;
- Internet : le moyen universel d'accès aux connaissances :
 - des **normes** et des **protocoles** de transaction,
 - un **système intégré** de navigation et de requêtes,
 - des **agents intelligents** : moteurs de recherche, générateurs de profils (Pull) et promoteurs d'offres (Push).

Dans l'utilisation des technologies pour traiter du savoir ou des connaissances (suite et fin)

- Mise en réseau et exploitation des connaissances
 - Deux types d'opérateurs de réseaux :
 - o **distributeurs de supports** : une présence territoriale et des flux discontinus d'objets,
 - o **diffuseurs de contenus** : une couverture territoriale et des flux continus d'informations ;
 - Un modèle d'intelligence collaborative :
 - o **trois statuts d'utilisateurs** : internaute, contributeur et auteur,
 - o **quatre types d'utilisations** : consultation, modification, production et promotion de contenus,
 - o **quatre méta-fonctionnalités** : accès aux contenus, formulation d'avis, reformulation et production de contenus.

5. Et s'il fallait conclure

Fortes de leurs puissance de calcul, capacité de stockage et vitesse de transfert, les technologies de l'information et de la communication ont rendu possible la connexion permanente et partout des utilisateurs et des objets. L'interopérabilité de fonctionnalités et d'applications, l'interopérabilité de systèmes et de réseaux ont donné naissance à une industrie d'intégration, à un marché d'extensions et à une société de réseaux. Ainsi ces technologies ont-elles permis la délocalisation des activités et la géo-localisation des êtres et des objets ; ainsi ont-elles considérablement favorisé la dématérialisation du commerce et la mondialisation des services ; ainsi ont-elles rendu possible l'avènement quasi-simultané du Big Data, du Cloud, de la mobilité et des réseaux sociaux.

En attendant la symbiose des fonctionnements algorithmique de l'ordinateur et heuristique du cerveau humain, des machines rendent d'ores et déjà possible leur interfaçage avec le corps physique de l'utilisateur. Elles rendent possible la simulation de la réalité, mieux encore « l'augmentation » de la réalité : la simulation pour rendre perceptible l'inaccessible, l'augmentation pour le rendre effectif.

Mais chacun, pour le meilleur comme pour le pire, a les moyens à tout moment et en tout lieu d'accéder à des informations ayant atteint le statut de contenus culturels, de trouver réponse à ses questions et d'obtenir l'information qu'il juge pertinente. Chacun a d'ores et déjà les moyens d'être mis en relation avec autrui sans contraintes ni d'espace, ni de temps, ni même d'institutions. Ainsi chacun a les moyens d'exister dans des réseaux sociaux dont la réactivité supplante l'efficacité des institutions publiques ou privés. Bref, chacun a aujourd'hui les moyens de savoir, de faire savoir et de donner à voir dans l'anonymat ou à visage découvert.

Ce faisant, chacun conserve, ne l'oublions pas, la possibilité de choisir entre individualisme forcené et subjectivité restaurée. C'est l'individualisme puis l'isolement qui peut amener quelqu'un ou quelques uns à faire des technologies un usage avilissant, voire une addiction. C'est au contraire leur subjectivité restaurée qui conduira les mêmes à user de ces moyens pour s'approprier des éléments du savoir universel et promouvoir dans l'autre sens ce qu'ils ont de mieux à faire savoir ou donner à voir. C'est en lieu et place de toute forme d'individualisme que leur subjectivité restaurée les conduira, grâce aux technologies, à promouvoir ce qu'ils sont, mieux ce qu'ils font ; à promouvoir ce qu'ils disent, pour le moins veulent partager et, mieux encore, veulent défendre.

Utilisateurs avertis des technologies, des êtres ont ainsi transformé leurs façons de savoir, d'essayer et d'agir. Ils ont appris à user de la pluralité des compétences dans le pilotage de processus, la résolution de problèmes, la conduite de projets ou la direction de programmes. Ils ont appris à user de la fécondité du paradoxe dans le management de systèmes à la fois techniques, organisationnels et humains. Face à la complexité de tels systèmes, les plus lucides d'entre eux apprennent maintenant à s'affranchir des raisonnements linéaires et à échapper aux logiques exclusives ; ils apprennent à concilier les contraires, à gérer autant la complexité que l'incertitude ; ils apprennent, ceux-là, devant l'opportunité du développement technologique, à user de leur subjectivité au moment de prendre des décisions créatrices d'avenir.

Depuis longtemps déjà, l'utilisation dans les organisations des technologies de l'information et la communication ont fait passer des êtres de la seule verticalité du commandement à l'horizontalité de la coopération ou de la contribution. Ils sont passés, ceux-là, de la hiérarchie pyramidale entre un chef et des exécutants au management par objectifs de professionnels par leur manager. Ils sont passés de la seule prise en compte d'une information descendante à des échanges horizontaux entre contributeurs sous le contrôle du modérateur d'un réseau d'acteurs.

Car ce que les technologies font peut-être de mieux, c'est la mise en relation des personnes en vue d'une délivrance de services entre ces personnes. Cette mise en relation favorise l'émergence d'une nouvelle économie qui présente l'avantage du dynamisme et de la réactivité sans le soutien de la puissance publique. Mais cette nouvelle économie présente aussi le risque de la précarité sans qu'aucune politique publique n'étende aujourd'hui le droit du travail à ces nouvelles activités et n'en sécurise les acteurs.

Qu'elles soient publiques ou privées, qu'il s'agisse d'états ou d'entreprises, les institutions sont soumises aux effets du développement technologique ; elles en bénéficient autant qu'elles les subissent. Grande est leur responsabilité au moment de déterminer leur chemin entre périls et mérites d'une économie maintenant numérisée et mondialisée, entre périls et mérites d'une écologie nécessairement planétaire. Si les états se sont hier déterminés entre économie planifiée et économie de marchés, ils ont toujours à se déterminer entre redistribution des richesses et développement des inégalités. Le développement technologique les oblige à choisir entre soumission au global et restauration du local, entre indépendance économique et spécialisation industrielle du pays, entre maintien de puissances dominantes et acceptation de puissance émergentes. Le développement technologique les contraint à restaurer leur capacité d'incitation, à intervenir sur les règles du marché pour en amener les acteurs, entreprises, clients et actionnaires, à arbitrer entre financiarisation de produits et production de biens, entre génération de profits et production de valeur, ...

Et chacun, plus sur son lieu de vie que sur son lieu de travail, est lui aussi appelé à se déterminer entre soumission au global et restauration du local. Disposant de la capacité des technologies à être mis en relation avec autrui, chacun est pour le moins conduit à s'interroger sur cette dualité du commerce mondialisé et de l'approvisionnement local. De la même manière, chacun est invité à s'interroger sur une autre dualité : celle de l'acquisition de biens et du partage de moyens. Fort de la puissance des réseaux organisés en systèmes de plus en plus intégrés et interactifs, chacun est définitivement passé de la seule utilisation à la production d'informations ; certains en viennent même à préférer la production et le stockage répartis³³ à la seule production centralisée d'énergie, à préférer la fabrication autonome dans un Fab Lab³⁴ à la seule consommation de produits industriels, etc.

Equipage d'un vaisseau planétaire, l'humanité dispose du développement technologique pour passer d'une économie basée sur la production de masse à une économie basée sur l'ajustement des moyens à la réalité des besoins. Elle peut aujourd'hui passer d'une économie de la seule concurrence à une économie de la coopération. Ainsi devient possible l'instauration d'une société apaisée ; une société dans laquelle chacun est appelé non seulement à dire ce qui est, mais aussi à entendre ce que l'autre dit ; à dire ce qu'il pense, à être vrai. Cette société pourrait être demain celle de l'empathie contre l'intolérance comme elle fut hier celle des lumières contre l'obscurantisme. Une société dans laquelle chacun apprend à réduire ses appétits et desirs ; chacun renonce à l'hypertrophie des sensations pour reconnaître des saveurs, pour goûter l'instant présent. Bref, une société où chacun devenu attentif à ce que l'autre vit, se fait du bien à faire du bien. S'il est vrai que des technologies auront eu ce mérite, on aurait bien tort de s'en priver : pour ne pas en être restés à l'usage, des utilisateurs ont fini par donner du sens à l'usage de ces technologies.

³³ En effet, telle qu'imaginée et proposée par Jeremy Rifkin, cette révolution serait fondée sur une production d'énergie électrique non plus seulement massivement dans quelques centrales mais à l'échelle des besoins sur son lieu de vie ; l'énergie circulant dans le réseau de manière « intelligente », un peu comme circule l'information au sein d'Internet, le réseau des réseaux. Jeremy Rifkin veut y voir les signes d'une troisième révolution industrielle basée sur la production non plus centralisée, mais répartie ; une révolution basée sur la coopération de nature à donner naissance à ce que, philosophe, il désigne sous le terme de « civilisation de l'empathie ».

³⁴ Un **Fab Lab (Fabrication Laboratory)** est à la fois un laboratoire de conception et un atelier de fabrication. C'est un lieu où sont mis à la disposition de chacun des outils automatisés de conception (ordinateurs, tireuses de plans, etc.) et de fabrication (machines-outils, imprimantes 3D, etc.) d'objets. C'est donc un lieu de mutualisation de moyens, mais aussi et peut-être surtout un lieu de partage d'idées et de mise en commun de compétences.