

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
AVIS ET RAPPORTS DU
CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL

*L'ACTE PRODUCTIF
DANS LA SOCIÉTÉ
DES SAVOIRS ET DE
L'IMMATÉRIEL*

2004
Rapport présenté par
M. Hubert Bouchet

MANDATURE 1999-2004

Séance des 27 et 28 janvier 2004

**L'ACTE PRODUCTIF DANS LA
SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE
L'IMMATÉRIEL**

**Avis du Conseil économique et social
sur le rapport présenté par M. Hubert Bouchet
au nom de la section des activités productives,
de la recherche et de la technologie**

(Question dont le Conseil économique et social a été saisi par décision de son bureau en date du 5 octobre 1999 en application de l'article 3 de l'ordonnance n° 58-1360 du 29 décembre 1958 modifiée portant loi organique relative au Conseil économique et social)

SOMMAIRE

AVIS adopté par le Conseil économique et social au cours de sa séance du mercredi 28 janvier 2004 I - 1

Première partie - Texte adopté le 28 janvier 2004 3

I	- LA TECHNIQUE AU CŒUR DE LA VIE ORDINAIRE	7
A	- LA TECHNIQUE EN MAJESTÉ.....	7
B	- DES TECHNOLOGIES TOUS AZIMUTS.....	8
1.	Les nanotechnologies	8
2.	L'ingénierie du vivant	8
3.	Les technologies de l'information et de communication (TIC).....	9
II	- CONSIDÉRATIONS ET COMMENTAIRES	9
A	- LA TECHNIQUE : CONDITION NÉCESSAIRE DE LA COMPÉTITIVITÉ.....	9
B	- LA TECHNIQUE AU COMMANDEMENT	10
C	- L'ÊTRE HUMAIN AU CŒUR DE SON APANAGE	10
III	- POSTURES POUR DEMAIN.....	11
A	- DE L'ALLIANCE PERPÉTUELLE DE L'ÊTRE HUMAIN ET DE LA TECHNIQUE MUE PAR LE SAVOIR	11
B	- FERTILISER LE TERREAU D'ACCUEIL À LA TECHNIQUE	11
C	- DES COMPOSANTS DE L'ACTE PRODUCTIF MODERNE	12
D	- PRÊTS À L'INATTENDU	12
E	- DIMENSIONS POUR L'AVENIR.....	12
F	- SOCLES ET OUTILS DE L'ACTE PRODUCTIF.....	13
1.	L'être humain	13
2.	Le savoir.....	13
3.	La technique et les technologies	14
4.	Le capital	14
5.	Le réseau.....	15
6.	Le marché.....	15
7.	Les médias	15

IV - LES ENJEUX ET LES RISQUES DE LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS	15
A - SÉCURISATION - PRÉCAUTION	16
B - JUDICIARISATION-PROTECTION	16
C - « SCIENTOPHILIE-SCIENTOPHOBIE ».....	16
D - ABONDANCE-RARETÉ.....	17
E - ASSERVISSEMENT ET LIBERTÉ	17
F - PERSONNALISATION-MASSIFICATION.....	17
G - HUMANISATION-DÉSHUMANISATION.....	18
V - RECOMMANDATIONS.....	19
A - PRODUIRE DES RICHESSES	19
1. Nommer, quantifier	19
2. Investir, amortir	20
3. Produire, échanger	20
4. Créer, innover	21
5. Projeter, anticiper	22
6. Protéger, informer, veiller	22
7. Assurer, garantir	23
B - LA RICHESSE HUMAINE AU CŒUR DE L'ACTE PRODUCTIF	23
1. Eveiller, révéler	24
2. Orienter, instruire	24
3. Cultiver, fertiliser	24
4. Travailler, impliquer.....	25
5. Créer, innover	25
6. Comptabiliser, rémunérer	26
7. Sécuriser, assurer.....	26
C - NÉGOCIER POUR DÉFINIR LES CONDITIONS DU PROGRÈS	27
1. La mise à l'abri du besoin vital	27
2. La sécurisation des parcours professionnels.....	27
3. L'harmonisation âge et travail.....	28
4. L'égalité.....	28
5. La maîtrise des harcèlements et du stress	29
6. L'organisation du débat et du dialogue	29
7. Le service public.....	30
D - DES RÉGULATIONS DE LA MONDIALISATION.....	30

Deuxième partie - Déclaration des groupes 33

ANNEXE A L'AVIS.....	55
SCRUTIN.....	55

RAPPORT présenté au nom de la section des activités productives de la recherche et de la technologie par M. Hubert Bouchet, rapporteur..... II - 1

INTRODUCTION.....	5
-------------------	---

CHAPITRE I - MONSIEUR JOURDAIN DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL9

I - DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL AU QUOTIDIEN.....	9
A - AU COMMENCEMENT : SE NOURRIR.....	9
B - DU CÔTÉ DE L'HYGIÈNE.....	14
C - DU CONFORT ET DE L'ÉQUIPEMENT DE LA MAISON.....	16
II - HORS DU QUOTIDIEN DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL	21
A - DE LA SANTÉ.....	21
B - DU CÔTÉ DE LA GUERRE	27
1. L'exosquelette	27
2. Drone tous azimuts	28
3. L'usine à la guerre	29

CHAPITRE II - LES GRANDES FONCTIONS COLLECTIVES DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL .31

I - COMMUNIQUER	31
A - GUTENBERG ET L'IMPRIMERIE	31
B - CHAPPE ET LE TÉLÉGRAPHE ... D'ÉTAT.....	33
C - COMMUNIQUER AUJOURD'HUI	34
1. La miniaturisation.....	34
2. L'oralisation	36
3. Nouveaux réseaux, nouveaux usages	37
4. Les limites de la convergence.....	38
D - LES TEMPS DE L'APPROPRIATION DE L'INNOVATION	40

E - LÀ SANS Y ÊTRE : LE VIRTUEL.....	42
1. Pour l'individu.....	43
2. Horizons du virtuel.....	44
3. Le virtuel sera-t-il une industrie ?.....	45
II - S'INSTRUIRE DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL.....	46
A - S'INSTRUIRE D'HIER À AUJOURD'HUI.....	47
B - VERS DE NOUVELLES MANIÈRES D'APPRENDRE ET D'APPRENDRE À APPRENDRE	50
1. La prise en compte du principe d'incertitude	52
2. L'évaluation des connaissances assistée par ordinateur	52
3. La personnalisation des processus d'apprentissage	53
4. Aide scolaire et cours particuliers en ligne.....	54
5. La e-éducation	55
6. Les NTIC pour l'élève : l'accès et la pratique	56
III - SE DÉPLACER.....	56
A - DES INNOVATIONS EN GESTATION.....	57
B - LA DEMANDE DE MOBILITÉ	60
1. L'information aux usagers.....	61
2. Systèmes embarqués.....	62
C - DU TRANSPORT AU SERVICE	63
1. L'intermodalité	64
2. Le transport automobile, demain	65
D - L'ÉVOLUTION DES MOYENS DE TRANSPORTS.....	66
1. La voiture communicante	66
2. Le tour de la planète en 220 minutes	66
3. Vers des transports « doux ».....	67
4. Vers l'accomplissement du rêve d'Icare.....	68
IV - TRAVAILLER DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL.....	68
A - DES OUTILS D'HIER ET D'AVANT	69
B - APRÈS L'OUTIL, LA MACHINE.....	70
C - LA MANUFACTURE	72
D - DU CÔTÉ DU TERTIAIRE	74
1. Le négociant	74
2. Le banquier.....	75
3. L'homme de loi	75

4. Le médecin	75
5. L'administrateur	76
E - DU TRAVAILLEUR DANS LA SOCIÉTÉ TRADITIONNELLE...	76
F - L'USINE	78
CHAPITRE III - BALISES DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL	87
I - DU CÔTÉ DES NANOTECHNOLOGIES : LE MINUSCULE EN MAJESTÉ.....	88
A - QUELQUES ÉLÉMENTS DE DÉFINITION.....	88
B - UN IMPORTANT EFFORT D'INVESTISSEMENTS	90
C - QUELQUES UNES DES APPLICATIONS DES NANOTECHNOLOGIES	91
II - LES NOUVEAUX MATÉRIAUX : L'ARRIVÉE DU COMPOSITE ET DE LA MATIÈRE INTELLIGENTE	95
A - DE LA MATIÈRE BRUTE AUX MATÉRIAUX INTELLIGENTS.....	95
B - LES GRANDES FAMILLES DE MATÉRIAUX INTELLIGENTS ET LEURS APPLICATIONS	96
C - L'AVENIR TEL QUE LE DESSINENT LES MATÉRIAUX COMPOSITES INTELLIGENTS	98
D - LA NÉCESSAIRE PLURIDISCIPLINARITÉ.....	100
III - DES ROBOTS À TOUT FAIRE.....	101
A - DU ROBOT INDUSTRIEL.....	102
B - ...AU ROBOT MOBILE	103
C - LES ROBOTS AU SERVICE DE LA SANTÉ ET DES TRANSPORTS	104
D - VERS L'AVÈNEMENT DES ROBOTS « SOCIAUX »	105
IV - AU CŒUR DE LA VIE	106
A - L'IRRUPTION DES BIOTECHNOLOGIES DANS LE QUOTIDIEN.....	106
B - DE LA GÉNOMIQUE À LA PROTÉOMIQUE : LA TRAQUE À L'INFINIMENT PETIT	108

C - LE GÉNIE GÉNÉTIQUE : UNE NOUVELLE « USINE THÉRAPEUTIQUE »	109
D - LES BIOPUCES : DES MACHINES À DÉCRYPTER L'ADN	111
E - DE LA SÉLECTION À LA RÉVOLUTION DE LA TRANSGÉNÈSE DANS LE DOMAINE AGRICOLE	112
F - LE VIVANT, NOUVEAU CARBURANT DE L'INDUSTRIE.....	114
V - L'OMNIPRÉSENCE DES TIC	115
A - VOYAGE AU PAYS DES TÉLÉCOMMUNICATIONS.....	116
1. Les mutations dans les télécommunications : un processus lent ..	117
2. Dissémination des outils et systèmes de communication	118
3. Le développement des commandes « naturelles » et des systèmes de médiation	119
4. La convergence réseaux de télécommunications/multimédia.....	121
5. Technologies de communication et réorganisation managériale ..	121
B - APERÇU DES DONNÉES ÉCONOMIQUES DES TIC	122
1. Dynamique globale du marché des TIC	122
2. Éléments de comparaisons internationales	124
CHAPITRE IV - POUR SE MOUVOIR DANS LA SOCIÉTÉ DE L'IMMATÉRIEL DE DEMAIN.....	129
I - LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA TRANSFORMATION DE L'ACTE PRODUCTIF DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL.....	129
A - LES TENDANCES DOMINANTES	129
1. La dématérialisation	129
2. La virtualisation.....	131
3. La tertiarisation.....	133
4. La marchandisation	134
5. La « nomadisation »	135
6. L'accélération	135
7. La déconnexion	136
B - LES SOCLES ET LES OUTILS DE L'ACTE PRODUCTIF	137
1. Le savoir.....	137
2. La technique	138
3. Le capital	139
4. L'être humain	140
5. Le réseau.....	140
6. Le marché.....	141
7. Les médias	141

C - LES ENJEUX ET LES RISQUES DE LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS	142
1. Sécurisation-précaution	142
2. Judicialisation-protection	143
3. « Scientophilie-scientophobie ».....	144
4. Abondance-rareté	145
5. Asservissement-liberté	145
6. Personnalisation-massification	146
7. Humanisation-déshumanisation.....	146
II - LES DÉTERMINANTS DE L'ACTE PRODUCTIF	147
A - LA MÉTAMORPHOSE DE L'ACTE PRODUCTIF	147
1. Les organisations de travail en mutation	147
2. De la division internationale du travail.....	149
B - PRIORITÉ À LA RICHESSE IMMATERIELLE DE L'ÊTRE HUMAIN	151
1. L'éducation pour socle fondateur.....	151
2. La formation continue pour la garde et l'amélioration de la capacité	151
3. La culture pour la respiration des savoirs	152
C - LA VEILLE ET L'INTELLIGENCE ÉCONOMIQUE POUR LA COMPÉTITIVITÉ.....	153
D - LA SYNERGIE POUR LA COOPÉRATION NÉCESSAIRE.....	153
E - L'ÊTRE HUMAIN SOLLICITÉ.....	154
CONCLUSION.....	157
ANNEXES.....	159
Annexe 1 : Part de la valeur ajoutée des secteurs producteurs de biens et services des technologies de l'information et des communications (dans le PIB total du pays).....	161
Annexe 2 : Emploi dans les secteurs producteurs de TIC.....	163
TABLE DES SIGLES	165
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	167

AVIS

**adopté par le Conseil économique et social
au cours de sa séance du mercredi 28 janvier 2004**

Première partie
Texte adopté le 28 janvier 2004

Le 5 octobre 1999, le Bureau du Conseil économique et social a confié à la section des activités productives, de la recherche et de la technologie la préparation d'un rapport et d'un projet d'avis sur : « *L'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel* »¹.

La section a désigné M. Hubert Bouchet comme rapporteur.

*
* *

Cet avis prend rang à la suite de deux précédents travaux qui doivent beaucoup à Paul Delouvrier qui en 1987 fut à l'origine de l'immersion de notre assemblée dans le monde de l'immatériel.

*
* *

De tous temps, savoir et activité productive ont été en interaction par la technique qui incarne une alliance renouvelée sans relâche par l'entremise de l'être humain.

Ce qu'il est convenu de dénommer révolution industrielle a rompu avec l'ordre que l'on avait cru éternel et impulsé un mouvement qui jusqu'à nous se déploie à la façon de la réaction en chaîne. Cette révolution est l'œuvre de l'homme acharné à tenir le pari de Prométhée par la mobilisation des ressources qui le distinguent dans l'ordre vivant. Ces ressources sont dans l'orbite de facultés intellectuelles que l'être humain a, seul, en apanage.

La mise en œuvre de ces facultés a déclenché le mouvement des transformations venu jusqu'à nous. Les premiers moments de ce déploiement ont vu l'industrie se construire de bois, de charbon, de minerai, d'électricité. Les fabriques se sont installées et ont progressivement bouleversé l'ordonnement ancien. Invités à rejoindre les fabriques, les hommes et les femmes se servaient des machines qui imposaient une loi dont Taylor et Ford auront écrit les Tables. En ces temps, le travail restait pour l'immense majorité à base de puissance physique, même si des machines sans cesse plus modernes s'installaient dans les usines pour effectuer des tâches qui ne seraient plus réalisées par les êtres humains. En cela, le travail industriel rompait avec les temps d'avant où il procédait du corps à corps avec la nature attaquée à mains nues ou avec des outils rudimentaires.

¹ L'ensemble du projet d'avis a été adopté au scrutin public, à l'unanimité des votants (voir le résultat du scrutin en annexe).

La révolution industrielle a donc marqué l'entrée dans une ère nouvelle. Celle-ci est caractérisée par l'emprise croissante de l'être humain sur ce qui l'entoure par le truchement de la connaissance qu'il en a acquise et mise en application. Enclenché, le mouvement se prolonge et prend de la vitesse en fonction de l'avancée des connaissances incarnées dans la technique.

A ce stade on ne sait s'il est une vitesse de croisière à pareil mouvement. A défaut il reste à en comprendre la nature et les ressorts pour l'action éclairée.

Dans la manifestation de cette volonté de comprendre ce qui n'avait pas de précédent de pareille ampleur, il était naturel qu'apparaisse un terme caractéristique. Celui d'immatériel s'est invité pour rendre compte du reflux de l'usage de la puissance physique dans l'acte productif.

A la faveur du mouvement vers l'immatériel, la répartition du travail et de la production dans le monde s'est modifiée, la spécialisation des tâches et la diversification des métiers se sont renforcées.

L'immatériel s'est d'abord incorporé dans l'acte productif lui-même. Là, il a facilité la tâche de l'opérateur jusqu'à se substituer à lui, à tel point que la part humaine de la production peut, selon certains, se ramener à la surveillance du process. L'activité essentielle de l'homme se résumerait alors à recueillir et traiter un ensemble de plus en plus dense d'informations en amont et en aval de la fabrication. Naturellement cela percute les modalités du travail humain et de son organisation dans des proportions qui peuvent autoriser à parler de métamorphose.

Après l'acte productif, l'immatériel s'incorpore dans le produit fabriqué dont il renouvelle l'économie conduisant à ce que la dimension matérielle de l'acte productif devienne de plus en plus dépendant de l'amont et de l'aval.

De leur côté, les utilisateurs s'emparent des nouveaux produits pour, éventuellement, leur donner d'autres finalités auxquelles n'a jamais pensé l'inventeur.

L'immatériel a, simultanément, gagné le monde de la vie quotidienne et personnelle de chacun d'entre nous, pour en perturber l'ordonnement.

Ainsi, l'immatériel et ses outils qui lui permettent d'irriguer partout, conduisent à effacer la frontière entre activité professionnelle et vie privée. Cette abolition, même partielle, rompt avec un élément caractéristique des deux derniers siècles de notre Occident. Au vrai, elle renvoie par certains côtés à un mode « pré-industriel » où l'activité, l'acte productif, étaient proches de la vie quotidienne et s'effectuaient sur le lieu de vie, considéré indistinctement du lieu de travail.

De la même manière, les innovations techniques, dont la rapidité croissante d'insertion dans la vie de tous les jours est la marque, engendrent des bouleversements dont on n'a pas encore mesuré tous les effets. Certaines de ces innovations, conjuguées entre elles, seront de véritables révolutions. Ainsi, dès lors que l'infiniment petit, représenté par la microélectronique, se trouvera marié

encore plus étroitement à la biologie, les « nanobiotechnologies » devraient prendre leur essor. Inventer des circuits capables de s'intégrer dans la matière vivante, tel est un des objectifs de la science d'aujourd'hui qui pourrait trouver une application concrète demain ou après demain.

Du fait de l'accélération de la vitesse des mutations, une seule génération voit actuellement se préparer, apparaître, se développer à la fois de nouvelles techniques et leurs applications dans la vie courante. Elle peut aussi en voir disparaître beaucoup. Il n'est que d'observer le temps de plus en plus court que met une découverte pour se diffuser sinon à l'ensemble de la population, du moins à une large partie d'entre elle. La vitesse de diffusion et d'appropriation des nouveaux outils de l'information et de la communication, bref des vecteurs de la société de l'immatériel, n'est plus que de l'ordre de quelques années, quand ce n'est pas de quelques mois.

Ce constat établi, même s'il peut être contesté et discuté, les enjeux apparaissent assez clairement. Il s'agit pour nos sociétés de continuer à produire suffisamment de richesses pour maintenir et continuer à développer notre niveau de vie sans créer ou entretenir l'exclusion. En effet, pérenniser notre appareil de production dans la diversité de ses composantes sur notre territoire veut dire assurer une activité à chacun de nous et participer toujours davantage à l'acquisition et à l'accumulation des connaissances. Enfin, le progrès technique ne se conçoit que s'il entraîne le progrès social qu'il rend possible. On ne saurait se satisfaire de l'accumulation des fruits du premier, si elle se faisait au détriment d'une partie du corps social. La prise en compte de ces éléments est nécessaire afin d'assurer le progrès dans toutes ses dimensions.

I - LA TECHNIQUE AU CŒUR DE LA VIE ORDINAIRE

A - LA TECHNIQUE EN MAJESTÉ

Tous les actes de la vie quotidienne - privée et professionnelle - sont de plus en plus sous l'assistance ou l'empire de la technique. Les processus et dispositifs sont construits à partir de lois qui s'énoncent au fur et à mesure qu'avancent savoirs et connaissances appliqués, en relation dialectique constante avec ce que l'on appelle désormais communément « le terrain ». Ces savoirs et connaissances concernent tous les ordres de la vie. Si tous les domaines ne sont pareillement connus, aucun n'échappe à l'investigation finalisée ou désintéressée. Savoirs et connaissances établis ou en gestation peuvent s'incarner en technologies dédiées aux usages individuels et collectifs des êtres humains. Au regard de ces usages et de leur satisfaction se sont développés des industries et des services autour de techniques dédiées à se nourrir, prendre soin de son corps, se soigner, se distraire, communiquer, se déplacer, travailler, se former...

B - DES TECHNOLOGIES TOUS AZIMUTS

Facteur essentiel des deux premières phases de la Révolution industrielle, symbolisées d'abord par le recours au charbon puis l'avènement de l'électricité, les énergies et leur impact ne nous retiendront pas ici, sauf pour évoquer, d'un mot, les préoccupations environnementales qui ouvrent un vaste champ pour la recherche et l'innovation. Eclairer l'univers de l'acte productif contemporain invite à aller à la rencontre de grandes familles de techniques desquelles beaucoup et vraisemblablement l'essentiel procède ou devrait procéder bientôt. Les nanotechnologies, l'ingénierie du vivant, les technologies de l'information et de la communication qui regroupent l'essentiel des techniques dont l'œuvre devrait façonner la réalité des prochaines décennies nous retiendront.

1. Les nanotechnologies

Emblématiques de l'infiniment petit, elles permettent de produire des objets à l'échelle du milliardième de mètre (nanomètre). A cette échelle, la matière offre des propriétés insoupçonnables. Il reste à traduire cette compréhension en capacité d'action pour faire émerger les produits qui résulteront de constructions à base de nanocomposants. D'ores et déjà, on peut, sans crainte de contradiction, prévoir que les ordinateurs connaîtront un décuplement d'efficacité pour des applications aujourd'hui hors d'atteinte faute de puissance de calcul. La perspective d'un ordinateur moléculaire se profile... Il s'ouvre des possibilités inédites permettant l'intervention à dimension nanométrique dans tous les ordres de la vie. Tout, à ce stade, reste à imaginer !

2. L'ingénierie du vivant

Depuis l'origine, espèces végétales et races animales n'ont cessé d'évoluer à la faveur de la mise en œuvre des facultés offertes par la nature. Au long des siècles, l'homme était partie prenante du spectacle d'une nature dont les secrets lui échappaient. Cette situation a duré jusqu'à ce que des savants découvrent certaines des lois de la vie, dont celles de la génétique en point d'orgue. Depuis lors, sans interruption, une relation dialectique entre la connaissance et l'action a conduit à ce que ces lois soient appliquées par l'homme. Procédant d'abord par essai et erreur, il a hybridé les plantes et croisé les animaux pour aboutir à des améliorations incontestables.

Grâce à l'alliance des ordinateurs et du séquençage des génomes des plantes comme des mammifères, la recherche et donc la connaissance dans l'ordre du vivant bénéficient, de façon inédite, des performances de l'informatique.

Les Organismes génétiquement modifiés (OGM) ne constituent certainement que l'infime partie de ce qui peut être attendu de l'intervention humaine au niveau du plus infiniment petit, dans le vivant. Parce que les êtres humains sont attachés à leur vie et à leur santé, c'est de ce côté qu'il faut vraisemblablement attendre ce qui devrait occasionner des bouleversements d'ampleurs plus considérables que ce qui est intervenu au cours du XX^{ème} siècle.

3. Les technologies de l'information et de communication (TIC)

Il y a de l'universel dans les TIC dont l'appellation couvre l'informatique, les télécommunications, l'électronique et l'audiovisuel. Leur acception la plus courante les voit dédiées au traitement des données et à la communication, entendue comme l'échange d'un message entre un émetteur et un récepteur. Unidirectionnelles hier, les TIC sont désormais interactives avec l'offre faite à chacun de l'échange direct et permanent d'un bout du monde à l'autre. A ces fonctionnalités, s'ajoute la jonction que ces techniques opèrent à la fois avec les connaissances du monde entier dès lors que celles-ci ont été rendues accessibles et avec les puissances de calcul nécessaires à l'avancée de tous les savoirs. Cela justifie leur particulière universalité et le rôle catalyseur et surgénérateur qu'elles permettent aux données qu'elles transportent de jour comme de nuit. Ce rôle est lié à ce que l'information, objet d'un échange, est enrichie par chacun, sans être altérée. Naturellement, la capacité d'enrichissement est conditionnée par l'audibilité des partenaires à l'endroit de l'information considérée.

Insuffisamment prises en considération dans les comptes des entreprises et des pays, les TIC iraient jusqu'à représenter 50 % des facteurs de croissance. Elles sont considérées comme essentielles à l'accroissement de la production globale. Un effet amplificateur résulte de l'impact des TIC avec la construction d'avantages compétitifs là où elles sont à l'optimum et la disparition des facultés compétitives se traduisant aux antipodes par le décrochage voire l'exclusion proportionnelle au degré de maîtrise et à l'ampleur de leur application.

Ce constat qui fait référence d'abord à l'ordre collectif, peut être transposé aux individus, dispersés entre ceux qui maîtrisent l'usage des TIC pour en tirer l'optimum et à l'autre extrémité les exclus. Les capacités respectives des uns et des autres divergent comme jamais entre d'hyper-efficaces à une extrémité et d'hyper-impotents à l'autre.

II - CONSIDÉRATIONS ET COMMENTAIRES

A - LA TECHNIQUE : CONDITION NÉCESSAIRE DE LA COMPÉTITIVITÉ

La technique est au cœur de l'acte productif, à l'atelier, au bureau, aux champs, au chantier comme à l'usine et au laboratoire. L'excellence dans le progrès technique est pour notre pays, la meilleure protection contre la désindustrialisation. A elle seule si elle n'est pas suffisante, elle est nécessaire et cristallise tout ce qui lui permet émergence et essor. A ce titre et en désordre interviennent les capitaux qui conditionnent l'incarnation des idées, le savoir qui sans cesse élucide des lois qui trouveront ou non application, l'être humain qui joue en chef d'orchestre. De l'articulation et de la combinaison de ces éléments dépend désormais largement la construction des avantages compétitifs progressivement substitués aux avantages comparatifs.

La notion d'avantages compétitifs procède de l'invention des hommes et manifeste leurs capacités. Elle résulte de l'avancée des techniques, enracinées elles-mêmes dans un effort accru de recherche fondamentale et appliquée. La capacité à les construire et la maîtrise des avantages comparatifs distinguent les économies, vérifiant sans cesse la loi des débouchés énoncée par Jean-Baptiste Say en 1803 : « *les produits s'échangent contre des produits, alors en fabriquer un, c'est mettre à sa disposition une monnaie supplémentaire d'échange* ». Désormais, les avantages compétitifs sont construits par la matière grise à proportion de sa fertilité. Cela se traduit en produits à valeur ajoutée qui répondent à des besoins nouveaux ou antérieurement satisfaits par d'autres voies.

B - LA TECHNIQUE AU COMMANDEMENT

Passée l'illusion scientifique, la technique contribue à distribuer la prospérité au regard de l'excellence du système dont elle est le cœur. De ce système participent les différentes disciplines et fonctions, financières, gestionnaires, organisatrices... qui contribuent à l'acte productif et le constituent. Inutile de chercher ailleurs que dans la fertilité respective des systèmes techniques les raisons des prospérités respectives des économies des pays de par le monde.

Encore faut-il que l'organisation politique, économique et sociale soit en capacité d'accueillir et de valoriser ce progrès technique. Rien ne sert en effet de pouvoir produire les meilleures machines si des politiques publiques inadéquates en renchérissent excessivement le coût ou en ralentissent la diffusion.

C - L'ÊTRE HUMAIN AU CŒUR DE SON APANAGE

Le modèle de développement des techniques connu dans le monde occidental peut être considéré comme abusivement universel. Au-delà de la satisfaction de leurs besoins essentiels, il ne faut jamais perdre de vue que l'épanouissement des êtres humains est le seul objectif réellement important.

Ces constatations installent l'activité productive en orbite d'une capacité exclusive à l'être humain : sa capacité intellectuelle. Celle-ci fixe l'horizon qui concerne chacun qui se voit occuper des coordonnées définies par deux axes dont l'un est celui de la capacité et le second celui de l'opportunité. En théorie, le caractère infini de son champ ouvre le travail intellectuel à qui veut s'y livrer à titre personnel. A titre professionnel, cela dépend de ce que la collectivité veut y consacrer en sachant que les rendements, plus que proportionnels, sont nécessaires pour s'imposer dans une économie caractérisée par la concurrence. Dans ces conditions, les dépenses de recherche d'aujourd'hui sont les investissements pour demain et la valeur produite après-demain. Plus trivialement, il n'est pas d'alternative à la polarisation autour de cette nouvelle orbite de l'activité productive dès lors qu'en application de la loi des débouchés, ce que ne fournit pas l'un est fourni par un autre pour lequel il constituera une richesse et une monnaie d'échange.

III - POSTURES POUR DEMAIN

A - DE L'ALLIANCE PERPÉTUELLE DE L'ÊTRE HUMAIN ET DE LA TECHNIQUE MUE PAR LE SAVOIR

L'alliance perpétuellement renouvelée de l'être humain et de la technique par le savoir se manifeste ici. Incarnée en outils et machines, la technique affecte le travail comme l'emploi de celui qui le réalisait antérieurement. Dans le même temps, parce qu'elle engendre tous azimuts dans les procédés et les produits, elle appelle et nourrit le savoir. Ce dernier mis en œuvre perfectionne l'usage et permet de tirer plus, voire autre chose, de toute technique. De ce fait, une technique donnée peut se retrouver parfois aux antipodes de son berceau par un « détournement » des finalités auxquelles ses créateurs n'eussent pas songé. Ainsi, tel fut le destin du téléphone dont peu de nos contemporains imagineraient qu'une fois inventé le premier projet fut de le dédier à écouter de l'opéra chez soi. C'est en cela que l'alliance du savoir et de la technique est solidement scellée dans une relation dialectique avec l'inattendu, toujours susceptible d'arriver.

Ici, la relation à l'emploi se manifeste dans l'affectation des individus en fonction de leur proximité au savoir et à la technique. Quand certains sont de plain-pied avec le nouveau et en anticipent le futur, d'autres peinent à se l'approprier quand ils ne sont pas tout simplement exclus. En cela, la technique produit des effets que les sociétés et individus ne savent anticiper. S'ils le pouvaient d'ailleurs, il est vraisemblable qu'ils en entraveraient l'essor.

B - FERTILISER LE TERREAU D'ACCUEIL À LA TECHNIQUE

S'invite ici l'idée que la technique s'installe sans l'assentiment général du corps social qui l'accueille. Elle prend racine et corps dans des parties réceptives de ce dernier dont le degré de tolérance facilite ou entrave l'avènement du nouveau. Toutes les sociétés et leurs composantes se situent à des degrés divers entre facilité et entrave. La moindre des entraves est certainement caractérisée par le discernement nourri de l'instruction qui fertilise le terreau d'accueil à la technique. L'obscurantisme en constitue l'entrave la plus absolue. Certes les nouvelles technologies, par les capacités démultipliées qu'elles offrent, permettent à ceux qui les pratiquent de se former un jugement éclairé. Leur diffusion et surtout leur appropriation par le plus grand nombre supposent que le citoyen ait été informé des enjeux et des conséquences de leur mise en application.

La nature et la qualité de ce terreau ouvrent ou ferment des possibles aux techniques. Les plus grégaires de ces dernières se satisferont d'un terreau grossier pendant que les plus sophistiquées ne sauront vivre hors d'un terreau, ici, dénommé complexe immatériel qui combine des facteurs divers sans lesquels la technique ne donne pas le meilleur ou s'étiole.

C - DES COMPOSANTS DE L'ACTE PRODUCTIF MODERNE

Pour ce qui concerne le complexe immatériel, la combinaison inclut notamment les sciences de base et appliquées, la finance, l'organisation de la production et la fertilisation des richesses humaines, le droit, la fiscalité, la connaissance de l'entour, le marché... et répercute ses effets sur l'art de décider et de diriger. A l'intérieur du complexe, joue la loi du facteur limitant qui veut que le facteur le moins efficient bride les autres.

Naturellement, ce qui précède ne saurait être pris au pied de la lettre. Cela ne constitue pas l'ébauche d'un programme. Il s'agit cependant d'une perspective à considérer avec d'autant plus d'attention que la situation actuelle en manifeste plus que la plausibilité. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un œil autour de nous sur le quotidien et ses objets. En nombre croissant, ils résultent de processus dont l'orbite est aux antipodes d'hier.

D - PRÊTS À L'INATTENDU

Pour tout cela, il est urgent de placer la perspective de la métamorphose ici entrevue au nombre des hypothèses prioritaires de l'avenir et d'en décliner toutes les conséquences sur les individus et les collectivités. C'est à l'entour des affaires de l'esprit qu'il convient de tourner en épousant la vision de Socrate quand il affirme « *le vrai problème n'est donc pas de savoir ceci ou cela, mais d'être de telle manière* ».

E - DIMENSIONS POUR L'AVENIR

A ce stade, sept dimensions pourraient être prises en compte pour l'avenir.

1 - **La conjonction** croissante du matériel et de l'immatériel, corollaire de la société de la donnée et de l'information, qui invite l'homme à exprimer des capacités que l'état antérieur ne mobilisait pas ou moins ;

2 - **La nomadisation** qui peut conduire à l'abolition de la frontière entre temps privé et professionnel, comme elle abolit les distances ;

3 - **L'accélération** qui, liée au nomadisme, peut, par l'utilisation toujours accrue des nouveaux outils, faciliter l'éradication des temps morts du processus de production mais induit la rotation de plus en plus rapide des produits et services et l'exacerbation de la course à l'innovation ;

4 - **L'exclusion**, véritable risque, puisque l'exigence de performance crée une mise sous tension permanente qui ne tolère guère l'erreur, impose de la détecter et d'y porter remède. Plus complexe, le monde est également plus précaire : les capacités d'un salarié peuvent passer de la pertinence à l'obsolescence. Dès lors, la frontière entre déconnexion et exclusion est à ce point ténue que ceux qui avaient leur place chez Taylor ne sont plus les seuls à risquer l'exclusion ;

5 - **La tertiarisation** qui éloigne le système productif du schéma classique et linéaire : R&D - production - distribution au profit d'une relation systémique de ces segments, pouvant conduire à positionner le « marketing » au point central et névralgique du développement de la production ;

6 - **La marchandisation**, qui par l'appropriation privée des capacités scientifiques et culturelles de la planète, pourrait conduire par exemple à entraver la libre circulation des idées, condition essentielle du développement ;

7 - **L'éthique**, car agir dans l'imprévisible nécessite des règles de conduite que le droit ne sait encore établir. L'éthique institue alors des repères dont la construction s'impose au quotidien pour la sauvegarde des droits fondamentaux de l'être humain.

F - SOCLES ET OUTILS DE L'ACTE PRODUCTIF

De même, peut-on identifier certains des socles et outils de l'acte productif. Au premier rang :

1. L'être humain

La combinaison de compétences transversales est une exigence de plus en plus marquée pour faire face à la complexification de l'acte productif. S'y ajoute le savoir-être qui, sous des formes diverses et évolutives, ne cesse de prendre de l'importance.

L'imprévisible fait toujours partie de l'horizon de travail. Si, à court terme les prévisions peuvent être maîtrisées, sur le moyen terme, il est un seuil au-delà duquel elles deviennent de plus en plus aléatoires. Le travailleur dans la production sous l'influence de l'immatériel doit donc apprendre à composer avec l'incertitude sans se trouver déstabilisé.

Compte tenu de l'évolution rapide des savoirs, les entreprises ont besoin de travailleurs qualifiés. Cela dirige nombre de choix vers les jeunes du moins certains, au détriment de ceux dont l'expérience est indispensable. Choisir entre les différentes catégories de travailleurs revient de manière récurrente surtout lorsque la situation économique est mauvaise.

Il s'est agi dans notre pays d'un mode de régulation/gestion des effectifs trop systématique faisant fi de l'accumulation des savoirs et des savoir-faire dont l'utilité était indéniable. La question forme le nœud central des interrogations des sociétés industrielles et post-industrielles. De nouvelles réponses commandent une très large partie de notre avenir et de notre cohésion sociale.

2. Le savoir

Le savoir ou la connaissance sont dans une position plus éminente que jamais, la recherche ne cessant de dévoiler les constituants de l'ordinaire de la vie, d'aller au-delà du déjà su. Les synergies entre disciplines sont devenues indispensables. Avec elles et peut-être d'abord se posent les questions de l'accès

et de la capitalisation des savoirs, liés à la liberté de création et de circulation des idées et des connaissances.

Cet accès à l'information utile suppose la capacité d'identifier les nœuds du réseau selon un processus non linéaire qui suit un cheminement en zigzags, par rebondissements.

Dans la société des savoirs et de l'immatériel, la recherche est en relation systémique avec la production : le va et vient entre recherche et production et entre production et recherche est permanent, si bien que la valeur ajoutée circule de l'un à l'autre de façon continue et se situe non plus d'une part ou d'autre, mais dans les trois composantes du système, la troisième étant la capacité à interagir.

3. La technique et les technologies

Traditionnellement, le progrès s'est longtemps traduit, une fois la découverte réalisée, essentiellement par perfectionnements et greffes sur des techniques déjà maîtrisées. Aujourd'hui, on progresse, de plus en plus, par des sauts technologiques, des ruptures qui peuvent rendre brutalement obsolètes des techniques éprouvées. En même temps, le cycle de mise en application des résultats de la recherche s'est considérablement raccourci. Chaque découverte scientifique peut rapidement donner lieu à des innovations techniques. Cette capacité d'innovation est renforcée par l'hybridation des techniques et des technologies.

Pour appréhender la complexité de l'imbrication des techniques, il devient nécessaire d'articuler le raisonnement par filière à un univers d'assemblage inter-filières.

4. Le capital

L'immatériel est de plus en plus partie prenante au capital. Ainsi, poursuivant, accélérant même, un mouvement largement amorcé à l'aube des « temps modernes », la monétique se substitue aux moyens fiduciaires traditionnels. L'ubiquité de la finance est à l'origine de nouveaux mécanismes d'investissements basés sur des stratégies de concentration visant à la domination de pans entiers de marché. Aujourd'hui, les logiques financières priment trop souvent sur les logiques industrielles, à tel point que l'on peut - par un retour paradoxal de l'histoire de « la rente » - gagner de l'argent sur l'argent sans véritablement produire un bien quelconque.

Par nature intangible, l'immatériel crée des difficultés quand il faut estimer la valeur d'une entreprise dont la comptabilisation des actifs matériels rend très imparfaitement compte. Pour y parer, s'invite le *good will*. Ce critère subjectif qui a connu des fortunes diverses et sur lequel on revient tente de prendre en compte le capital immatériel, c'est-à-dire notamment « le capital humain » et le capital confiance dans la marque, dans l'appréciation de la valeur y compris future de l'entreprise.

5. Le réseau

La société de l'immatériel a vu l'avènement d'une nouvelle conception du réseau et des systèmes d'information qui encourage et favorise l'interdisciplinarité et l'hybridation des connaissances. On peut considérer ces réseaux comme de la connaissance mise en mouvement au service d'un objectif. Cependant leur multiplicité et leur complexité soulèvent le problème de l'accès à la « bonne » information. Le « savoir naviguer » dans le réseau revêt une importance cruciale et porte en lui-même le risque de « privilégier » les meilleurs accédants et pratiquants au détriment du maillon faible, position risquée par chacun. Le contrôle de l'accès et la maîtrise du pouvoir d'ouvrir ou fermer « le robinet » de l'information dans le réseau sont alors cruciaux. Dans la société de l'immatériel, l'information est la matière première énergétique, ainsi, on peut avancer que ceux qui ont su ou sauront s'assurer le contrôle des gisements d'information, s'assureront une position prédominante dans le contrôle de l'activité productive.

6. Le marché

Pour qu'une découverte scientifique ou une innovation technique ou technologique donnent lieu à une activité productive, il faut que celle-ci soit en phase ou légèrement en avance avec la réalité socio-économique des consommateurs/utilisateurs.

La société d'abondance donne une dimension nouvelle au marché car le consommateur n'est plus uniquement « réceptif » ou encore passif. En général, il existe toujours une offre alternative à ce qui est proposé.

7. Les médias

Les médias représentent l'outil adapté à l'immatériel en ce sens qu'ils peuvent avoir un rôle d'accélérateur, de moteur, dans la circulation de l'information. La dévolution de ce rôle d'accélérateur et de moteur ne préjuge pas d'effets qui peuvent être bénéfiques ou maléfiques. Cela étant, on constate que l'information propagée par les médias est à l'origine de la création de besoins et de nouvelles formes de stratégies industrielles telles que l'intelligence économique, l'anticipation de produits ou services voire la propagation de rumeurs.

IV - LES ENJEUX ET LES RISQUES DE LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS

Les multiples changements ont, le plus souvent, résulté de la préoccupation d'améliorer telle ou telle situation économique, sociale, éducative, grâce aux nouveaux outils et aux nouvelles méthodes. Force est de constater certains effets directs ou indirects, néfastes ou pervers, des nouvelles tendances qui sont susceptibles de constituer de véritables régressions. Contre celles-ci, la société devra agir.

A - SÉCURISATION - PRÉCAUTION

Un changement radical d'attitude par rapport au risque s'est opéré avec la tentation d'une société du « risque zéro » allant au-delà du concept de la qualité totale.

Le bénéfice qu'en tire la société est certes une meilleure sécurité globale. Cependant, certains traumatismes collectifs ont entraîné une évolution de la perception du risque pour soi et pour la planète conduisant parfois à se référer abusivement au principe de précaution au moindre doute et surtout à la moindre contestation. Cet état de fait peut induire un effet d'immobilisme dommageable à l'avancée des connaissances et de fragilisation des innovations.

La vocation du principe de précaution est de faire avancer le savoir et ses applications en connaissance de cause et non d'en ralentir, voire d'en bloquer le mouvement. Un mauvais usage de ce principe est contraire à l'esprit de la recherche fondé sur le questionnement et le doute.

B - JUDICIARISATION-PROTECTION

La mondialisation des échanges et la formation d'entités économiques à caractère « supra national » conduisent à ce que les cadres juridiques nationaux soient peu à peu confrontés les uns aux autres. La dimension internationale s'impose ou devrait s'imposer.

Convenons que nous ne sommes encore qu'au début du processus de rassemblement du puzzle des droits alors que cette emprise croissante de règles est un progrès. Encore faut-il harmoniser des corpus juridiques d'origines diverses, de préoccupations et d'intérêts différents. Il s'agit d'un vaste chantier qui à terme devrait conduire à rendre compatibles entre elles des règles émanant par exemple de l'OIT et plus généralement des Nations-Unies, de l'OMC, de l'OMPI, sans omettre l'apport essentiel de la normalisation internationale.

D'un autre côté, la fragilité du système complexe de la société de l'immatériel et ses multiples incertitudes suscitent une tendance à se rassurer avec des lois, des normes qui doivent être édictées en tenant compte de la nécessité de laisser place au droit à l'erreur et donc à l'expérimentation.

C - « SCIENTOPHILIE-SCIENTOPHOBIE »

De tout temps, le progrès des sciences et des techniques a suscité fascination et suspicion. Or, la société de l'immatériel induit et/ou intervient à un moment où le rythme des découvertes tant scientifiques que technologiques s'accélère, interdisant presque à chacun le droit à la « respiration ».

Les progrès faits dans la gestion rapide et mondiale de l'information, la vitesse d'exécution des ordres et des tâches, la circulation des biens et des capitaux sont énormes.

Toutefois, le développement « trop » rapide de la science comporte des risques au premier rang desquels une sorte de divorce entre elle et les citoyens qu'il convient de maintenir informés. S'y ajoute le caractère immatériel, donc moins visible, plus complexe, des inventions qui accentue la suspicion et le doute.

D - ABONDANCE-RARETÉ

Grâce aux TIC, l'abondance d'informations est la marque de la société de l'immatériel. Cependant, cette information est à la fois pléthorique, inégalement accessible et bien souvent rapidement obsolète. Si les TIC représentent de puissants moyens d'information qui contribuent à l'autoformation au quotidien, le risque est grand, pour chacun, de se retrouver noyé sous une avalanche d'informations dont la portée opérationnelle se révélera réduite au regard du temps qui aura été passé à trier le bon grain de l'ivraie. Se pose la question de la hiérarchisation et de l'accès à l'information pertinente, à quelque niveau que l'on se place, afin de permettre à chacun de former son jugement.

E - ASSERVISSEMENT ET LIBERTÉ

A titre d'exemple, dans la course au progrès, les technologies du vivant vont être appelées à jouer un rôle de plus en plus important. Elles apporteront une somme de bienfaits dont on n'a encore que peu d'idée. Néanmoins, leur soumission à une logique trop exclusive de profit aurait des conséquences rédhibitoires. Car, encore faut-il qu'elles puissent être accessibles à ceux qui en ont le plus immédiatement besoin. Tel n'est pas le cas, en particulier, du continent africain dont on connaît la situation sanitaire et dont les populations ne bénéficient pas des thérapies mêmes les plus élémentaires.

Plus généralement, il reste à mettre en place un « contrat naturel » afin de préserver les grands équilibres écologiques.

Le devoir de responsabilité des chercheurs, des entreprises et des Etats impose une réflexion éthique accompagnant la mise en production de produits ou services destinés à servir la cause du progrès mais qui risqueraient de porter atteinte à l'intégrité physique, intellectuelle et morale de l'homme.

F - PERSONNALISATION-MASSIFICATION

La recherche d'économie d'échelle dans la production et la distribution par la mise au point de produits visant un marché mondial, conduit à élaborer des produits incorporant beaucoup de technologies pour un prix moyen accessible au plus grand nombre.

Les produits les plus simples sont fréquemment enrichis et améliorés grâce à des astuces technologiques incorporées. La personnalisation de ces produits universels est obtenue par déclinaison d'un produit de base en une multiplicité de modèles qui permettent de rentabiliser la technologie incorporée.

Le risque majeur est toutefois qu'au lieu que la personnalisation finale soit un élément de diversité, « l'habillage » ne soit là que pour masquer la banalisation.

G - HUMANISATION-DÉSHUMANISATION

La société de l'immatériel contribue au recul du travail physiquement pénible. Parce qu'elle table sur l'intelligence humaine, elle s'appuie d'autant plus sur l'alliance de la pensée et de la main. L'intelligence de cette dernière a d'autant plus de prix qu'elle participe de la pensée.

La société de l'immatériel ouvre la voie à l'expression la plus aboutie de ce qui constitue l'apanage de l'être humain dans tout l'ordre vivant. Il s'agit là d'une promesse à tenir car il n'est pas de garantie à un débouché massivement positif vers l'humanisation.

L'hypothèse que l'on voudrait retenir est celle que la société de l'immatériel privilégiera les facultés qui permettent l'avancée sur le chemin de l'intelligence, de la connaissance et de la culture vers plus de liberté, de dignité et de responsabilité. Dans l'ordre de la production cela veut dire qu'elle devra reposer, toujours plus, sur les capacités de l'individu, reconnues dans l'entreprise à leurs justes valeurs, autorisant ainsi une gestion renouvelée des richesses humaines et d'autres relations sociales.

Une autre hypothèse, beaucoup plus pessimiste, a été évoquée, aux termes de laquelle le risque est grand de créer des exclus de « la sphère » de l'immatériel « rendus inutiles » et dont les conditions de travail se dégraderaient fortement. Une organisation productive à plusieurs niveaux se profilerait alors, groupant, d'une part, autour de 10 % « d'hyperactifs » 40 % « d'assistants », les « autres » étant alors exclus, voire considérés « inutiles ».

Si la première hypothèse apparaît idéale et devrait constituer l'objectif à atteindre, la seconde, plus probable aux yeux de certains, est inacceptable, ne serait-ce que parce qu'elle fait fi des capacités créatrices, d'imagination et d'intelligences autres qu'« intellectuelles ». Quoi qu'il en soit, notre société vit, une nouvelle fois, une période de rupture d'un niveau peut-être jamais atteint. Il faut s'y préparer afin de surmonter les difficultés engendrées par l'irruption de l'innovation technologique dans tous les compartiments de la vie.

V - RECOMMANDATIONS

Le parti pris d'entrer dans l'acte productif par la porte de l'immatériel ne doit pas illusionner. Illusionner serait faire croire à la table rase de ce qui fut, demeure et perdurera. Naturellement tous les métiers ne sont pas pareillement affectés par la dématérialisation. Art, artisanat et agricultures notamment traditionnelles conservent du non « immatérialisable » dans les formes déployées ailleurs. De la même façon des métiers du service à la personne ou encore nombre d'activités de l'ordinaire des jours ne sauront, sauf à disparaître, répondre aux principes tels que définis ici. Demeurent des éléments de métamorphose dont l'examen est nécessaire pour éclairer ce qui prépare aussi demain.

A - PRODUIRE DES RICHESSES

Produire des biens et des services contemporains est d'ardente obligation. Il s'agit d'une industrie en constant renouvellement avec son ingénierie, ses « machines-outils » (le matériel de l'immatériel : micro-ordinateurs, composants...) et naturellement les outils de travail que sont les logiciels. Elle exige une nouvelle politique industrielle apte à permettre l'exportation des savoir-faire nationaux dans le monde. A ce jour, il est assez communément considéré que la France progresse moins vite que d'autres pays et qu'il convient de conforter son avenir industriel qui n'est plus aussi assuré.

1. Nommer, quantifier

Faute d'être précisément nommé, l'immatériel de l'acte productif n'est pas décrit. Dans l'ordre matériel, tout est objet de nomenclatures sans lesquelles il serait impossible de concevoir d'ordonnements. Pareil travail nominatif et normatif s'impose pour que l'immatériel entre dans des catégories tout en sachant le caractère éphémère ou partiel de toute nomenclature. Nommer suppose un travail d'amont sur la production des concepts appropriés à la nature de l'immatériel.

Quantifier implique de décliner, pour l'immatériel, pratiques et normes déjà existantes dans l'univers matériel. A la différence de ce dernier, physiquement palpable, l'immatériel pose des questions nouvelles à la comptabilité parce qu'il s'agit d'invisible, d'éphémère (l'actualité de l'information s'estompe avec le temps), parce qu'une valeur peut difficilement être attribuée à ce qui n'est pas clairement nommé. Les premiers modèles de comptabilisation des produits et investissements immatériels tels que les logiciels, les banques de données, les réseaux de communication intra et inter-entreprises, représentent les prémices d'une normalisation. Ils peuvent inspirer la création du cadre à établir pour connaître la réalité.

Le Conseil économique et social recommande l'élaboration des concepts et la production du cadre approprié à la prise en considération de l'immatériel dans l'activité productive. Ce travail doit associer les univers de la recherche et de la comptabilité et s'intégrer dans la démarche européenne ainsi que dans les processus de normalisation internationale. La puissance publique doit l'impulser.

2. Investir, amortir

Pour certaines activités, l'absence de substrat matériel immobilier ou mobilier perturbe les pratiques traditionnelles de financement. Celles-ci sont fondées sur le tangible et peuvent donner lieu à des garanties par hypothèque. Il n'en va pas de même avec l'immatériel où logiciels, systèmes d'information, recherche et développement, formation initiale et continue..., en tout ou partie, sont intangibles. A ce jour, ils ne constituent pas des éléments d'actifs universellement acceptés et posent des problèmes d'amortissement.

Pour les entreprises qui en ont besoin il faut qu'elles puissent assurer une juste reconnaissance de leur investissement immatériel sous toutes ses formes. Le Conseil économique et social propose qu'une réflexion soit menée pour construire des outils qui en permettent une meilleure prise en compte dans les bilans. La valeur réelle de l'entreprise sera de la sorte plus justement appréciée et l'amortissement des investissements immatériels deviendra possible, dès lors que seront définies les mesures fiscales adaptées. Cela permettra aussi de faciliter et d'encourager l'investissement immatériel par l'adaptation des systèmes existants et par la construction de mécanismes de financement appropriés. Il revient à la puissance publique de jouer un rôle incitatif dans ce domaine, en proposant cette faculté aux entreprises qui le désirent.

3. Produire, échanger

A partir de bases de données et de traitement de l'information destinés à prendre corps après combinaison, l'activité immatérielle s'organise en réseaux s'appuyant en premier sur les technologies de l'information et de la communication. Ces technologies sont stratégiques pour la production de biens et de services dont, au final, tout procède, comme pour les échanges non marchands. Leur rôle est aussi essentiel à la vie ordinaire.

Par ailleurs, le marché est l'alpha et l'oméga dans une société où abondance et pléthore font le client solvable roi. L'embarras du choix traduit cette situation qui veut qu'existe toujours une alternative au premier produit qui se présente en face d'un désir ou d'un besoin. Cette alternative peut être disponible aux antipodes, connaissable à distance par les TIC et accessible par le truchement d'une logistique appropriée. Dans cette perspective, les TIC associées à une logistique performante, sont en effet industrialisantes comme le fut le téléphone dans les années 1970. Elles concernent toutes les entreprises et administrations et contribuent à la construction d'avantages compétitifs déterminants.

Dès lors, pour permettre l'optimum dans la production et l'échange, avec les nécessaires investissements logistiques, le Conseil économique et social recommande la généralisation de l'accès au très haut-débit à toutes les entreprises, administrations et foyers, propre à relier et activer la rénovation perpétuelle des processus de production et à permettre à chaque producteur de faire connaître son offre de produits et services sur les marchés du monde. Tergiverser en demandant par exemple des compléments d'étude n'est plus admissible. Dans un domaine à ce point stratégique, on peut considérer qu'il s'agit de remplir une mission de service public créant une obligation pour les opérateurs.

4. Créer, innover

La création percute la production des biens et tout ce qui conditionne leur acceptabilité. Tout ce qui les rend accessibles et désirables appelle aussi de l'immatériel dans la création de l'atmosphère facilitant la décision d'achat. Marketing, design et publicité notamment sont décisifs pour susciter le désir quand la création de l'objet suppose comme préalable recherche et expérimentation pour sa mise au point et son développement. De son côté, l'innovation est particulièrement stratégique car les procédés et les produits sont en perpétuels remaniements et toujours susceptibles d'être inopinément supplantés. L'absence de trêve est caractéristique des processus de création et d'innovation dans la société des savoirs et de l'immatériel. Séparément ou imbriquées, création et innovation sont en orbite de l'esprit de recherche sous toutes ses formes, de l'amont le plus pointu à l'aval apparemment banal. Elles constituent la condition de base à toute fertilité dans l'ordre immatériel.

Pour favoriser cet esprit de recherche dont les limites sont infinies, en particulier dans le registre immatériel, l'effort de recherche doit être développé avec un souci permanent du décroisement entre secteurs d'activité d'une part et entre recherche fondamentale et innovation-développement d'autre part. Il s'agit de produire des biens et services. Dès lors, les entreprises et le tissu économique constitutif de l'univers productif doivent être au cœur du dispositif. Aux usagers et, en particulier, aux entreprises de dresser l'état de leurs besoins et de les formuler en direction des gisements de réponses appropriées, internes ou externes à leur organisation.

Pour ce faire, le Conseil économique et social recommande le renforcement ou la création de structures d'appui et de conseil pour des actions innovantes non susceptibles de rentabilité directe immédiate. Ici, l'œil extérieur peut identifier des ressources en matière d'innovation de procédés et de produits qui n'apparaissent pas aux routiniers. Dans cette perspective d'aide à l'innovation émergente et au projet, le Conseil économique et social requiert le développement des aides de l'ANVAR et des FRAC en l'espèce dans le domaine immatériel en portant un soin particulier à leur adaptabilité.

Par ailleurs, l'attention doit être portée sur l'importance de la vigueur du complexe immatériel pour fertiliser la matière grise, désormais premier atout pour la construction des avantages compétitifs dans la mondialisation.

A propos de cette dernière, le Conseil économique et social recommande, par exemple en cas d'externalisation de la recherche et du développement de grands groupes industriels, de porter une attention particulière au maintien des services de recherche et laboratoires exerçant sur le territoire français ainsi qu'au maintien de l'attractivité pour les brillants cerveaux.

5. Projeter, anticiper

Moins leur nécessité s'impose, plus la vulnérabilité des biens et services est grande. Cela doit conduire à l'élaboration d'une échelle de vigilance. L'anticipation nourrit l'émulation qui donne le coup d'avance dans une économie marquée par une accélération permanente. Anticipation et réactivité vont de pair ici pour rendre le producteur plus adéquat que le partenaire et concurrent. Par ailleurs, le caractère immatériel du produit donne une importance cruciale à la traduction la plus précise du projet dont il est l'aboutissement. Avec le projet s'invitent programmation et planification.

Le Conseil économique et social recommande de favoriser les structures de prospective. Celles-ci sont à l'innovation ce que les esquisses de l'architecte sont à la construction. Cela pourrait conduire à conforter les activités du Plan, et à faciliter des activités de projection dans le futur dans toutes les organisations publiques (administrations, appareil consulaire, etc.) et privées. Au-delà s'impose cette posture de projection vers le futur qui, dans le détail, ne prend jamais la forme qui a été imaginée mais catalyse les énergies pour créer des prototypes innovants. En outre, pour fortifier la culture de projet et d'anticipation, le Conseil économique et social recommande d'en mettre l'étude en bon rang dans les établissements de formation.

6. Protéger, informer, veiller

Procédés de fabrication, singularité des biens et services produits se consignent en données susceptibles de pillage direct ou différé. Le risque est accru par l'informatique incontournable mais vulnérable. Protéger l'information qui circule relève de la sécurité informatique alors que secrets de fabrication et patrimoine immatériel concernent les brevets et les droits d'auteur dans la propriété industrielle. A côté du souci de protection, et de pareille importance, s'impose la veille notamment sur les biens et services concurrents afin de ne pas perdre pied et de garder ses avances et avantages.

Il est aussi de toute première importance que chacun apporte toutes ses compétences dans la société des savoirs et de l'immatériel. Cela implique pour chacun l'éclairage le plus exhaustif sur les tenants et aboutissants de son activité. Cet éclairage concerne notamment l'entreprise qui doit délivrer un bilan technique, confortant les informations utiles à la formation du jugement

individuel et collectif. Il reviendra à l'entreprise de spécifier les informations non communicables, notamment pour des raisons de protection et de confidentialité, les salariés pouvant être appelés à préserver les actifs immatériels de l'entreprise.

Le Conseil économique et social recommande de développer l'intelligence économique qui comprend la veille stratégique, l'identification, la localisation et la répartition des savoirs, la sécurité dans la circulation des informations tant scientifiques qu'économiques et la lutte contre la contrefaçon. Cette préoccupation de veille et de protection doit être diffusée dans toute l'activité économique.

Dans toutes les entreprises, l'information doit circuler de manière systémique entre tous les participants à son activité. Le Conseil économique et social rappelle que l'information des salariés sur le devenir de l'entreprise, les projets et prévisions à court et long termes, doit trouver des formes concrètes et régulières dans le cadre des institutions représentatives du personnel, là où elles existent et ne pas être limitée aux périodes de crise.

7. Assurer, garantir

Née de la nature même de l'immatériel, une vulnérabilité particulière caractérise le déploiement de celui-ci dans l'activité productive. Elle est notamment liée à la ténuité du lien entre activité et territoire. Au plus abouti de son déploiement, l'immatériel est quasiment affranchi du territoire puisqu'il se localise là où la matière grise est la plus fertilisée. Par nature, cette matière grise est nomade puisque les êtres humains en sont le siège. S'y ajoute la mobilité des outils de collecte et de traitement des données. Une part de la mondialisation contemporaine s'explique par la distension du lien entre activité et territoire. Le lien se noue désormais sous des formes qui peuvent le rendre éphémère à l'occasion de changements techniques dont le rythme s'accélère pour renouveler sans cesse les fondements des avantages compétitifs. Même en faisant tout pour rester dans le mouvement, il peut survenir des changements qui frappent d'obsolescence des activités productives apparemment bien établies. Cette perspective peut altérer l'envie d'entreprendre.

Pour assurer les meilleures conditions favorisant l'esprit d'entreprise, le Conseil économique et social recommande d'étudier comment les entreprises et leur personnel font face aux risques nouveaux auxquels la dématérialisation fait prendre des dimensions inédites, appelant de nouvelles modalités d'assurance.

B - LA RICHESSE HUMAINE AU CŒUR DE L'ACTE PRODUCTIF

L'essor de la nouvelle industrie crée des conditions particulières d'accroissement de productivité. Sous nos yeux, des activités emblématiques de la nouvelle industrie connaissent des taux de croissance élevés sans aucune création d'emploi. Au-delà de la question du plein emploi, l'activité nouvelle s'ancre dans la richesse humaine inépuisable.

1. Eveiller, révéler

Dans l'ordre de l'esprit, encore appelé intelligence, la construction de l'être humain procède de l'instruction conditionnée par l'envie d'apprendre. Une fois déclenchée, cette envie s'auto-entretient. De ce point de vue, Aristote avait pu comparer plaisir d'apprendre et plaisir sexuel. Eveiller et révéler par l'enchantement des voies et des moyens invitant chacun à s'emparer du savoir sont désormais l'enjeu. Il postule une attention particulière à chacun, faisant comme si tout temps perdu ne saurait se rattraper dans le respect de l'enseignement de Montaigne privilégiant la tête bien faite.

Afin de ne laisser aucune intelligence en jachère traduite en exclusion quasi automatique dans la société des savoirs et de l'immatériel, le Conseil économique et social recommande le renforcement des moyens plaçant chaque enfant dans une posture de curiosité et « d'apprenance ». Ainsi, par exemple l'offre pour chaque enfant de la pratique des moyens modernes d'accès aux savoirs doit être généralisée.

2. Orienter, instruire

Ouvrir les voies et offrir les moyens permettant à chacun d'explorer ses talents sont ici l'objectif. Différences de situations et de formes d'intelligence imposent une attention à chacun par la conception d'un système d'orientation ouvrant les possibles les plus larges. La perspective est d'abord la construction de l'individu invité à s'habiter lui-même hors tout souci utilitariste. Progressivement sur ce socle le plus solide se greffera la capacité professionnelle. C'est l'instruction qui conditionne la participation et le degré de déploiement de l'individu dans la société organisée autour de l'immatériel.

Pour permettre une meilleure participation de chacun à la société organisée autour de l'immatériel, le Conseil économique et social recommande de renforcer les systèmes d'orientation permettant les meilleurs choix à chacun au vu de ses goûts et talents, et de mettre l'accent sur la nécessaire formation à tous âges.

3. Cultiver, fertiliser

Sauf accident, sous forme de maladie notamment, le cerveau fait partie des organes les plus résistants de l'être humain. Il est le siège des activités de l'esprit et s'use à ne pas être sollicité. Il semble établi que l'entretien et l'appel constant aux facultés intellectuelles conditionnent la longévité de l'individu. Cette donnée revêt une acuité particulière au moment où la pénibilité du travail n'interrompt plus la vie comme cela fut jusqu'aux générations actuelles. Cela place l'activité intellectuelle en premier plan pour viabiliser la vie au long cours. Pour permettre d'atteindre cet objectif, chacun doit être mis en situation de pouvoir rejoindre un ou plusieurs réseaux permettant la participation aux affaires du monde. Naturellement au cœur du réseau, l'individu doit pouvoir profiter de toutes les ressources des TIC par un accès ménagé pour le plus grand nombre.

Outre la généralisation de l'accès au très haut-débit permettant à chacun d'être de son temps par un accès facilité aux réseaux et une familiarisation à la pratique d'outils performants, le Conseil économique et social recommande qu'une meilleure place soit donnée à la culture scientifique et technique et à sa diffusion. Comprendre le monde, procède de la culture scientifique et technique qui, hors même tout utilitarisme, fournit une de meilleures grilles d'interrogation et donc de compréhension de la réalité contemporaine.

4. Travailler, impliquer

Professionnel et dédié à produire du revenu ou même pour tout autre objectif, le travail construit l'individu. Comme toute construction, celle qu'il réalise peut être défectueuse. Il a même pu être considéré comme allant de soi que le travail était globalement destructeur. A l'appui, le terme de *tripalium* venu du latin pour assimiler le travail à la torture et la malédiction des Ecritures selon lesquelles « *tu gageras ton pain à la sueur de ton front* » stipendient le travail. Redonner toute sa place au travail, c'est le réinstaller au cœur de la vie, au sein de laquelle il importe néanmoins de cantonner sa dimension directement productive, conditionnée par l'assentiment du salarié. Pour ce faire, dans la société du savoir et de l'immatériel, la furtivité du travail et la nature des facultés mises en œuvre par l'individu voient l'efficacité professionnelle conditionnée par le niveau d'assentiment du salarié et son aptitude au travail d'équipe croisant des spécialités. Cette efficacité est naturellement assise sur la capacité d'adaptation et ce qui entoure cette dernière qui puise à la liberté. Si la satisfaction de l'exigence de capacité résulte de la formation, l'exigence de liberté appelle des relations humaines empreintes de confiance.

Pour le Conseil économique et social, outre la formation permanente et les conditions matérielles, l'implication des hommes au travail nécessite, à l'heure où intervient l'immatériel, l'établissement de la confiance par la mise en œuvre de toutes les possibilités qui s'offrent pour un dialogue qui engage les interlocuteurs et fasse l'objet, en tant que de besoin, de la conclusion de contrats individuels et collectifs, essentiels.

5. Créer, innover

A l'optimum, la société des savoirs et de l'immatériel verrait l'individu soustrait aux nécessités antérieures où ses capacités intellectuelles étaient entravées par les exigences du travail de peine. Cette nouvelle situation peut être propice à la créativité, individuelle et collective, dès lors que les conditions seraient réunies pour la susciter. Pour l'individu, la mise en situation et la capacité de créer élargissent son apanage dans l'ordre vivant. Cela lui permet de retrouver sous des formes différentes le plaisir de l'œuvre de la main au travail. De surcroît, autour de son activité, professionnelle ou non, l'action créatrice de l'individu pourra déboucher sur la création de richesses pour la collectivité.

Pour le Conseil économique et social, l'invitation de chacun à faire œuvre de créateur doit être facilitée par la simplification du recours aux moyens existants (aides financières certes, mais techniques et de conseil surtout) et par la création d'instances appropriées pour susciter le désir d'innover, en tirer parti et rémunérer l'innovateur-créateur.

6. Comptabiliser, rémunérer

La nature du travail immatériel le rend difficilement appréciable par les instruments qui ajoutent des heures aux heures. Son caractère furtif empêche de le cantonner dans des cadres stricts traduits par unité de lieu, d'action et de temps. De surcroît, la portabilité intrinsèque des raisonnements du travail immatériel - dans la tête de l'individu - et l'extrême mobilité de ses outils le rendent « nomadisable ». Il est aussi en outre partiellement insaisissable en temps réel à cause de l'impossible maîtrise des neurones. Cela fait apparaître l'utilité d'aménager, voire de construire, de nouveaux cadres permettant l'équilibre contribution-rémunération.

Le Conseil économique et social recommande le perfectionnement des outils de l'appréciation du travail dont les résultats n'ont pas de visibilité directe pour en assurer la plus juste rémunération. Par ailleurs au-delà du seul perfectionnement de l'existant, des études sont nécessaires pour mieux connaître la réalité afin de construire le dispositif qui s'avèrerait manquer pour permettre à chacun d'y trouver son compte.

7. Sécuriser, assurer

L'immatérialité de la production et de son processus met les producteurs de l'immatériel à la merci d'un meilleur concept survenu à l'improviste quelque part dans le monde. Une part de l'insécurité que cette situation génère pour les entreprises et les travailleurs de l'immatériel, peut engendrer une menace susceptible d'entraver l'implication et se ressentir dans l'efficacité du travail. Les craintes que la nature de ce travail induit touchent aux sentiments de précarité, d'absence d'avenir prévisible, de risque permanent. A l'inverse, elles ouvrent de nouvelles perspectives à l'audace.

Pour le Conseil économique et social, afin de donner à tous les informations nécessaires à la compréhension du présent et de l'avenir, il convient d'adapter les dispositifs d'assurance et de protection collective de tous les acteurs impliqués par l'immatériel à des degrés divers, voire de créer de nouvelles formes nécessaires à la dynamique propre à l'immatériel et à l'invitation à l'audace.

C - NÉGOCIER POUR DÉFINIR LES CONDITIONS DU PROGRÈS

Le risque a toujours été partie prenante de l'aventure « productive » - industrielle ou non - Il n'a été, pendant longtemps, pas « couvert ». Il ne l'est pas toujours partout aujourd'hui.

Sa couverture pose de manière moins indirecte qu'il y paraît la question du travail dans nos sociétés, qu'il faut remettre à sa juste place : celle de l'affirmation que chacun d'entre nous est utile à la Cité ; quel que soit son rang, son activité, son apport au bien commun même le plus modeste soit-il.

Des risques nouveaux apparaissent pour l'individu, comme pour l'entreprise, avec la nouvelle industrie, auxquels se conjuguent ceux liés aux effets de la « mondialisation » des marchés. Par ailleurs, sa dynamique et son objet emportent des possibilités de positions dominantes dont il conviendra toujours de combattre les abus : monopole des logiciels, brevetabilité du vivant, dépendance à l'égard des grands semenciers sont entre autres exemplaires. Ils démontrent la nécessité absolue de la régulation et de ses fondements éthiques comme de la négociation sociale et du renforcement des garanties à donner aux parties prenantes.

1. La mise à l'abri du besoin vital

Si un stress minimal active et excite la production neuronale, base de l'activité immatérielle de l'être humain éclairé, la crainte de manquer de l'essentiel pour le jour et le lendemain peut l'entraver jusqu'à l'immobiliser. Cela impose la mise à disposition de chacun de ce qui l'abrite du besoin vital sous forme du droit à un minimum de garanties de solidarités en application des principes fondateurs de la constitution française.

Le Conseil économique et social recommande le renforcement des moyens de solidarité permettant à chacun d'être assuré d'un strict minimum afin de n'être pas entravé dans l'exercice de ses talents propres.

2. La sécurisation des parcours professionnels

Destruction-créatrice et création-destructrice sont consubstantielles de la modernité contemporaine. Elles ne cessent de distribuer et redistribuer les capacités productives en fonction du renouvellement de la technique qui ne connaît pas de trêve et de l'existence renouvelée de berceaux d'accueil attrayants. Cela répercute des effets sur les êtres humains qu'il convient d'assurer pour les temps de défaveur et d'interruption accidentelle de trajectoire professionnelle, éphémères ou durables. Il s'agit de prendre en considération la dimension solitaire propre à la société de l'immatériel en l'inscrivant dans de nécessaires solidarités.

Le Conseil économique et social a étudié récemment cette question de façon détaillée dans un avis intitulé « la place du travail » présenté par M. Bernard Vivier (J.O n° 17 – 2003) dans lequel est préconisée la mise en place d'un statut du travailleur valable tout au long de sa vie professionnelle.

Le Conseil économique et social confirme cette préconisation et estime qu'un système d'« assurance travail-formation » transformant les périodes d'interruption de travail dans une société où les changements sont plus rapides en périodes d'amélioration de la richesse humaine devrait être mis en place. Cette perspective d'assurance professionnelle alliant sécurité et formation est essentielle à l'existence du continuum propice à la productivité dans l'ordre immatériel. Il convient de se placer dans une perspective interstitielle préférable à l'approche séquentielle.

3. L'harmonisation âge et travail

L'approche uniforme des questions de l'âge et du travail ne sait rendre compte de la réalité qui fait apparaître des facultés exprimées différemment aux différents âges de la vie. A celui de la jeunesse correspondent des capacités novatrices sans pareilles. Avec la maturité d'autres facultés s'expriment à plein. En outre, la participation des femmes au travail rémunéré, facilitée par leur égale adaptation aux activités immatérielles moins physiques, entraîne de nouveaux rythmes de vie interpénétrant fonctions maternelles et productives. Autrefois, cette régulation était réalisée du fait de l'incidence du reflux de la puissance physique à l'abord de la retraite, voire par la mort. Ces indicateurs jouant moins, reste la réalité de la relation des talents et des âges. L'uniformité de traitement des âges est à proscrire au bénéfice de la recherche d'harmonie.

Pour le Conseil économique et social, afin de permettre à chacun et chacune d'exercer tous ses talents à tous âges, s'impose la mise à l'étude d'indicateurs qui permettront à la collectivité d'aboutir à une véritable politique d'équilibre inter-âges.

4. L'égalité

Historiquement, sans la justifier, la différence de puissance physique entre femmes et hommes explique la division du travail entre les sexes. La prééminence de la force a structuré l'organisation de l'activité professionnelle et la vie des êtres humains sans encore être vraiment remise en cause.

La migration du travail depuis l'orbite de la puissance vers celle de l'intellect établit des conditions propices à l'égalité. Rendre effective cette dernière ne va pas de soi alors même que nul ne doute du surcroît de civilisation qu'apporte la parité. Pour qu'advienne la « paritégalité » il faut faire preuve de volontarisme. Aussi, la loi n'y suffisant pas, s'impose l'appel incessant à l'évidence de l'égalité des sexes au regard de la réalité du travail immatériel.

Pour le Conseil économique et social l'égalité effective entre femmes et hommes dont rien ne justifie le non avènement, nécessite une grande vigilance et appelle à l'instauration de pratiques volontaires.

5. La maîtrise des harcèlements et du stress

Une violence particulière est liée au travail immatériel ; par exemple l'urgence créée par l'immédiateté des outils de communication. Solidarité et solitude y ont partie liée. Cela est constitutif du travail en réseau qui est l'ordinaire du travail immatériel. La participation au réseau allie individuel et collectif dans un processus dialectique largement souterrain pour ses protagonistes. Cela est notamment vrai pour l'individu qui n'a pas, en temps réel, d'indicateurs de sa pertinence. En conséquence, il peut se trouver frappé d'obsolescence, devenir maillon faible, à l'issue d'un délai au cours duquel il se croyait bon. L'absence de substrat matériel disponible pour l'arbitrage ouvre la voie à la subjectivité qui peut engendrer violence, voire cruauté, attentatoires au respect dû à tout être humain. Les voies et moyens de la lutte contre ces stress et harcèlements dans la dimension particulière du travail immatériel, sont en cours de constitution.

Outre l'appel de chacun à la vigilance pour ne pas devenir maillon faible, le Conseil économique et social recommande la poursuite de l'étude et de la mise en œuvre des moyens de régulation sans lesquels, à la souffrance des êtres humains, s'ajoutent les conséquences sur la productivité des entreprises. Le Conseil économique et social recommande que la spécificité du travail immatériel soit prise en compte par l'observatoire paritaire du stress et harcèlement.

6. L'organisation du débat et du dialogue

L'accélération des processus de création et d'innovation génère peurs et rétivité face à la nouveauté perturbatrice. L'incertain fait désormais plus peur que l'inconnu n'attirait. La nécessité de réunir les conditions de l'appréhension lucide de ce qui arrive nécessite la confrontation éclairée. A défaut, l'obscurantisme guette. Plus encore qu'hier, le débat au sens de dialogue social, le débat pour construire, parler, communiquer, doit être l'ordinaire de la voie constructive de la paix par le changement maîtrisé.

Le Conseil économique et social recommande l'organisation de la confrontation périodique pour élucider les termes des débats. La confrontation s'entend au niveau de l'entreprise comme à celui de la collectivité toute entière. Elle doit concerner tous les sujets, sans tabou et viser au compromis, gage d'engagement lucide des parties.

7. Le service public

Sous des modalités et appellations diverses, le service public accompagne la modernité par ses caractères universel et égalitaire. Il assure le respect de la loi transcendant toute appartenance communautaire. Sans préjuger de l'existant, la société de l'immatériel crée de nouvelles ruptures que le service public peut temporairement ou durablement résorber. Ainsi en va-t-il, par exemple, de l'accès généralisé aux capacités de communication nécessaires à chacun pour se mouvoir dans la société de l'immatériel.

Le Conseil économique et social recommande que le service public soit pleinement partie prenante des évolutions et révolutions ruptures et exigences nécessaires ou imposées par la société de l'immatériel.

D - DES RÉGULATIONS DE LA MONDIALISATION

Indépendamment du débat théorique sur l'état et le devenir de la mondialisation, le processus qui se déploie n'est pas lesté des contrepoids nécessaires à l'équilibre. En conséquence s'exacerbent les écarts et les disparités générateurs de fractures puis de ruptures. Aux nations les plus industrialisées qui peu à peu « basculent » dans la société de l'immatériel s'ajoutent à un rythme de plus en plus rapide des régions entières, fortes souvent d'une grande culture (dans l'ordre technique, notamment) qu'elles semblaient avoir oubliée. Ces régions deviennent nos partenaires/concurrents. D'autres parties du monde n'en sont pas encore rendues à ce stade, tel est le cas de l'Afrique ou de certaines parties de l'Asie ou de l'Amérique latine. Des efforts sont à mener, dans le cadre des programmes des Nations-Unies notamment ou de partenariats avec l'Union européenne, afin de permettre à ces régions de participer davantage à la mondialisation et de recevoir les fruits de la croissance. A ce sujet il convient de se référer aux travaux récents et à venir du sommet mondial des Nations-Unies sur la société de l'information. Sans attendre la gouvernance mondiale, s'impose l'établissement de règles internationales qui accompagnent le déploiement de la technique de règles protectrices.

Le Conseil économique et social soutient toutes les incitations qui visent à résorber toutes les fractures nées du déploiement de la technique. La prise en compte des normes du travail de l'OIT, le multilatéralisme commercial et l'internationalisme constituent le fondement d'une architecture toujours à parfaire.

*
* *

Rencontré sous la plume d'Edouard Glissant le terme de « mondialité », non-présent au dictionnaire, semble plein d'intérêt pour dire un changement qui ne finit pas. Tout conclut à l'impossible pause ou interruption dans un mouvement que rien ne saurait figer.

Née du génie propre à l'être humain, la technique est au cœur de la métamorphose perpétuelle du monde. Imagine-t-on entraver son développement qu'elle resurgit ailleurs, pareille ou autrement, fertilisant toujours davantage l'acte productif.

A un siècle de distance et très différemment, Karl Marx et Raymond Aron ont caractérisé le processus que le penseur français qualifiait « *d'irrésistible* ». La dynamique qui en résulte se révèle impitoyable pour les individus et collectivités qui n'en sont pas. Elle se révèle porteuse de tous les espoirs pour ceux qui « en sont » ou, mieux, qui seront à son origine.

En être ne va pas de soi. Cela résulte de la réunion de conditions dont cet avis dresse un premier inventaire. Il s'agit de la fertilité du complexe immatériel qui n'existe que par la connaissance et le savoir et dont les détachements précurseurs explorent des territoires dont les frontières passées interdisaient l'abord. Ces nouveaux territoires sont ceux, par exemple, du dévoilement de l'infiniment petit articulé à l'infiniment grand.

Tous les aspects de l'activité et de la vie ne sont pas pareillement affectés. Aucun, cependant, n'échappe aux conséquences de l'envoi d'un nombre croissant d'êtres humains sur la nouvelle frontière qui est celle de la connaissance.

Au plus loin des précurseurs, c'est à bas bruit et à la façon de l'onde dont l'intensité décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de son épicycle que l'immatériel diffuse. A y regarder bien, toutes les activités humaines sont affectées peu ou prou.

Dès lors, sauf à entrer dans une perspective apocalyptique, il reste à se poser la question des tenants et aboutissants visibles de la mondialité. Parmi ceux-ci figure en premier une logique de localisation de l'activité productive qui rompt de plus en plus les amarres avec ce qui a caractérisé la première révolution industrielle : la proximité physique des ressources énergétiques. L'activité productive niche désormais dans la ressource immatérielle, génératrice des avantages compétitifs modernes et d'une distribution nouvelle de la « richesse des Nations » qui en tout état de cause doit mieux profiter au plus grand nombre.

Il est de bon ton de voir dans le neuf qui arrive un objet de malédiction. Il semble utile de contrarier avec force cette idée et regarder à partir du point de vue inverse.

Alors, de bonnes nouvelles apparaissent. La société de la connaissance permet à l'être humain de faire un pas supplémentaire en direction de ce qui le distingue, en particulier, dans l'univers : la capacité de création jusque-là entravée par la pénibilité du travail. Il y a là moyen d'enchanter la solitude, également toute particulière, de l'être humain.

On sait désormais que de tous les organes humains, le cerveau est celui qui résiste le mieux au vieillissement, hors accident neurovégétatif. Il y résiste d'autant mieux qu'il dispose du carburant approprié qui est justement le carburant de la société de la connaissance. Les statistiques de mortalité des travailleurs de la connaissance avaient fait constater cela. Depuis, la science l'a établi. Cela condamne tous les discours sur la fin du travail. Au contraire, marchand ou non, le travail est un aliment essentiel de la vie.

En espace clos, l'être humain a tendance à se sentir à l'étroit et à vouloir élargir son espace au détriment d'autrui. La société de la connaissance brise au moins en partie ce huis clos puisque toute question réglée ouvre sur une autre question plus vaste encore sans qu'il puisse être envisagé de fin, dès lors que l'ignorance restera toujours infinie. Ainsi chacun est invité à investir un espace qui n'est pas disputé par un autre et est donc extérieur.

L'obscurantisme est donc en l'espèce, ici plus qu'ailleurs, mauvais conseiller. Mieux vaut la lucidité qui réfère aux lumières, lucidité dont René Char nous rappelle heureusement *« qu'elle est la blessure la plus proche du soleil »*.

Le Général de Gaulle a pu écrire : *« A l'antique sérénité d'un peuple de paysans, certain de tirer de la terre une existence modeste et assurée, a succédé, chez les enfants du siècle, la sourde angoisse des déracinés »*. Reste à construire les temps nouveaux. Il s'agit là d'une *« ardente obligation »*.

Deuxième partie
Déclaration des groupes

Groupe de l'agriculture

L'investissement immatériel est une donnée essentielle de l'évolution du monde.

En agriculture, par exemple, les conditions de travail se sont considérablement transformées depuis les cinquante dernières années. Certaines des machines font aujourd'hui appel à l'information satellitaire, alors qu'après-guerre le cheval tirait encore la charrue.

Ces progrès ont permis un développement très considérable et extrêmement rapide de l'agriculture en quelques années. Ils se sont également accompagnés d'une amélioration de la qualité des process agricoles qui sont de plus en plus respectueux de la nature.

L'immatériel participe à la transformation graduelle et progressive de notre environnement. Il prépare assurément la compétitivité de demain, même si l'on ne doit pas négliger d'autres facteurs comme les facteurs matériels et surtout, les facteurs humains.

Concernant plus particulièrement les biotechnologies et les sciences du vivant, les enjeux sont tels pour le devenir de l'agriculture mais aussi pour notre sécurité alimentaire et encore pour la société tout entière, que le groupe de l'agriculture se réjouit de l'intérêt que semble y porter l'avis.

Depuis fort longtemps l'Homme a cherché à hybrider les plantes et à croiser les animaux. Cela a permis des améliorations pour notre société qui y puise des bénéfices incontestables.

L'avancée de la connaissance permet aujourd'hui de mener ces recherches encore plus loin. Il faut la favoriser. Comme la thérapie génique redonne espoir à des milliers de malades, elle doit aussi pouvoir ouvrir sur un large champ de sélection et d'adaptation des plantes à nos besoins. Prenons garde à ne pas nous laisser manipuler par une désinformation qui serait contraire à nos intérêts. Car enfin, comment peut-on à la fois revendiquer le recours aux sciences du vivant pour soigner des maladies humaines et décourager la biotechnologie sur les plantes par des destructions sauvages de plate-formes de recherche ? Ce qui paraît ici le plus important est l'association de la société aux travaux de recherche, dans un esprit positif de transparence, d'harmonisation et de précaution.

Il faut par ailleurs avoir bien conscience des enjeux qui sont en cause. La course à la recherche est, ici aussi, une réalité forte. Si nous ne parvenons pas à maintenir notre avancée dans ces domaines, si nous ne parvenons pas à mobiliser les financements nécessaires, il est à craindre que nous ne perdions à terme notre puissance agricole et donc notre indépendance alimentaire. Nous serons alors victimes d'importations de pays qui ne respectent pas les mêmes règles de production que les nôtres ou qui ne se soumettent pas aux mêmes normes ni aux mêmes contrôles que ceux exigés dans l'Union européenne par les consommateurs eux-mêmes.

Groupe de l'artisanat

Contrairement à ce que prédisaient les experts dans les années 1990, l'artisanat n'a pas disparu suite à l'industrialisation, mais gagné en nombre d'entreprises et en création régulière d'emplois, devenant ainsi la première entreprise de France. Le fait qu'aujourd'hui, un certain nombre de métiers accueillent des femmes, chefs d'entreprise ou salariées, est un exemple de la complémentarité du travail dit « matériel » et du concept intégré par nos entreprises de « l'immatériel »

Ces évolutions ne sont pas le fruit du hasard. Elles sont dues à l'introduction, en permanence, des améliorations techniques dans les métiers ainsi qu'à la prise de conscience du pouvoir de la réactivité au changement sur l'emprise de la concurrence. Il faut entendre par-là, l'ingéniosité déployée par chacun pour satisfaire aux exigences croissantes des clients mais aussi les efforts du secteur pour anticiper les bouleversements.

Les fonds d'assurance formation pour les non salariés, suivis de près par celui des salariés ainsi que les pôles d'innovation que le secteur a mis en place ont ainsi permis d'approfondir les connaissances, d'accéder à la recherche, de bénéficier d'une veille technologique, aidés en cela par le fonds documentaire et les apports techniques et scientifiques de l'Institut supérieur des métiers.

Dans le cadre de la diffusion des technologies de l'information et de la communication, une plate forme de formation à distance « e-formation » a été créée à partir de contenus adaptés.

Face au risque de voir les actes de production quitter les territoires, l'artisanat partage la mobilisation et le renforcement de ces efforts.

Au niveau national, ils devraient porter sur la mise en œuvre d'une stratégie industrielle et de recherche, prenant pleinement la mesure de la contribution de l'investissement immatériel à l'acte productif dans toutes ses dimensions économiques et sociales.

Comme le constate le dernier rapport du conseil d'analyse économique, cette stratégie est urgente pour que la France retrouve le chemin de l'innovation, sans pour autant tomber dans le travers des « 80 % d'une classe d'âge au bac », en concentrant cette fois, tout sur l'enseignement supérieur. Si le redéploiement en faveur de la recherche est souhaitable, il faut éviter que le balancier aille trop loin. Le secteur artisanal, creuset de la réflexion et de la recherche appliquée, revendique, ici, la reconnaissance de ses multiples inventions qui, aujourd'hui, sont, pour certaines d'entre elles, les berceaux de grandes entreprises.

C'est la raison pour laquelle, la culture de projet doit être introduite, dès le plus jeune âge et dans tous les établissements de formation et que doit être poursuivie la généralisation de l'accès au très haut débit aux meilleures conditions de prix, de qualité et de sécurité, dans la mesure où seulement 20 % des territoires sont aujourd'hui couverts par le haut débit.

Cette proposition est de la plus haute importance, quand on sait combien les artisans assurent leur dynamique. Que serait, en effet, un territoire sans artisans ?

Par ailleurs, il faut renforcer les structures d'appui au conseil pour faire émerger les projets innovants et adapter les dispositifs à la spécificité des activités. Sur ce point, le terreau d'accueil de la technique doit être fertilisé par la valorisation des filières techniques et scientifiques et la remise en cause des contenus et modes d'instruction, notamment en dépassant le « déjà su » pour apporter à chacun les moyens de maîtriser ses peurs pour faire face, demain, à l'imprévu.

Dans le prolongement de la création en région des « clubs de dirigeants » lieux de rencontre entre l'artisan et l'université pour une meilleure connaissance de l'entreprise et de ses stratégies, il faudrait introduire la connaissance de l'entreprise artisanale dans l'enseignement supérieur. Ce serait en effet un terreau potentiellement fertile de repreneurs d'entreprises et d'émergence de projets innovants.

L'avis, ouvrant largement la voie du meilleur parti à tirer de l'alchimie entre l'homme et la technique, le groupe de l'artisanat l'a voté.

Groupe des associations

Ce rapport et cet avis sont l'aboutissement d'une réelle maturation à propos d'un sujet qui préoccupe le rapporteur depuis longtemps. Nous sommes conscients aujourd'hui, en effet, de vivre largement de l'immatériel et cependant nous avons du mal à cerner sa nature, ses évolutions, ses conséquences. L'immatériel est à la fois au cœur du processus d'innovation et de développement, facteur de croissance pour les entreprises mais porte, en lui-même, également un risque d'exclusion professionnelle et personnelle accélérée.

Nous savons que toute innovation technique exige, pour produire des effets, d'être réellement appropriée par ceux qui l'utilisent mais aussi que la société la reçoive avec confiance. Comme le dit l'avis, l'obscurantisme est l'entrave la plus absolue à son accueil. Certes, mais le doute, voire la suspicion, ne sont-ils pas légitimes ? L'accumulation de découvertes dans tous les domaines et leur vitesse de propagation dans le quotidien se fait parmi des populations qui sont dans l'incapacité d'exercer une expertise à leur sujet. Elles se fient donc à des rumeurs contradictoires qui ne peuvent qu'engendrer la méfiance.

En ce qui concerne l'acte productif lui-même, l'avis souligne les risques d'obsolescence rapide des savoirs, dus à la rotation accélérée des produits et services, la nomadisation qui réduit l'espace physique et également la distinction entre temps privé et temps professionnel qui perturbe la vie privée. Cette situation engendre, entre autres, une fragilisation des personnels, notamment psychique, et pour beaucoup une réelle souffrance. L'avis en conclut que ce nouvel état de choses nécessite des règles de conduite que le droit ne sait pas

encore établir. Et nous le citerons : « Morale ou éthique instituent alors des repères dont la construction s'impose au quotidien pour la sauvegarde des droits fondamentaux de l'être humain ». Il n'est que de voir aujourd'hui comment la technique des TIC exploite le capital humain bien formé des pays en développement pour éviter d'appliquer des règles du jeu construites et négociées.

Les recommandations préconisées par l'avis vont dans le bon sens. Il n'est pas possible d'avancer sans une véritable connaissance de l'immatériel dans sa complexité. Nommer et quantifier est donc un premier impératif.

Il nous semble, quant à nous, que le développement de l'immatériel, condition indispensable du progrès, doit devenir à la fois facteur de développement économique, social et humain. Il convient de donner à tous, en particulier aux enfants, les moyens de s'approprier les différentes techniques de l'immatériel. Mais appropriation, invention, créativité ne peuvent se développer que dans une certaine confiance, une certaine stabilité. L'angoisse, l'excès de stress sont le plus souvent paralysants. Il faut trouver, ainsi que l'avis le préconise, les moyens de sécurisation et de portage collectif des risques.

Le travail de réflexion sur ces graves questions que l'avis appelle de ses vœux est urgent. L'immatériel est, comme toutes les avancées techniques, neutre, et peut être la meilleure et la pire des choses selon ce que l'on en fait. Il est indispensable dans ces conditions, d'éviter aussi bien une méfiance infondée, un rejet, qu'une fascination anesthésiante de la technique. Il convient de former les citoyens à la connaissance des conséquences notamment sur l'environnement social et psychologique de ces techniques et de développer un esprit critique dans ce domaine. C'est à partir de là qu'une construction des règles communes internationales peut s'établir utilement. Ce travail pionnier est remarquable, et le groupe des associations l'a voté.

Groupe de la CFDT

Cet avis nous entraîne dans l'analyse utile des changements profonds qui interviennent dans la production des biens et services et qui bouleversent l'économie et la société à un rythme accéléré.

En cela, il poursuit et approfondit le regard déjà apporté par les deux avis précédents. Il cerne de façon précise les éléments de changements introduits par les technologies nouvelles et la dématérialisation du travail qu'elles induisent de plus en plus, les enjeux – atouts et risques – qu'elles entraînent et il nous propose des recommandations utiles aux pouvoirs publics pour anticiper et organiser positivement le nouveau monde productif en développement.

Parmi les conditions qui en sont indispensables, la CFDT insiste sur la nécessité de ne pas laisser se développer de nouveaux mécanismes d'exclusions et au contraire d'utiliser ces changements avec la volonté de réduire les inégalités existantes, entre les pays, entre les personnes. Car le monde décrit principalement dans ce rapport est pour l'instant limité à une petite minorité

d'États et dans nos pays développés aussi : bien des personnes, par exemple, n'ont pas accès aux TIC et à leur usage.

Cette société de l'immatériel repose de plus en plus sur les savoirs, sur l'agilité à les utiliser dans des situations évolutives, sur les capacités d'abstraction et d'adaptation rapide. Elle s'appuie nécessairement sur les compétences et sur l'accord des personnes pour les mettre au service de leur travail dans leur entreprise ou administration. Cela justifie pleinement la volonté de la CFDT de mettre un accent renforcé sur la négociation, pour l'introduction des changements, l'évolution des processus de production et des organisations du travail. Plus le travail nécessite l'apport des capacités, plus l'adhésion des personnes est indispensable. Or, elle ne peut s'obtenir de façon durable que par des organisations du travail à la fois efficaces et respectueuses, des relations sociales à la recherche de compromis positifs, une reconnaissance de l'apport de chacun aux résultats, une politique de développement des ressources humaines et des possibilités d'évolution données à chacun.

Si certaines propositions auraient mérité un développement plus précis, notamment sur la construction des politiques sociales renouvelées dans les entreprises et administrations, la CFDT a néanmoins voté l'avis.

Groupe de la CFE-CGC

L'explosion des technologies de l'information et de la communication a fait émerger une nouvelle société tertiaire marquée par le développement de l'immatériel, à une échelle inédite.

Pour autant, la France ne saurait être uniquement un pays de services et de loisirs. A ce titre, le groupe de la CFE-CGC s'est prononcé en faveur d'un véritable plan de lutte contre la désindustrialisation. On assiste en effet trop souvent, dans un certain nombre de sociétés industrielles, à un freinage des investissements qui se traduit par le fait que les produits, les lignes de production deviennent obsolètes. Pour le groupe de la CFE-CGC, il est indispensable de réactiver l'investissement : investissement matériel d'une part, investissement immatériel, d'autre part, au travers, notamment, du soutien à la recherche et au développement, et ce, tant dans le public que dans le privé.

L'avenir de la France et de l'Europe dépend essentiellement de l'innovation, et donc de la recherche, notamment de la recherche fondamentale. On ne peut lutter contre les pays à main-d'œuvre bon marché que si l'on a toujours une innovation, une technique, un produit d'avance. Il faut investir massivement dans la recherche, attirer les chercheurs français en leur offrant des conditions de travail équivalentes à celles qui existent à l'étranger et développer des passerelles entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée. C'est le meilleur moyen de garantir l'innovation, la production et donc la richesse de demain.

L'avis évoque les bouleversements considérables qu'a subis le marché du travail. Ces changements devraient se traduire par plus d'autonomie et plus de responsabilité pour le salarié. Les frontières entre la vie professionnelle et la vie

personnelle sont de plus en plus fragiles. Force est de constater que les nouvelles technologies créent des liens permanents entre l'employeur et ses salariés dont l'encadrement en particulier. Les nouveaux modes de travail et de communication amènent l'encadrement à travailler n'importe où et à être joignable n'importe quand. Une réflexion doit être menée sur ce sujet afin que le travail et la vie privée retrouvent leur juste place.

Pour le groupe de la CFE-CGC, l'éducation, la formation tout au long de la vie, sont un impératif incontournable.

L'avis insiste également sur le fait qu'il faut sécuriser les parcours professionnels. Le groupe de la CFE-CGC ne peut qu'approuver la proposition alliant sécurisation des parcours professionnels et formation : elle permettrait certainement de redonner au travail toute sa place et aux salariés l'envie de s'investir.

Le groupe de la CFE-CGC souhaite notamment que des mesures soient prises pour que les salariés de plus de cinquante ans ne soient pas évincés du marché du travail. Plutôt que de vider l'entreprise de son « capital expérience », les entreprises feraient mieux d'aider les seniors à s'adapter aux nouvelles méthodes de travail.

Enfin, l'avis évoque le stress au travail. Les nouvelles technologies sont des outils fabuleux mais elles peuvent devenir un véritable boulet électronique. Le groupe de la CFE-CGC milite pour faire reconnaître et traiter le stress comme maladie professionnelle.

Le groupe de la CFE-CGC a voté l'avis.

Groupe de la CFTC

La société de l'immatériel est une réalité : au cours des dernières décennies, le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC) a notamment et profondément transformé l'organisation productive des entreprises. Ces technologies sont présentes dans tous les domaines, avec de grandes et fortes potentialités. Elles permettent de démultiplier les productions, d'alléger les charges physiques et financières, d'optimiser les marchés... Mais elles comportent aussi des risques, notamment pour les travailleurs, premiers acteurs de l'acte productif et pour la société toute entière.

Ainsi les conditions de travail et de vie qui en résultent peuvent rendre plus difficile la réalisation des projets des hommes et des femmes, tant en ce qui concerne leur parcours professionnel que leur participation à la vie de la société.

Dans tous les secteurs d'activités s'accroît la part des tâches qui font appel à des connaissances de plus en plus grandes, de plus en plus abstraites et de plus en plus éphémères ; ce qui entraîne flexibilités des emplois, mobilités, voire remises en cause des qualifications et des compétences requises, nécessité d'accroître et de renouveler, rapidement et en permanence, les actions de

formation, sans garantie de pouvoir exercer les nouvelles compétences acquises dans un emploi adapté.

Cette évolution porte en elle le risque pour la société d'un fonctionnement dual qui ferait coexister un secteur adapté aux innovations technologiques et le secteur de ceux qui en seraient exclus, soit dès l'origine pour ceux qui n'auraient pas eu la capacité d'y accéder, soit en raison de difficultés rencontrées dans l'appropriation de ces innovations ou dans la tenue du rythme de leurs évolutions.

Plus fondamentalement, l'avis laisse subsister une ambiguïté sur la finalité de l'acte productif, tel qu'il est métamorphosé par les capacités techniques exponentielles de calcul et de communication.

D'une part, le rapporteur affirme, et nous l'approuvons : « il ne faut jamais perdre de vue que l'épanouissement des êtres humains est le seul objectif réellement important de l'activité humaine, se situant bien au-delà de la seule satisfaction de leurs besoins essentiels... ».

D'autre part, l'avis semble faire du développement de l'acte productif le déterminant des choix humains, plaçant l'être humain au premier rang des outils de la production et le consommateur devant être conduit à désirer les objets et services que la technique devient capable de produire.

Pour le groupe de la CFTC, il s'agit au contraire de faire le choix d'une autre forme de croissance qui soit à la fois au service du développement humain, et son expression même. La dimension immatérielle de la technologie, si elle peut fournir d'excellents outils d'humanisation ne constitue pas pour autant l'essence de l'humain.

Le groupe de la CFTC ne pense pas que l'incitation à produire et à susciter de nouveaux besoins soit de première urgence, mais bien plutôt la nécessité de permettre à chacun d'acquérir et de parfaire sa formation scientifique, technique et surtout humaine, dès le plus jeune âge et tout au long de sa vie. L'orientation professionnelle doit être repensée et la formation continue renforcée afin de permettre l'évolution des compétences par l'appropriation des techniques et des tâches qui font sans cesse appel à des connaissances nouvelles.

Les conditions et l'organisation du travail doivent également être redéfinies pour tenir compte des formes nouvelles de contraintes et de pénibilités que peuvent engendrer les nouvelles technologies introduites dans l'acte productif, notamment l'alourdissement de la charge mentale, les rigidités imposées par le travail en réseau, le stress suscité par l'urgence de la réactivité et l'exigence de qualité de la réponse attendue.

Le groupe de la CFTC approuve les recommandations de l'avis, notamment celles qui reprennent les propositions du Conseil économique et social énoncées, en juillet 2003, dans l'avis sur « La place du travail » : repenser le contenu du travail, permettre aux acteurs de participer à l'organisation du travail, sécuriser et dynamiser les parcours professionnels de tous par la

définition et la mise en œuvre d'un véritable statut du travailleur, faire évoluer les structures et les règles du droit des affaires, du commerce et du travail, tant sur un plan communautaire et international qu'au niveau national.

Le groupe de la CFTC a voté l'avis.

Groupe de la CGT

Il y a peu, on appelait improductifs les salariés qui travaillaient dans l'immatériel, jusqu'au jour où l'on a considéré qu'ils devaient être intégrés à la production. Nous sommes rentrés dans un mouvement de développement important de l'immatériel ; le traitement de l'information devient un facteur de production à part entière. L'apport des TIC repose sur la capacité d'adaptation et de décision de ceux qu'elles aident à travailler, ainsi que sur la possibilité des équipes de travail de s'organiser et de coopérer. Le développement de la démocratie devient nécessaire pour une meilleure efficacité, pour une meilleure productivité.

La révolution informationnelle en cours a pour conséquence de développer les activités de services, de transformer le travail, la relation entre les Hommes, le rapport entre individuel et collectif et de modifier considérablement le rapport au temps et à l'espace. De ce fait, comme le souligne le rapport, la société de l'immatériel devra mettre en avant l'intelligence des Hommes, la connaissance des autres, la liberté et la culture.

L'avis nous immerge totalement dans la société de l'immatériel. Cependant, dans les pays industrialisés, à peine 1 milliard d'individus sont concernés, et près de la moitié de la population est exclue de cette sphère.

En Chine, ce sont à terme 25 000 élèves par an qui seront formés pour la création et le développement de logiciels. L'exportation combinée de l'Inde et de la Chine en images virtuelles aura un poids décisif à l'échelle mondiale. Si aucune réflexion, ni préparation sérieuses, surtout en recherche fondamentale et appliquée, ne sont mises en place, des dizaines de milliers d'emplois en Europe seront mis à mal.

Aussi, soutenons-nous la proposition, en particulier dans les institutions représentatives du personnel, d'une information régulière et non réservée aux périodes de crise.

La CGT soutient également la proposition de l'élaboration d'un statut du salarié constituant un véritable système d'assurance travail-formation tout au long de la vie professionnelle.

Nous approuvons les préconisations concernant l'extension du rôle de l'Etat et la nécessité du maintien des services de recherche et des laboratoires sur le territoire français. En revanche, nous aurions souhaité y voir inclure des mesures contraignantes pour les employeurs qui réalisent des délocalisations hors de l'hexagone.

Pour la CGT, le texte ne va pas assez loin en matière de lutte contre l'exclusion : celle des chômeurs, des travailleurs pauvres, des 6 à 7 millions de salariés en situation difficile ou des milliers d'adolescents sortis de l'école et en situation précaire ; il aurait pu développer des mesures volontaristes pour endiguer les risques d'une véritable aggravation de cette exclusion. Il aurait peut-être dû aussi souligner les risques de manipulation de l'opinion dans l'utilisation d'images virtuelles intégrées dans le réel et destinées à une consommation télévisuelle.

En outre, la prise en compte économique des travaux immatériels devra trouver des solutions originales, tant au niveau de son intégration comme valeur, création de richesses, que dans le capital social et « bilanciel ».

Il n'est pas inutile de rappeler le rôle important que peut et doit jouer la recherche publique, au moment où 15 000 chercheurs lancent un cri de détresse concernant l'insuffisance des moyens mis à leur disposition.

Enfin, se pose pour les travailleurs de l'immatériel, comme le recommande l'avis, « le perfectionnement des outils de l'appréciation du travail dont les résultats n'ont pas toujours la visibilité directe pour en assurer la juste rémunération ».

Le groupe de la CGT a voté l'avis.

Groupe de la CGT-FO

Le groupe FO souhaite saluer le travail réalisé par la section des activités productives, de la recherche et de la technologie sur un sujet aussi complexe que novateur qui prolonge une réflexion dont le Conseil économique et social ne pouvait se dispenser.

La grande mutation vers une économie de l'immatériel change radicalement la nature, les lieux, les rythmes, la sécurité, l'organisation du travail et suscite des inquiétudes auxquelles le projet d'avis tente d'apporter des réponses.

Force ouvrière ne peut que saluer positivement l'avènement d'une ère qui substituerait à la pénibilité d'un travail abrutissant l'épanouissement intellectuel de chacun. Cependant, l'exclusion de nombreux travailleurs est un risque majeur face auquel notre société se doit de se prémunir.

La prise en considération de l'immatériel dans l'activité productive fait appel à un effort de recherche et FO réitère la demande du Conseil économique et social en faveur d'un accroissement de la contribution de la nation à l'effort de recherche. Il faut répondre aux légitimes revendications que défendent actuellement les chercheurs français pour obtenir des moyens suffisants. Ce qui vaut pour la recherche vaut aussi pour l'enseignement supérieur : en matière de recherche et d'enseignement il y a réellement urgence.

Dans le but de renforcer l'attractivité économique de la France, les investissements dans la recherche, la formation et l'éducation sont primordiaux.

L'éducation et la mise à disposition de tous les élèves de moyens d'accès aux technologies de l'information et de la communication sont indispensables, ce qui implique aussi une meilleure formation des enseignants et au delà de tous à tout âge dans ce domaine.

Nous soutenons la demande du Conseil économique et social de renforcer l'information et la consultation des salariés sur le devenir de l'entreprise ainsi que la négociation d'un véritable système solidaire permettant des transitions entre différents métiers et facilitant des évolutions de carrière. L'immatériel ne doit pas servir de prétexte à une précarisation de la situation des salariés. De même, la faculté offerte à chacun d'exercer tous ses talents à tous âges ne devrait pas aboutir à une remise en cause de l'âge de la retraite.

En ce qui concerne un sujet qui nous tient particulièrement à cœur, **l'égalité**, l'immatériel nous paraît constituer une formidable opportunité pour progresser du fait de l'absence de contraintes physiques, spatiales et temporelles.

Enfin pour Force ouvrière, le service public est et demeure essentiel pour une société juste : nous ne pouvons que saluer la recommandation de l'avis selon laquelle il doit être partie prenante de l'aventure de l'immatériel. Le service public est seul en mesure de garantir un accès de tous aux savoirs et connaissances et d'éviter la privatisation des capacités scientifiques, technologiques et informatiques de la planète. Le groupe FO estime qu'il conviendrait de réfléchir à la protection d'un « domaine public » du savoir, considéré ici, comme un bien commun de l'Humanité.

Il s'agit de défendre un des droits fondamentaux de l'Homme : l'accès au savoir et de lutter contre sa marchandisation qui serait contraire au développement du monde des idées.

Enfin une réflexion sur ce sujet devrait se poursuivre de manière périodique dans le cadre du Conseil économique et social sous des formes à inventer.

Le groupe Force ouvrière a voté l'avis.

Groupe de la coopération

Notre société est entrée dans une nouvelle ère. Les entreprises coopératives le vivent pleinement dans leurs métiers. Après avoir modifié les procédures de production et de distribution, la technique s'est incorporée dans les produits eux-mêmes, et révolutionne aujourd'hui notre vie quotidienne du téléphone portable à l'assistant électronique. La vitesse de mutation s'accélère et les innovations se succèdent. Certaines d'entre elles sont de véritables révolutions : nanotechnologies, technologies de l'information et des communications, ingénierie du vivant, etc.

Dans un monde ouvert, les avantages décisifs pris dans la compétition sont désormais dépendants de la matière grise. Mais « l'immatériel » ne génère pas nécessairement un monde idéal et le groupe de la coopération ne partage pas

toujours l'enthousiasme de l'avis devant une France qui serait en passe de devenir tertiaire. Il est attentif aux dérives possibles du « tout virtuel ». L'acte matériel productif doit être préservé sur le territoire que ce soit dans les secteurs agricole ou industriel car il contribue à la création de richesses et au bien-être dans notre société. Le groupe de la coopération ne veut ni d'une France sans techniciens, ni d'une France sans agriculteurs, ni d'une France sans commerçants et artisans. Les usines, les exploitations et les commerces sont autant de lieux où les populations se mélangent et donnent à la société des fondements humains.

La production de biens physiques, sans pour autant disparaître, doit désormais se conjuguer avec l'innovation et la création de valeur ajoutée. Le groupe de la coopération soutient les différentes mesures préconisées pour créer et innover dans les entreprises : marketing, design, recherche et développement, et d'une façon générale tout ce qui relève de l'image. Ces investissements dans l'immatériel sont indispensables pour pérenniser nos entreprises.

Pour le groupe de la coopération, il existe un véritable risque d'inégalités d'accès à cette société des savoirs et de l'immatériel :

- pour certains territoires notamment ruraux, l'avis insiste par exemple sur la nécessité de généraliser l'accès au haut débit ;
- pour les populations les plus démunies : dans les pays les plus pauvres et aussi au sein de nos sociétés développées pour ceux qui ne peuvent pas s'adapter à ces évolutions notamment dans le monde du travail, la formation est un axe d'action prioritaire.

Remédier à ces inégalités revient à donner aux territoires et aux plus démunis une chance nouvelle.

La société des savoirs et de l'immatériel fait appel à l'intelligence humaine, elle sollicite sa créativité. Elle conduit toutefois à s'interroger sur les modes de partage des pouvoirs et des savoirs et appelle à une nouvelle vision de la participation dans l'entreprise afin d'impliquer tous les acteurs. C'est pourquoi l'entreprise coopérative qui met l'homme au cœur de son activité, a toute sa place dans « ces temps nouveaux ».

Groupe des entreprises privées

Nous félicitons le rapporteur pour son travail. Avec l'immatériel, il a été au cœur d'une évolution qui est de plus en plus rapide, qui touche à la fois les individus, l'environnement et les entreprises.

L'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel est en effet la source d'immenses progrès mais aussi de ruptures et d'exclusions auxquelles il faut remédier.

Ces bouleversements existent déjà mais ils sont plus brutaux et nécessitent donc des actions spécifiques. Comme le précise l'avis, ils se produisent dans une économie de concurrence.

Celle-ci nécessite de prendre des mesures permettant de conserver dans notre pays les centres de recherche qui sont l'avenir de nos entreprises et de favoriser l'environnement de l'activité, afin de maintenir et de développer le travail et ainsi de diminuer le chômage.

Nos entreprises, comme toutes les entreprises, sont soumises à cette évolution et les anticipent, comme doivent le faire les personnes qui y participent et cela, quel que soit leur niveau.

Dans tous les métiers, il faut intégrer les nouvelles connaissances pour rester compétitif. L'arrivée de ces nouvelles méthodes de travail implique des formations spécifiques.

Il faut également intégrer ces connaissances dans les produits réalisés car le marché s'orientera vers ce qui est le plus à même de le satisfaire. L'entreprise risque, si elle est dépassée, de perdre ses clients et d'être conduite à périliter, entraînant les conséquences que l'on sait sur l'emploi.

Dans la sphère productive, il y a plus ou moins d'investissements immatériels ; intégrer ceux-ci dans la valeur de l'entreprise peut s'avérer nécessaire pour obtenir les financements indispensables à son évolution, ou même avoir une structure de bilan convenable.

D'une manière générale, les progrès dans une société des savoirs et de l'immatériel sont le fruit d'échanges constructifs. Ils nécessitent dans l'entreprise un travail d'équipe permettant de rassembler les acquis des expériences et des idées, pour permettre ainsi à tous d'utiliser la totalité des capacités de ses membres.

Le présent travail de prospective peut être un outil utile pour les réflexions de ceux qui agissent pour adapter notre pays à l'évolution actuelle de notre environnement.

Le groupe des entreprises privées a voté favorablement l'avis.

Groupe des entreprises publiques

Le sujet du rapport et de l'avis qui nous est soumis a une large portée dans l'espace et dans le temps. Il concerne, d'une part, l'actualité économique et sociale de notre pays avec cette dimension essentielle qu'est la mondialisation, d'autre part, la réflexion prospective, composante nécessaire de la préparation de l'avenir.

La rapidité de déploiement de très grandes innovations technologiques confronte les générations présentes à une véritable rupture que la France et l'Europe doivent maîtriser pour conserver ou retrouver leur dynamisme et leur place.

Le groupe des entreprises publiques souhaiterait insister sur un point qu'il juge essentiel. Se focaliser sur l'emploi tertiaire et l'activité immatérielle serait une grave erreur si l'on devait en déduire que l'on peut se passer d'une industrie forte et diversifiée. Il faut compenser la désindustrialisation engagée, pas

seulement en développant l'immatériel mais aussi par la promotion active de l'industrie sous des formes classiques ou nouvelles.

Notre groupe juge la structure de l'avis pertinente, comme l'articulation des recommandations autour de quatre grands thèmes :

- la production de richesses, condition nécessaire mais pas suffisante du progrès social partagé et de la paix dans le monde.
- les diverses formes de contribution de l'homme à la production de ces richesses, associant l'immatériel - la motivation, l'imagination, le savoir, le pilotage - et le matériel qui concrétise les projets.
- les conditions du progrès, thème essentiel, car l'Histoire prouve que la conscience, c'est à dire le sens des valeurs et des responsabilités, n'accompagne pas naturellement les progrès de la technique et de l'économie.
- enfin la mondialisation qui, dès aujourd'hui, est la toile de fond de l'économique et du social.

Nous approuvons, dans leur diversité, les préconisations de l'avis. Leur mise en œuvre demandera des efforts à toute la collectivité nationale. Quant à leur réalisation, elle exigera avant tout de l'ouverture d'esprit, de l'ambition pour la France, de la cohésion devant les défis et enfin de la volonté collective et individuelle.

Le groupe des entreprises publiques a voté l'avis.

Groupe de la mutualité

Par l'importance et la rapidité des bouleversements qu'il vit, le genre humain connaît une situation inédite dont on ne peut aujourd'hui entrevoir que les prémices. Cette analyse faite dans l'avis, conduit à privilégier une réflexion prospective permanente pour intégrer les évolutions qui se font quotidiennement. Cette fonction de recherche et d'alerte continue, représente le premier des défis des sociétés modernes. Or, cette réflexion se trouve freinée par la difficulté profonde de notre société à se projeter dans le proche avenir, alors qu'elle en a un besoin vital. En manque cruel d'anticipations crédibles, la France devrait donc réétudier les techniques et procédures de planification et construire des institutions qui aient cet objectif d'anticipation créatrice. C'est là le premier enseignement que retire le groupe de la mutualité de cet avis.

L'analyse du phénomène actuel est conduite avec vigueur dans le rapport et l'avis, et permet de mieux cerner ce que signifie le concept d'immatériel dans la société moderne. Cependant, bien que l'immatériel soit au cœur de multiples processus, le concept reste flou et son expression concrète insaisissable, car les catégories conceptuelles pour le définir ne sont pas encore construites avec certitude et ne sont pas a fortiori, partagées par tous. Là encore, des efforts continus restent à consentir pour les élaborer.

Le groupe approuve l'idée que l'immatériel puisse être le moteur de l'acte productif moderne. Mais sa traduction dans une société d'égalité des chances et de solidarité, de formation continue et de recherche permanente dépend des structures sociales qui l'utilisent. Aussi, avec le groupe des associations, le groupe de la mutualité estime-t-il que l'immatériel est la meilleure et la pire des choses, selon ce que la société en fait. L'exaltation optimiste d'un futur radieux est donc aussi réductrice que les sombres prévisions des catastrophistes. La révolution des techniques est la marque visible de l'immatériel dans ce qu'il a de plus noble, mais c'est la structure sociale qui, en se les appropriant, entraîne des effets d'épanouissement tout autant que d'exclusion. L'avis le note avec raison: le progrès technique ne se conçoit que s'il entraîne le progrès social. L'immatériel n'est pas en lui-même facteur d'intégration de tous dans une société pacifiée et ne favorise pas « naturellement » l'épanouissement de l'Homme. Il faut donc rester vigilant sur le contenu des évolutions qui se conduisent en son nom.

Le groupe de la mutualité approuve particulièrement la mise en exergue du couple sécurité/formation pour permettre à la société de l'immatériel de produire ses meilleures conséquences sur les sociétés humaines. Pour lui, la sécurité de l'Homme dans sa société est inséparable de la solidarité, comme la formation va de pair avec l'ouverture aux autres et la tolérance.

Développer la sécurité collective n'est pas, comme le croient certains, un facteur d'étouffement des capacités individuelles. Elle constitue, au contraire, par la confiance mise dans la collectivité, la réduction des stress et des angoisses qui caractérisent le déracinement actuel des masses urbaines, le terreau propice à l'expression de la personnalité créative de chacun. Cette créativité était jusque là entravée par la pénibilité du travail, mais aussi par l'incertitude sur la satisfaction des besoins fondamentaux : se nourrir, se vêtir, être en bonne santé.

Quant à la formation, elle est la condition pour que chaque élément du groupe social reconnaisse et accepte le progrès. Pour que l'immatériel porte tous ses fruits, il doit être reconnu et adopté par le groupe social où il s'inscrit. L'un des facteurs de ce processus psychosocial n'est-il pas la confiance dans l'avenir et dans l'autre, encouragée par la conscience de la solidarité du groupe social que, seule, une élévation du niveau de la connaissance peut produire ? Le stress de l'inconnu, l'angoisse des emplois précaires, l'incertitude qui pèse sur le maintien de la santé, la carence des mécanismes de prévention en matière de santé publique, ne sont pas des facteurs de développement de l'immatériel dans une société moderne.

Le groupe de la mutualité a voté favorablement.

Groupe des personnalités qualifiées

M. Jeantet : « De quel acte productif parlons-nous ? C'est assurément l'ensemble des actes productifs situés dans l'espace sociétal et pas seulement économique.

Plaidons pour l'élargissement de l'accès à l'immatériel - de la conception même des innovations à leur application - c'est ce que Jeremy Rifkin appelle « *L'Age de l'accès* » :

- accès nécessaire pour tous les individus, nous l'avons vu, à propos de la formation.
- accès nécessaire par et pour les organisations collectives notamment les associations et autres groupements de personnes qui jouent un rôle important d'appropriation et de diffusion et, par des partenariats avec les centres de recherche privés et publics, devraient voir leur rôle renforcé.
- accès pour tout type d'entreprise y compris les TPE et PME. Ceci concerne le haut débit comme l'avis le propose mais aussi les autres aspects de l'immatériel, dans d'autres champs, aussi bien en aval qu'en amont.

Je voudrais à ce propos particulièrement insister sur trois aspects :

- l'appel croissant à « l'intelligence » de chacune, de chacun dans l'entreprise, suppose un accès de tous aux processus innovants et d'une manière plus générale à la maîtrise des processus, procédés, outils « immatériels ». Mais il suppose en même temps un rééquilibrage entre le poids du capital financier et celui du « capital humain » (terme discutable mais répandu aujourd'hui) et donc une nouvelle approche valorisante de celui-ci. Vous indiquez vous-même qu'il faudra travailler en ce sens.
- dans le même esprit, il faudra également réimaginer ce que devra être dans le proche avenir une inclusion active des salariés dans les instances des entreprises, justement au moment même où elles font plus appel encore qu'hier à leur intelligence.
- l'appel à l'intelligence de chacun, à de nouveaux modes de travail, plus souples sans doute, ne doit pas être une occasion de balkaniser le social et le droit du travail mais plutôt d'inventer un droit qui prenne en compte les fortes évolutions en cours, et qui offre tout au long de la vie active une protection sociale forte et donc « intelligente » et juste.

Mais la question de l'accès ne concerne pas que les pays dits développés où ces aspects doivent être considérés avec une inventivité égale à celle des producteurs et utilisateurs « d'immatériel ».

Elle est un défi mondial pour le nouveau millénaire comme l'a fortement indiqué le « Sommet mondial sur l'information » qui s'est tenu à Genève fin 2003 et qui se clôturera au cours d'une 2^{ème} session à Tunis en 2005. (La France ayant été représentée à haut niveau en particulier par son Premier ministre). La déclaration de principes, que notre Conseil peut soutenir en toute convergence avec votre avis, parle « d'une société de l'information pour tous » et notamment des TIC comme d'un « puissant catalyseur de la croissance » pouvant favoriser un développement durable. Elle prône une société de l'information non pas uniformisante, conçue sur un seul modèle, mais au contraire « fondée sur le respect de l'identité culturelle » devant « promouvoir ce respect et favoriser le dialogue entre les cultures et les civilisations ». Elle contient des recommandations précises pour que les pays les moins bénéficiaires de la révolution immatérielle, notamment en Afrique, puissent être parties prenantes avec les pays avancés d'un « Pacte de solidarité numérique » et puissent faire appel à, ce que serait, un « Fonds de solidarité numérique international ». Il s'agit bien via cette déclaration et le plan d'action qui l'accompagne, de réduire les nouvelles fractures entre les pays développés et parfois en voie de rapide développement (comme l'Inde) et les pays en recherche de développement.

Je voterai, vous l'avez compris, votre avis ».

Groupe des professions libérales

Sur une question qui intéresse chacun de nous, puisque l'immatériel a déjà profondément modifié la vie quotidienne et les relations interpersonnelles, le rapporteur a su faire un bon diagnostic des besoins et des risques.

Trois axes développés dans l'avis apparaissent au groupe des professions libérales particulièrement fondamentaux :

1. L'un des enjeux majeurs est de faire que l'économie basée sur la connaissance s'applique au plus grand nombre, sous peine d'exclusions sociales irréversibles. L'exploitation de ce gisement que représente cette abondante information dépendra des investissements dans l'éducation, la formation et la recherche. Or, en ces domaines, la France est loin d'être en tête des pays occidentaux. Il est urgent de réduire ce qu'il est habituel d'appeler la « fracture numérique » entre « ceux qui savent » et « ceux qui ne savent pas » se servir d'un ordinateur. La maîtrise de l'outil informatique doit s'accompagner de l'acquisition de capacités d'analyse et de discernement vis-à-vis d'une information surabondante. C'est pourquoi le groupe des professions libérales rejoint totalement le rapporteur lorsqu'il affirme la nécessité de placer la richesse de l'être humain au cœur de l'acte productif, richesse qui se révèle aussi par la culture, la relation à autrui, par le développement et l'épanouissement de sa personnalité.

2. Il est fondamental, comme le souligne très justement le rapporteur, de mieux apprécier la part de l'immatériel dans l'acte productif. On évalue très mal le rôle moteur des NTIC (nouvelles technologies de l'information et de la

communication) sur la productivité de l'ensemble de l'économie. Les outils de mesure de la progression de richesse sont en effet inadaptés.

3. Face aux risques nouveaux (cybercriminalité, propagation de virus, piratage ...), il est impératif de repenser les règles du droit : l'internationalisation des normes et le recours à l'autorégulation s'avèrent plus que jamais nécessaires.

Pour le groupe des professions libérales, trois autres points auraient cependant mérité d'être davantage développés dans l'avis :

1. Les questions d'ordre éthique posées par la nouvelle économie, que ce soit l'exploitation commerciale des données personnelles, par exemple, ou le phénomène de conditionnement des esprits que risquent d'opérer certains messages et images véhiculés par les NTIC. Dans le milieu médical, si le recours à la télé-médecine, par exemple, est parfois utile, il se heurte à des limites en matière d'éthique et de déontologie : le face à face entre le médecin et son patient reste un moment fondamental. Le côté humain doit être préservé.

2. La nécessité de repenser certaines mesures de lutte contre le chômage : les heures de travail posté fixées par le code du travail peuvent quelquefois apparaître inadaptées à l'évolution de l'emploi « atypique » favorisé par les activités de l'économie de l'immatériel (temps partiel, horaires décalés, externalisation des tâches à domicile....). Le travail est en effet devenu non-linéaire.

3. Les fondements du concept de productivité méritent d'être revisité avec la montée des activités immatérielles et relationnelles tant dans les secteurs de services que dans les secteurs industriels. Les nouveaux déterminants de la productivité apparaissent en effet désormais plus que jamais liés à l'initiative toujours plus sollicitée des travailleurs.

L'un des risques les plus importants de la société de l'immatériel est de remettre en cause la légitime place de l'Homme dans la société. Il y a complémentarité entre le matériel et l'immatériel, et non substitution de l'un à l'autre. L'économie de l'immatériel rend les Hommes, individuellement, un peu plus maîtres de la conduite du processus de production. Cependant, il apparaît utopique de croire que, pour une part croissante de la population, le travail subi, répétitif, fermé et éreintant sera remplacé par le travail-passion, multiforme, ouvert et stimulant car reposant sur la créativité de l'Homme. De nouvelles formes de dépendance à la machine sont en train de s'installer, favorisées par son aspect ludique. Il faut se garder que le meilleur des mondes ne devienne le pire. Face à l'échange immédiat rendu possible par l'ordinateur, il est important de savoir ménager le temps de la réflexion, comme celui de la convivialité. L'enthousiasme généralisé pour l'immatériel ne doit pas masquer la nécessité d'en contrôler le développement.

Malgré ces quelques réserves, le groupe des professions libérales a voté l'avis.

Groupe de l'UNAF

Le groupe de l'UNAF remercie le rapporteur, notre collègue Hubert Bouchet, de permettre au Conseil économique et social de préciser sa réflexion sur « *L'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel* », de la compléter et de l'actualiser, car nous sommes au cœur de mutations fondamentales, en particulier dans l'organisation du travail et de la production. Des domaines nouveaux de recherche-développement s'ouvrent qui devraient marquer profondément nos économies et nos vies. En effet, l'innovation et l'excellence technologique sont désormais les moyens de la compétitivité et de l'attractivité de nos entreprises.

Des domaines nouveaux ouvrent de vastes perspectives, en particulier ceux qui conduisent à une transformation profonde de nos conditions de vie et de notre environnement économique, telles les nanotechnologies et les biotechnologies. Les micropuces ou les biopuces peuvent avoir de multiples applications dans le domaine de la santé et tout autant dans l'instrumentation médicale du diagnostic, ou encore dans de nombreux autres secteurs de la recherche de pointe s'appuyant sur de grands projets structurants (cancéropoles, neuropoles, génopoles). L'avis souligne ce que la recherche de pointe peut apporter à l'homme, car la finalité en est le mieux-être des personnes. Il insiste à juste titre sur le capital humain sur lequel repose la société des savoirs et de l'immatériel et en apprécie les atouts et les risques.

Le groupe de l'UNAF adhère aux principales recommandations de l'avis. Il souhaite cependant insister sur trois points :

1. *Renforcer nos structures de recherches, publiques et privées*, car elles sont les clés de la réussite et doivent susciter la créativité des chercheurs, surtout des jeunes. La politique actuelle ne va pas dans ce sens avec le gel des crédits, la limitation des flux d'entrée dans les laboratoires. Or, nous sommes au cœur des réalités du développement de notre pays et de l'Europe qui prennent du retard dans la compétition internationale.

2. *Réduire les risques d'exclusion ou de marginalisation de certaines catégories de travailleurs*. L'immatériel imprègne de plus en plus les actes productifs, avec le risque de laisser de côté celui qui a des difficultés à s'adapter aux évolutions inéluctables qui jalonnent sa carrière professionnelle. Des recherches et des initiatives devraient être favorisées, afin que les personnes handicapées et dépendantes, quel que soit leur âge, puissent disposer de moyens nouveaux leur permettant d'assumer leurs tâches quotidiennes ou de s'insérer dans une activité. Le groupe de l'UNAF approuve les dispositions de l'avis concernant la formation qui doit être renforcée et adaptée à tous types de publics ou de niveaux : formation initiale dès le plus jeune âge et orientation favorisant la réalisation personnelle ; formation technique et technologique ; formation tout au long de la vie, pour faciliter les reprises d'emplois ou les reconversions nécessaires.

3. Réguler les effets de la mondialisation. L'avis insiste sur ce point, pour éviter de grandes cassures entre pays riches et pauvres et harmoniser les potentialités du développement durable. S'il est un enjeu de la société du savoir, c'est bien ce dernier point. Or, l'évolution économique tend toujours à concentrer les richesses et la croissance dans les pays industrialisés, indépendamment de toute prise de conscience de la « finitude » des ressources terrestres et des risques liés au réchauffement climatique ou à l'épuisement des réserves énergétiques et minières. Le développement durable appelle une conscience accrue des solidarités planétaires ; il exige de mobiliser le gigantesque potentiel créatif et régulateur que peuvent jouer les technologies de pointe et l'intelligence humaine. Cela engage solidarité et partage, mais aussi une mobilisation des forces collectives et un réel partage des savoirs.

Le groupe de l'UNAF a apprécié l'approche d'un thème difficile, qui est au cœur des réalités de notre monde, avec perspicacité et un grand souci d'humanité. Il a exprimé un vote positif sur l'avis.

Groupe de l'UNSA

En plaçant l'humain au centre de l'analyse, l'avis montre combien l'omniprésence de l'immatériel, tant dans les processus de production que dans les instruments et les modes de vie quotidiens, débouche sur une évolution sociétale irréversible. Ces bouleversements qui s'effectuent désormais à un rythme particulièrement rapide, impliquent tous les acteurs de la vie économique : ménages mais aussi entreprises et pouvoirs publics.

Les mutations que l'on observe ne sont pas sans danger puisqu'elles s'accompagnent d'une précarité croissante et une tendance à l'aggravation des inégalités. L'UNSA partage, à ce sujet, la préoccupation de concilier progrès technique et accroissement des richesses avec l'amélioration des niveaux de vie de l'ensemble des composantes du corps social.

Pour suivre cette direction, il importe autant de diffuser les connaissances par la formation initiale et continue que de donner les moyens matériels et financiers, d'accéder aux produits.

L'UNSA regrette que les questions relatives au financement n'aient pas été approfondies. En amont, on peut pourtant s'interroger sur la compatibilité entre les exigences de retour rapide sur investissements des actionnaires et le « temps » de la recherche forcément plus long ; on peut aussi, en aval, se demander comment faire grandir une « demande solvable » lorsque le pouvoir d'achat du plus grand nombre stagne et pour certaines catégories régresse...

Pour tous ces aspects, il paraît nécessaire que le rôle des pouvoirs publics soit plus clairement défini et que l'Etat lui-même ne sacrifie pas ses dépenses d'investissements porteurs de développement économique et social. La puissance publique doit aussi, en amont, améliorer l'information de tous sur ce que représente exactement l'immatériel dans l'acte productif. Cette information doit, entre autres, comme le recommande l'avis, satisfaire celle « des salariés sur le

devenir de l'entreprise, les projets et prévisions à court et à long termes, doit trouver les formes concrètes et régulières dans le cadre des institutions représentatives du personnel, là où elles existent et ne pas être limitées aux périodes de crise ».

Le relatif flou désormais constaté entre vie professionnelle et vie privée ne doit pas se traduire par une régression au détriment des salariés. En ce sens, tant les différents aspects de la formation permanente que les conditions de travail - fût-il « à distance » - ainsi que les rémunérations doivent continuer à faire l'objet de négociations entre les partenaires sociaux. Cette forme de régulation doit s'ajouter à celle, indispensable, de la régulation mondiale. L'UNSA s'associe pleinement à la recommandation de l'avis pour « soutenir toutes les incitations qui visent à résorber toutes les fractures nées du déploiement de la technique. La prise en compte des normes du travail de l'OIT, le multilatéralisme commercial et l'internationalisme constituent le fondement d'une architecture toujours à parfaire ».

L'UNSA partage globalement les analyses développées dans cet avis et retrouve l'expression de ses préoccupations dans les recommandations formulées, même si nombre d'entre elles ont un caractère trop général. Elle a voté l'avis.

ANNEXE A L'AVIS

SCRUTIN

Scrutin sur l'ensemble du projet d'avis

Nombre de votants.....149

Ont voté pour.....149

Le Conseil économique et social a adopté.

Ont voté pour : 149

Groupe de l'agriculture - MM. Baligand, Bastian, de Beaumesnil, de Benoist, Ducroquet, Ferré, Le Fur, Marteau, Pinta, Rousseau, Sander, Szydłowski, Thévenot.

Groupe de l'artisanat - Mme Bourdeaux, MM. Delmas, Gilles, Kneuss, Perrin, Teilleux.

Groupe des associations - MM. Bastide, Coursin, Mmes Mengin, Mitrani.

Groupe de la CFDT - Mmes Azéma, Blassel, MM. Boulier, Bury, Denizard, Heyman, Mme Lasnier, M. Lorthiois, Mme Lugnier, MM. Mennecier, Moussy, Mmes Paulet, Pichenot, MM. Quintreau, Rousseau-Joguët, Vandeweege.

Groupe de la CFE-CGC - MM. Bonissol, Chaffin, Fournier, t'Kint de Roodenbeke, Sappa, Mme Viguière, M. Walter.

Groupe de la CFTC - MM. Deleu, Naulin, Picard, Mme Prud'homme, M. Vivier.

Groupe de la CGT - M. Alezard, Mme Bressol, MM. Decisier, Delmas, Demons, Mmes Geng, Hacquemand, MM. Larose, Manjon, Mansouri-Guilani, Rozet.

Groupe de la CGT-FO - MM. Bailleul, Bellot, Bouchet, Devy, Dossetto, Gamblin, Mme Hofman, M. Jayer, Mme Monrique, M. Pinaud, Mme Pungier, MM. Quentin, Reynaud, Sohet.

Groupe de la coopération - Mme Attar, MM. Ducrotté, Fosseprez, Jean Gautier, Grave, Marquet, Prugue, Segouin, Verdier.

Groupe des entreprises privées - MM. Bernard Boisson, Chesnaud, Michel Franck, Freidel, Pierre Gauthier, Ghigonis, Lebrun, Marcon, Noury, Pellat-Finet, Pinet, Roubaud, Scherrer, Pierre Simon, Didier Simond, Veysset.

Groupe des entreprises publiques - MM. Ailleret, Brunel, Chauvineau, Martinand.

Groupe des Français établis hors de France, de l'épargne et du logement - MM. Cariot, Dehaine, Gérard.

Groupe de la mutualité - MM. Caniard, Chauvet, Davant.

Groupe de l'outre-mer – M. Gata, Mme Tjibaou.

Groupe des personnalités qualifiées - MM. Bennahmias, Bichat, Bonnet, Brard, Mmes Braun-Hemmet, Brunet-Léchenault, MM. Dechartre, Duharcourt, Mme Elgey, M. Fiterman, Mmes Anne-Catherine Franck, Guilhem, M. Jeantet, Mme Lindeperg, MM. Maffioli, Motroni, Pasty, Piazza-Alessandrini, Pompidou, Steg, Mme Steinberg, M. Teulade.

Groupe des professions libérales - MM. Chambonnaud, Guy Robert, Salustro.

Groupe de l'UNAF - MM. Billet, Bouis, Edouard, Guimet, Laune, Mmes Lebatard, Marcilhacy, M. de Viguerie.

Groupe de l'UNSA - MM. Barbarant, Martin-Chauffier, Masanet.

RAPPORT

**présenté au nom de la section des activités productives
de la recherche et de la technologie
par M. Hubert Bouchet, rapporteur**

Par décision du bureau, en date du 5 octobre 1999, le Conseil économique et social s'est saisi du sujet intitulé : « *L'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel* ».

L'élaboration du rapport et du projet d'avis a été confiée à la section des activités productives, de la recherche et de la technologie qui a désigné M. Hubert Bouchet comme rapporteur.

Afin de parfaire son information, la section a successivement entendu :

- M. François Dagognet, professeur émérite à la Sorbonne ;
- M. François Kourilsky, directeur de recherche émérite à l'INSERM ;
- M. François Mahieux, directeur de la délégation générale RATP.net ;
- M. Dominique Peccoud, conseiller spécial au BIT ;
- M. Christophe Midler, directeur de recherche au CNRS ;
- M. Patrick Tejedor, directeur des opérations Airbus A380 ;
- M. Philippe Chauvet, directeur délégué de la SOFIRAD ;
- M. Guy Gautherin, délégué général de la conférence des directeurs d'écoles de formation d'ingénieurs.

La section a, de plus, effectué une visite de travail à l'Institut national de recherche en informatique et en automatique.

Le rapporteur a, en outre, rencontré de nombreuses personnalités qui ont bien voulu lui faire part de leurs réflexions sur le sujet. Il remercie particulièrement Mmes Dominique Simon-Calafuri, Frédérique Dupuy, MM. Hervé Juvin, Jean-Yves Merrien, Eric Birlouez, Alain Flageul pour leur apport à la rédaction de ce rapport.

La section et son rapporteur remercient l'ensemble des personnes ayant apporté leur concours à l'élaboration du rapport.

INTRODUCTION

De tous temps savoir et activité productive sont en interaction par la technique qui incarne une alliance renouvelée sans relâche par l'entremise de l'être humain.

Aux temps anciens, « savoir faire » et « tour de mains » traduisaient cette alliance dans la lente amélioration des outils et dans le perfectionnement des habiletés professionnelles. La lenteur d'alors donnait du lustre à la « sagesse des anciens » dont les descendants ne quittaient pas les traces. Il a pu être parlé à propos de ces temps évanouis « d'ordre éternel » assimilable à l'immobilité.

Ce qu'il est convenu de dénommer révolution industrielle a rompu avec l'ordre éternel et impulsé un mouvement qui jusqu'à nous se déploie à la façon de la réaction en chaîne. Cette révolution est l'œuvre de l'homme acharné à tenir le pari de Prométhée par la mobilisation des ressources qui le distinguent dans l'ordre vivant. Ces ressources sont dans l'orbite des facultés intellectuelles que l'être humain a, seul, en apanage.

C'est la mise en œuvre de ces facultés qui a déclenché le mouvement des transformations venu jusqu'à nous. Les premiers moments de déploiement de ce dernier ont vu l'industrie se construire de bois, de charbon, de minerai, d'électricité. Les fabriques se sont installées et ont progressivement bouleversé l'ordonnement ancien. Invités à rejoindre les fabriques, les hommes et les femmes se servaient des machines qui imposaient une loi dont Taylor et Ford auraient écrit les tables. En ces temps, le travail restait pour l'immense majorité à base de puissance physique, même si des machines sans cesse plus modernes s'installaient dans les usines pour effectuer des tâches qui ne seraient plus réalisées par les êtres humains. En cela le travail industriel brisait avec les temps d'avant où il procédait du corps à corps avec la nature attaquée à mains nues ou avec des outils rudimentaires.

La révolution industrielle marque l'entrée dans une ère nouvelle. Celle-ci va se caractériser par l'emprise croissante de l'être humain sur son entour par le truchement de la connaissance qu'il en acquiert et met en application. Enclenché le mouvement perdure et prend de la vitesse en fonction de l'avancée des connaissances incarnées dans la technique.

A ce stade on ne sait s'il est une vitesse de croisière à pareil mouvement. A défaut, reste à en comprendre la nature et les ressorts pour l'action éclairée.

Dans la manifestation de cette volonté de comprendre ce qui n'avait pas de précédent de pareille ampleur, il était naturel qu'apparaisse un terme caractéristique. Celui d'immatériel s'est invité pour rendre compte du reflux de l'usage de la puissance physique dans l'acte productif.

A la faveur de l'industrialisation puis de l'avancée vers l'immatériel, la spécialisation des tâches et la diversification des métiers se sont installées. Outre l'opacité génératrice de « babélisation », la capacité à l'exercice professionnel n'a cessé d'enregistrer le reflux de l'appel à ce qui en avait fait l'ordinaire pour le grand nombre depuis l'origine des temps : la puissance physique.

L'immatériel, appelé aussi « donnée » ou « information » s'est incorporé d'abord dans l'acte productif, facilitant la tâche de l'opérateur quand il ne se substitue pas à lui, à tel point que la part humaine de la production peut se ramener à la surveillance du process et que l'activité essentielle de l'homme se résumerait à recueillir et traiter un ensemble de plus en plus dense d'informations en amont et en aval de la fabrication. Naturellement cela percute le travail humain et son organisation dans des proportions qui peuvent autoriser à parler de métamorphose.

Après l'acte productif, l'immatériel s'incorpore dans le produit fabriqué dont il renouvelle l'économie conduisant à ce que la dimension matérielle de l'acte productif devienne de plus en plus dépendant de ses amonts et aval.

De leur côté, les utilisateurs s'emparent des nouveaux produits pour, éventuellement, leur donner d'autres finalités auxquelles n'a jamais pensé l'inventeur.

Du monde de la production, l'immatériel a, en parallèle et non à la suite, gagné celui de la vie quotidienne et personnelle de chacun d'entre nous, pour en perturber l'ordonnement. Ainsi l'immatériel et ses outils qui lui permettent d'irriguer partout, conduit à effacer la frontière entre activité professionnelle et vie « privée ». L'abolition, même partielle, de cette frontière rompt avec un élément caractéristique des deux derniers siècles de notre Occident. Au vrai, elle renvoie à un mode « pré-industriel » où l'activité, l'acte productif, étaient proches de la vie quotidienne et s'effectuaient sur le lieu de vie, considéré indistinctement du lieu de travail.

De la même manière, les innovations techniques dont la rapidité croissante d'installation dans la vie de tous les jours est la marque, engendrent des bouleversements dont on n'a pas encore mesuré tous les effets. Certaines de ces innovations conjuguées entre elles, seront de véritables révolutions. Ainsi, dès lors que l'infiniment petit représenté par la microélectronique se trouvera « marié » à la biologie, le mouvement des « nanobiotechnologies » devrait prendre tout son essor. Inventer des circuits capables de s'intégrer dans la matière vivante, tel est un des objectifs de la science d'aujourd'hui, qui pourrait trouver une application concrète demain ou après demain.

Du fait de l'accélération de la vitesse des mutations, une seule génération voit actuellement se préparer, apparaître, se développer à la fois de nouvelles techniques et leurs applications dans la vie courante. Elle peut en voir aussi disparaître beaucoup. Il n'est que d'observer le temps de plus en plus court que met une découverte pour se diffuser sinon à l'ensemble de la population du moins à une large partie d'entre elle. Là où il fallait encore de l'ordre du demi-

siècle voire plus (l'automobile, l'avion...), là où il fallait encore aussi quelques décennies (radio, télévision...), la vitesse de diffusion des nouveaux outils de l'information et de la communication, bref des vecteurs de la société de l'immatériel, n'est plus que de l'ordre de quelques années, voire, quelques mois (internet...).

Le rapport sur « l'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel » invite à une « balade » dans le quotidien placé dans la position qu'avait Monsieur Jourdain par rapport à la prose. Chemin faisant se dévoileront des images donnant à suggérer ce que pourra être un avenir dont personne ne sait précisément dessiner les contours. Faute d'une précision hors de portée, le parcours permettra de vérifier si et comment l'immatériel et la société des savoirs sont à l'œuvre à partir de l'examen des actes les plus quotidiens de la vie et de ceux de la vie professionnelle comme des fonctions collectives ou non. Chemin faisant seront aussi observées les grandes fonctions collectives travaillées par l'immatériel et l'irrésistible ou l'impitoyable mouvement de la technique et de ce qui la conditionne.

Importera au final de produire les recommandations pour l'action de tous et de chacun en vue de ne pas rater le rendez-vous avec la société qui est déjà la nôtre et sera celle de nos enfants.

CHAPITRE I

MONSIEUR JOURDAIN DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

Le radio-réveil va sonner dans un instant. Aux temps pas très anciens, la sonnerie brisant le sommeil eut donné le signal du « parcours du combattant » d'une journée semblable à toutes. Il y aurait d'abord la mise en route de la maison avec les dizaines de tâches préalables à un petit déjeuner confortable : après déclenchement du chauffage, il faudrait débloquent les serrures des portes et ouvrir les volets des fenêtres, faire fonctionner tous les ustensiles nécessaires à la confection du petit déjeuner et à la réalisation de la toilette quotidienne, choisir la station du poste de radio et vaquer à toutes les occupations exigées pour que tout aille....

Tous naturels et incontournables alors, les gestes d'antan sembleraient fastidieux sinon inconcevables aujourd'hui. Entre temps, l'automatisation est intervenue. A bas bruit d'abord puis à cadence de plus en plus accélérée, la maison s'est équipée dans toutes ses composantes et dans toutes ses fonctions principales et secondaires. Un regard rapide suffit à donner idée de l'évolution intervenue dans les moyens progressivement inventés pour satisfaire à quelques grandes fonctions quotidiennes, parmi lesquelles chaque jour l'alimentation, l'hygiène, le confort, la distraction, reviennent nécessairement. Non quotidien et de périodicités différentes voire exceptionnelles, on peut, dans des ordres très différents, solliciter par exemple tout ce qui est afférent à la santé, à la défense ou à la guerre, à la communication, à l'éducation, au travail....

Observer chacune de ces fonctions à la lumière du passé récent par la comparaison des moyens d'y satisfaire à deux périodes distantes offrant contraste, constitue une méthode « rétroprospective » susceptible de fertilité.

I - DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL AU QUOTIDIEN

A - AU COMMENCEMENT : SE NOURRIR

Considérée dans la seule dimension ingénierie culinaire et hors de ce qui concerne l'aliment, les cinquante dernières années ont enregistré des bouleversements qui ne connurent pas de précédent dans l'outillage de la cuisine. L'emblématique moulin à légumes de la fin de la guerre a déclenché un mouvement qui perdure et voit tous les ustensiles de cuisine incorporer des fonctionnalités croissantes. Bien sûr, aucune grand-mère disparue au milieu du XX^{ème} siècle ne se retrouverait dans les cuisines aujourd'hui. De leur temps, l'acte producteur des repas juxtaposait des gestes et faisait usage de techniques

familiales de tous les ancêtres. Combustibles et ustensiles imposaient des règles et manières de faire auxquelles il n'était loisible de déroger qu'à la marge.

Au nombre des actes principaux figure l'allumage et l'entretien du feu nécessaire à la cuisson. A base de bois d'abord puis de charbon, la flamme nécessitait une attention soutenue sans laquelle la meilleure recette eut échoué. Naturellement en amont le combustible avait été l'objet de travaux d'extraction, de préparation et d'acheminement considérables. Marmites, autres poêles et casseroles appelaient du soin pour satisfaire aux exigences d'une ménagère dont la pratique se situait toujours entre l'art et l'alchimie.

Cinquante ans après ces temps que les natifs de l'an 2003 de nos contrées considéreront immémoriaux, que suggèrent les modalités contemporaines de la réalisation de la fonction alimentaire de la maison ?

Pour ce qui concerne le combustible, bois et charbon ont cédé la place à l'électricité, au gaz qui alimentent fours, plaques de cuisson et micro-ondes asservis à des systèmes de réglage qui exonèrent la ménagère de la nécessité de ne jamais quitter sa cuisine des yeux.

Quelques extraits de ce qui aujourd'hui satisfait à la préparation des repas éclaire sur ce qui nous sépare d'hier. Mieux que toute autre, une incursion dans l'univers du premier salon des arts ménagers du III^{ème} millénaire donne à voir l'étalage de l'offre technique disponible.

A commencer par la batterie de cuisine, composée d'ustensiles plus légers, plus maniables, dotés de poignées ergonomiques, de couvercles transparents permettant de surveiller la cuisson - la fonte d'aluminium a remplacé petit à petit la fonte d'acier - les fonds, extra-plats, peuvent indifféremment passer du gaz à l'électricité ou aux plaques de vitro-céramique. Révolutionnaire en son temps, la cocotte-minute s'est perfectionnée au fil des années et l'éventail de ses possibilités s'est élargi : on peut y mijoter, y cuire à la vapeur, le tout en quelques minutes. De nouveaux ustensiles tels que le « wok » asiatique, poêle creuse permettant de faire revenir tous les ingrédients en petits dés, les paniers en bambou pour la cuisson vapeur, témoignent de l'intérêt pour les cuisines exotiques. Les revêtements anti-adhérents qui recouvrent l'ensemble des moules et casseroles, empêchant les aliments d'attacher, permettent de diminuer, voire de supprimer l'apport en matière grasse. L'électrification d'une série de petits ustensiles, hachoirs, moulin, râpes, facilite la préparation des ingrédients tandis que la mayonnaise est confiée au mixer dont les vitesses modulables permettent de monter indifféremment des sauces qui requéraient autrefois un tour de main particulier. La technique est partout. La moindre poêle, la moindre casserole sont un concentré de savoirs accumulés.

Si l'on considère maintenant l'alimentation à partir du contenu des repas, l'image d'hier évoque des produits le plus souvent bruts ou qui n'ont subi qu'une transformation sommaire. Au milieu du XX^{ème} siècle, la révolution commerciale n'a pas eu lieu et l'industrialisation alimentaire en est au début de son élan. En ce temps-là, le commerce de proximité fait loi, complémentaire de la relation

directe entre producteurs et consommateurs. Un rapide coup d'œil au panier de la ménagère des années 1950 permet de caractériser la situation d'alors. Quelques produits en constituaient la base, produits dont la consommation n'a cessé d'évoluer. Ainsi de 1950 à 1998, la consommation de pain a diminué de moitié (un peu plus de 120 kg/personne/an en 1950, 60 kg en 1998) ; la diminution de celle des pommes de terre est également très nette (d'environ 125 kg en 1950 à 66 kg aujourd'hui) ; la consommation des légumes et des fruits s'est fortement accrue : de 60 à 124 kg/personne/an pour les légumes (frais et transformés) et de 40 à 65 kg/personne/an pour l'ensemble des fruits ; celle de tous les produits d'origine animale a augmenté très significativement : de 80 à 130 kg/personne/an pour le lait et les produits dérivés, de 44 à 88 kg/personne/an pour l'ensemble des viandes et de 11 à 25 kg/personne/an pour les poissons, crustacés et coquillages. Dans le domaine des boissons, les changements sont massifs : la consommation globale d'alcool a diminué au profit de celle de jus de fruits, de sodas (de 7,5 à 52 litres par personne et par an de 1950 à 1998) et surtout d'eau minérale (de 10 à 137 litres). Dans le même temps, la consommation de vin courant s'est effondrée (de 120 à 37 litres) sans être compensée quantitativement par l'accroissement de celle des vins d'appellation (de 4 à 28 litres).

Au total, les changements qui ont affecté la structure de la ration alimentaire et la consommation de la plupart des aliments ont donc été considérables. Ces évolutions ont été très marquées dans les années 1950 et 1960. Elles se sont poursuivies ensuite à un rythme plus lent et, depuis le milieu des années 1980, les parts relatives des grands groupes d'aliments (céréales et féculents, fruits et légumes, viandes, poissons, produits laitiers, corps gras) tendent à se stabiliser.

Au début du XXI^{ème} siècle, des relations directes entre producteurs et consommateurs perdurent pour de multiples raisons parmi lesquelles le souci de la qualité des produits et le plaisir de la fréquentation du marché. Pour l'essentiel cependant, l'alimentation se constitue de produits que l'industrie agro-alimentaire a transformés et que l'hypermarché distribue. Là aussi quelques incursions dans le panier alimentaire d'aujourd'hui suffit à éclairer l'écart d'hier à demain.

C'est le facile à préparer, à manger, particulièrement goûteux ou bon pour la santé qui s'est imposé. Les évolutions au sein de chaque famille sont favorables aux produits transformés ou différenciés : les céréales du petit déjeuner, les pains spéciaux, les pâtes fraîches, les pommes dauphines, noisettes et frites surgelées et les nouvelles variétés de pommes de terre fraîches, les fruits et légumes en conserve ou surgelés et les plats cuisinés, les découpes de volaille, les produits laitiers transformés... La différenciation des produits devient également de plus en plus fréquente.

Pour nombre de produits consommés par nos contemporains, la distance est grande entre la matière première végétale ou animale et l'aliment disposé sur la gondole du commerçant. Outre la matière de base, des adjuvants et excipients de toutes sortes ajoutent leurs propriétés ou jouent en catalyseurs. La formule de quelques produits transformés donne quelque idée du mélange ou de la combinaison auquel il est procédé.

Sur un « vulgaire » pot de mayonnaise toute préparée, l'étiquette indique la présence d'amidon modifié de maïs, d'arômes, de colorants, désignant les substances ajoutées au produit pour lui conférer texture et tenue. Ces substances sont aujourd'hui partout présentes dans la plupart des produits destinés à l'alimentation humaine et animale.

Les additifs ne sont pas une découverte récente. De tout temps l'homme a dû assurer la conservation et la protection d'une nourriture souvent rare et difficile à acquérir. Le premier conservateur chimique, le sel de mer, a été utilisé pour la conservation de la viande et du poisson dès la plus haute antiquité. Aujourd'hui que fait la ménagère en ajoutant une touche de fécule à la sauce de son rôti, si ce n'est profiter de la propriété épaississante de l'amidon présent dans la pomme de terre. Si le principe de l'additif est ancestral dans la chimie culinaire, l'isolement et la reproduction des substances jusqu'alors utilisées empiriquement sont récents. Leur développement a accompagné celui des industries alimentaires. Conservateurs, colorants, antioxydants et autres émulsifiants sont ajoutés intentionnellement dans un but précis d'ordre technologique, sanitaire, organoleptique ou nutritionnel. Ils visent à faciliter les procédés de fabrication, à assurer la conservation des produits en les protégeant d'un certain nombre d'altérations (rancissement, rassissement...) et à maintenir ou à améliorer leurs qualités sensorielles (consistance, texture, couleur et goût) et nutritionnelles. Ils font l'objet d'une réglementation très stricte.

Une incursion en amont de ce qui constitue l'alimentation conduit à la production agricole qui livre les produits de base et à toutes les industries qui habillent ces produits avant présentation aux consommateurs.

Sur la production agricole, la rétrospective superpose des images moyenâgeuses d'une agriculture que le progrès n'a massivement saisi qu'au milieu du XX^{ème} siècle. La période qui sépare les années trente de la nôtre a vu dans notre pays le paysan se métamorphoser en cultivateur de l'immatériel. Entre les années trente et nous, la révolution agricole s'offre à livre ouvert. Au début de la période, le progrès technique est en voie d'apparition. La connaissance est en cours d'accumulation et les avancées résultent plus de tâtonnements expérimentaux que d'applications de raisonnements savants. Pour l'essentiel, les techniques de production sont alors héritées du passé lointain. Les animaux sont rustiques mais de faible productivité ; les méthodes de sélection en sont à leur début. Les sols sont peu productifs : les engrais artificiels sont peu et mal utilisés quand ils sont connus. Les espèces végétales nécessaires à l'alimentation des animaux sont de faible rendement, la sélection n'est pas intervenue pour fournir

les graminées et les autres plantes hyper productives créées depuis. Sur un autre plan, celui de la mécanisation, les tracteurs commencent tout juste à remplacer les chevaux et les bœufs des attelages de labour et de transport. Les vaches sont traitées à la main avec un souci d'hygiène minimale. Si l'électricité est là (mais pas partout), la réfrigération n'y est pas. En aval, l'industrie de transformation n'a pas rompu avec l'artisanat. La population n'avait pas encore massivement rejoint les villes. Une majorité de produits continuait de s'échanger directement du producteur à un consommateur qui n'était pas encore sous le coup de la séduction publicitaire.

En ce temps-là, la nature imposait des lois que l'on n'avait pas encore suffisamment déchiffrées. A défaut, on continuait à défricher.

2003, il y a toujours la nature, les animaux, leur nourriture, leurs soins. Rien n'a changé et rien n'est pareil au point qu'on peut avancer que les pratiques actuelles et celles de 1950 sont plus éloignées que les pratiques d'avant la révolution de 1789 n'étaient distantes de celles de 1950. Un paysan de 1950 aurait plus de facilité à discuter « technique » avec son ancêtre du moyen âge qu'avec son fils ou le fils de celui-ci qui, lui ayant succédé, opère en ce début de III^{ème} millénaire.

De tous côtés, en effet, le progrès s'est emparé de l'univers du paysan. La haute productivité des animaux s'est accompagnée d'un accroissement de leur vulnérabilité qui réclame une aptitude à la prévention et aux soins qui emprunte à la science vétérinaire. Les sols, de mieux en mieux connus, produisent l'optimum à condition de recevoir des engrais dont les quantités et qualités procèdent d'un calcul sophistiqué alliant données techniques et économiques. Les espèces cultivées sont, elles aussi, saisies dans le mouvement perpétuel qui prend de la vitesse, voire change de nature, OGM obligent. Leurs conditions d'implantation et de prospérité changent. Il faut faire le bon choix des variétés et protéger les plantes pour assurer le meilleur rendement. La mécanisation généralisée réclame de son côté des capacités sans lesquelles l'efficacité souffre. En aval, dans sa presque totalité, la production est transformée par une industrie elle-même « hyper sophistiquée ». Celle-ci est soumise aux impératifs de qualité et contrainte de renouveler fréquemment ses produits pour fidéliser un consommateur mis devant l'abondance, traduite en une variété de possibilités d'achats qui le rendent vagabond.

De son côté, l'industrie qui transforme les produits n'est pas en reste. Le nomadisme du consommateur lui impose d'inventer sans cesse pour aller au devant de ses goûts et le retenir. Emblématique à défaut d'être représentatif, le créneau aliments/santé illustre la perspective. L'activité productive est ici affaire d'ingénieurs, d'ingrédients, d'arômes, de formules. Encore appelés formulateurs d'aliments, ces opérateurs de l'agroalimentaire ciblent alternativement les surpoids, les allergies alimentaires et se dédient plutôt aux sportifs, aux jeunes, aux dénutris. Soupes en paquet, compléments alimentaires en gélules, salade sous vide, jus... sont leurs produits selon les cas hypercaloriques et/ou diététiques et/ou bio...

Spectromètres et détecteurs en tous genres traquent les particules alimentaires et leurs composants. Des milliers de composants différents peuvent être dévoilés. On identifiera la présence d'allergènes ou de pesticides, on dévoilera l'origine d'une protéine précisant si elle vient du soja ou du blé, du lait ou d'une viande, on dosera des vitamines, on révélera la nature d'un arôme, synthétique ou naturel... Les prestations analytiques des formulateurs vont d'A comme Acide Acétique à Z comme Zinc avec un ou plusieurs composants derrière chaque lettre de l'alphabet.

La connaissance des particules élémentaires est essentielle à la fabrication du produit qui résulte d'un assemblage particulier. Un aliment se compose de l'addition de glucides, de protéines, de sels minéraux, de vitamines et d'autres composants. C'est une création réalisée à partir de milliers de composants dont l'ordinateur garde la mémoire active...

Ce qui apparaît à l'examen de la fabrique des aliments plus spécialement dédiés à la santé diffuse naturellement. De proche en proche, tous les aliments résultent d'un assemblage fait de mélange et de combinaison.

B - DU CÔTÉ DE L'HYGIÈNE

Pour l'hygiène et les soins quotidiens du corps, le contraste entre des photographies distantes de cinquante ans est aussi sans appel. A l'image cinquantenaire apparaissent des procédés rustiques et des produits pas encore saisis par le mouvement de sophistication ininterrompu jusqu'à nous, et pour le futur. Pour les procédés, faut-il rappeler qu'au milieu du dernier siècle, notamment dans les campagnes, l'adduction d'eau n'est pas encore généralisée et que la « fée » électricité n'a produit que peu d'effets ; de là une rusticité commune dans tout ce qui est afférent à l'hygiène et aux soins quotidiens du corps. S'agissant par exemple de l'exercice journalier du rasage, l'antique « coupe choux » commence tout juste à subir la concurrence du rasoir électrique alors que le jetable n'est pas inventé. Auxiliaire du rasoir, le blaireau et le savon à barbe sont immémoriaux. Par ailleurs, la salle de bain digne de ce nom n'équipe qu'un faible nombre de demeures et le chauffe-eau automatique est parcimonieusement répandu. Bien entendu, le sèche-cheveux n'existe pas encore.

Tout cela apparente l'hygiène et les soins du corps à une corvée à laquelle se livrer est fastidieux. Les statistiques démontrent naturellement que l'arrivée de facilités nouvelles s'est traduite par un progrès plus que proportionnel dans l'hygiène et le soin du corps ; en témoigne la douche devenue quotidienne.

En matière de produits, la liste est vite établie. Savon de Marseille et succédanés voisinent avec la brillantine Roja et le shampoing à formule unique. L'eau de Cologne et ses dérivées conservent un large monopole dans la parfumerie individuelle pendant que déodorants et autres adoucissants et excipients en sont au stade des promesses.

Elargir le regard conduit à tout ce qui concerne le linge et son entretien avec l'harassant travail de la lessive qui ne connaissait pas encore la machine à laver.

Quitter la photo jaunie de ces temps pas si anciens pour évoquer la façon et les moyens en œuvre pour assurer le même service aujourd'hui donne un aperçu du contraste. Reprendre l'exemple du rasage fait apparaître ce qui se faisait il n'y a guère plus de cinquante ans comme antédiluvien. L'exemple du seul rasoir démontre l'incessante transformation qui l'affecte pour le sophistiquer sans relâche. Ce que dit le message de promotion d'un nouveau produit récemment mis sur le marché est éloquent :

« Il possède deux lames extra fines qui épousent les formes du visage et glissent sans frottement. Grâce à son bouton rince-lames, il devient plus facile et plus hygiénique de se raser sans crainte des irritations. Son manche ergonomique permet un maintien parfait du rasoir, même les mains mouillées ».

A côté du rasoir, une pléthore de mousses à raser et autres « avant » et « après » rasage s'impose. De la même façon, la salle de bain s'est généralisée et offre des fonctionnalités inconcevables il y a quelques décennies. Enfin les produits sont d'une incommensurable diversité et en perpétuelle évolution sous le double effet des applications de la recherche et du marketing.

Le moindre étal du commerçant en produits d'hygiène en expose des myriades qui se vantent de receler ce qu'attend tout un chacun.

On ne compte plus les déodorants, shampoings, après shampoings, adoucissants, coiffants, gels de douche et autres laits pour le corps. Qu'elle s'appuie sur des formulations toujours plus pointues et ciblées, sur des présentations destinées à apporter toujours plus de confort d'usage (lingettes démaquillantes, produits mono dose pour le voyage...) ou sur de nouveaux concepts marketing comme l'aromathérapie, l'innovation est le moteur du marché des produits pour l'hygiène et la beauté. Multifonctions, ces produits prennent en compte les particularités de chacun : sexe, âge, nature de la peau, des cheveux etc.

Tel gel douche hydratant dont il est affirmé qu'il a un effet bénéfique sur les jambes lourdes, tel baume après-rasage, « élaboré à partir d'un complexe actif enrichi au beurre de cacao et à la vitamine « E », nourrit la peau tout en la relaxant » sont à la portée de tous. La nouvelle crème « Eclat Jeunesse » mise sur les vertus d'un *« concentré de minéraux énergisants qui promet de stimuler le métabolisme énergétique des cellules cutanées tout au long de la journée... »*

Là aussi une remontée vers l'amont fait pénétrer l'univers des sciences fondamentales et appliquées qui fournissent en produits de base.

Différemment peuvent être formulées ici les conclusions provisoires avancées au sujet de l'alimentation qui additionne et combine des composants dont on ne cesse de traquer les secrets.

S'agissant de l'hygiène et du contraste avec hier quelques mots de Michel Serres, de l'Académie française : il parle de l'habitat et de l'hygiène : *« La bénédiction de l'eau courante et chaude sur l'évier, jointe aux clartés de l'électricité que notre début du XX^{ème} siècle chanta comme une fée, transforma notre habitat de deux manières : moins glacés, les foyers s'équipèrent de toilettes et de salles de bain. J'avoue qu'avec un double frisson de gel et de dégoût, mon corps assez ancien se souvient encore d'intérieurs où, habillés comme dehors – tant le froid y dominait –, les résidents les plus délicats de nos campagnes se lavaient seulement aux fêtes carillonnées, les autres attendant le mariage. Le rite cérémoniel de la lessive ne revenait qu'avec le printemps, car il fallait bien tout l'hiver pour amasser les cendres nécessaires à l'opération ».*

C - DU CONFORT ET DE L'ÉQUIPEMENT DE LA MAISON

Dans l'ordre du confort aussi la « donne » est nouvelle tous azimuts. Davantage que dans l'alimentation où l'hygiène, perdurent des vestiges de ce qu'était le confort dans les maisons d'autrefois.

Au hasard de toute randonnée se propose toujours une demeure, parfois encore habitée, qui dit ce qu'était le confort il n'y a pas bien longtemps. Dans cette maison qui serait inhabitable pour la majorité de nos contemporains, l'âtre assure un chauffage irrégulier et tout semble à l'avenant. L'étanchéité des ouvertures laisse à désirer et le raccordement récent à l'électricité offre peu de possibilités. L'adduction d'eau n'est pas généralisée et les produits comme les appareils ménagers d'entretien sont rares et d'une efficacité qui semblerait inacceptable désormais.

Par rapport à ce temps passé, qu'en est-il en 2003 et quelles perspectives dans un futur plus ou moins rapproché ? Sur le plus long terme, les architectes visent la personnalisation de l'habitat, l'intégration de l'intelligence artificielle et une meilleure gestion de l'environnement. C'est ainsi qu'il est question d'habitations sur mesure, avec des surfaces qui fusionnent, du lit à la baignoire, de la cuisine au placard dans des pavillons confortables, spacieux, inspirés d'arts et de traditions. Ils seront équipés de tous les aménagements disponibles

aujourd'hui mais, désormais, à portée d'un « clic de souris ». Ils annoncent un style de vie qui concilie travail, loisirs et achats grâce à des appareils qui tiennent dans la main. L'omniprésence de ces gadgets et leur connexion en réseaux constitueront l'avenir de cette maison ; les télévisions, la vidéo, la musique, les jeux, les téléphones et les caméras seront omniprésents.

Il n'est pas difficile d'imaginer, dans un futur très proche, que depuis la cuisine, en utilisant Internet qui y aura trouvé très naturellement sa place, il sera d'usage courant de consulter les prévisions météorologiques avant de partir, de commander une pizza ou de télécharger des recettes. Un système de contrôle permettra d'être chez soi quand on n'y est pas : des webcams seront placées près de la porte d'entrée et à côté de la piscine, pour observer toutes les allées et venues de très loin. Si on est en retard pour une soirée chez soi, on pourra donner à ses invités un mot de passe électronique temporaire.

On peut également concevoir qu'une maison soit « capable » de se rendre compte que son occupant - une personne âgée vivant seule – reste trop longtemps au lit, marche difficilement, éprouve des difficultés à cuisiner ou sort moins souvent. Des micropuces incrustées dans les murs, les plafonds, les sols et les appareils électroménagers, permettront à la maison de combattre l'isolement ou d'éviter à son occupant bien des désagréments.

On pourra prochainement trouver dans la maison des installations aujourd'hui surprenantes comme des panneaux de cellules photo-voltaïques semi-transparentes collés sur les surfaces extérieures de la maison, un toit rempli de gel ou encore un plafond superisolant en verre luminescent électrochromique.

La maison sera conçue pour utiliser moins d'énergie, notamment grâce à une régulation passant par une connexion à Internet. En été, les fenêtres s'ouvriront et se fermeront automatiquement pour aérer la maison, adoucir la température et contrôler l'humidité... Les aérateurs, les ventilateurs récupérateurs d'énergie, les déshumidificateurs et la ventilation seront intégrés dans les plinthes et les cloisons. La maison « écologique » pourra elle-même être alimentée par du GPL, de l'eau chaude solaire et une électricité photovoltaïque ou des piles à combustible.

- Concrètement pièce par pièce pourront se proposer :
 - dans la salle de bain :

Ces nouvelles de la matinée s'affichent sur le miroir. Le siège des toilettes contrôle la santé de toute la famille en procédant à des analyses chimiques. Au besoin, il commande via Internet des aliments laxatifs et, s'il soupçonne un ennui plus sérieux, il communique les résultats de l'analyse au médecin.

L'armoire à pharmacie utilise un programme de reconnaissance faciale pour éviter une erreur de prescription.

En cas de doute sur les effets indésirables, une vérification est aussitôt réalisée via Internet...

- dans la chambre :

après s'être informée de la météo sur Internet et en accord avec l'emploi du temps enregistré sur l'agenda électronique, la penderie suggèrera une tenue pour la journée. Si la forme du costume masculin, au sens classique du pantalon-veste, et celle du tailleur féminin n'auront guère évolué, hormis la longueur des jupes qui varie au gré des saisons et des défilés de mode, il n'en ira pas de même des matières utilisées qui auront subi des transformations remarquables.

Peut-on d'ailleurs encore appeler tissus ces nouveaux matériaux issus de la chimie ? La fibre végétale ou animale (lin, coton, laine) aura fait place à des matières synthétiques, non tissées, dotées de caractéristiques alliant confort et côté pratique.

Conservant la chaleur, ces nouveaux matériaux seront infroissables, élastiques à souhait, imperméables à la pluie et aux taches. Des performances qui auraient fait rêver nos mères et nos grands-mères habituées (obligées de) repasser coutils, cretonnes et autres popelines. Faciles d'usage, ces nouvelles matières doivent également satisfaire le toucher, la vue et bientôt l'odorat. L'exemple de Dim, qui signait les premiers collants pour femme à la fin des années soixante, illustre bien ces nouvelles tendances. Après « Doudim », un collant caractérisé par sa douceur extrême au toucher, lancé récemment, la marque vient de créer « Dimessence », un nouveau modèle associant des couleurs pastel à des parfums micro capsulés dans la fibre. Demain, les vêtements pourront être traités de façon à dégager une odeur particulière, des sortes de signatures olfactives.

Les résultats des recherches menées dans le domaine de l'équipement des sportifs de haut niveau (sprinters, cyclistes, grimpeurs...) sont aujourd'hui utilisés et adaptés aux vêtements de tous les jours. Joggings et baskets ont quitté le stade pour envahir la ville.

Le lit biodynamique qui procure des sensations agréables rappelant la vie intra-utérine, permettra de mieux récupérer.

- dans la cuisine :

le réfrigérateur notera la date de péremption du lait et effectuera les commandes de réapprovisionnement. La cafetière se mettra automatiquement en marche à l'heure où sonnera le réveil. Le four à micro-ondes identifiera la nature des aliments et les chauffera juste le temps nécessaire. Le lave-vaisselle qui aura détecté l'utilisation d'un nouveau détergent, demandera au fabricant les indications nécessaires à l'optimisation des cycles de lavage.

- dans le salon :

dès que l'on s'assoira sur le canapé, le téléviseur affichera le programme préféré ; le chien-robot signalera son amicale présence ; l'aquarium veillera à la bonne température de l'eau et contrôlera son acidité ; la teinte des vitres de la verrière variera en fonction de la lumière extérieure ; les piles solaires incorporées aux fenêtres génèreront de l'électricité...

- dans le bureau :

L'ordinateur de bureau gèrera l'atmosphère, il contrôlera la température et l'intensité des lumières et assurera la sécurité de la maison (le système d'alarme sera activé en fonction de l'emploi du temps). Un rapport à préparer pendant le week-end ? Grâce à la liaison Internet, on pourra télécharger et imprimer les documents...

- Se distraire

S'agissant de la distraction, le retour sur des temps pas si lointains fait apparaître un contraste sans équivoque : là aussi le décalage de moins d'un siècle suffit et des témoignages oraux d'anciens illustrent ce qu'étaient les distractions quand n'existaient ni radio, ni télévision pas plus que l'électricité.

Lorsque l'urbanisation massive n'était pas encore intervenue et que l'habitat était disséminé dans des fermes, hameaux, villages et bourgs, les distractions collectives se bornaient aux fêtes religieuses et aux foires, les premières se déroulant in situ pendant que les foires permettaient l'escapade au chef-lieu. Dans le même temps, au sein des familles et des voisinages, les veillées animaient les longues soirées d'hiver et les fêtes de famille occasionnaient des retrouvailles périodiques. Encore fallait-il compter avec les moyens de transport alors disponibles qui délimitaient les périmètres de chalandise et de relations !

Aujourd'hui, l'univers du divertissement est naturellement aux antipodes. On a inventé le temps libre qu'il s'agit d'occuper pour ne pas sombrer dans le temps vide. La révolution des moyens de transport a élargi les périmètres de chalandise et ouvert les fenêtres sur le lointain. La pratique du voyage atteste d'un goût pour l'aventure qu'il était jadis plus difficile d'exprimer et de satisfaire.

L'irruption de l'audiovisuel et de l'informatique ouvrent aujourd'hui des champs insoupçonnés à la distraction. La progression des pratiques audiovisuelles et informatiques domestiques est le phénomène le plus spectaculaire de ces trente dernières années. Tout le savoir établi (et celui qui est en train de se constituer) est à portée du clavier... de celui qui sait se mouvoir dans l'univers de l'informatique.

La consommation d'images, de sons et d'écrits a provoqué une considérable diversification de l'offre de programmes et de contenus, accroissant la présence encore plus forte qu'auparavant de la télévision et de l'ordinateur dans l'univers quotidien des français.

La fréquence et le temps consacrés à la télévision augmentent régulièrement. En 2000, 77 % des français la regardaient tous les jours ou presque contre 73 % en 1989. La durée hebdomadaire moyenne d'écoute se situe désormais à 21 heures par semaine, devenant identique pour les habitants des communes rurales et pour les urbains, sachant toutefois que chaque catégorie sociale ne la regarde pas de la même façon.

Les usages de la télévision se sont profondément transformés avec trois signes marquants : la large palette d'équipements dont dispose chaque ménage, l'offre étendue de programmes et de contenus, la généralisation de la télécommande.

Pour la télévision, le modèle des années 1960 où l'ensemble de la famille se réunissait pour regarder l'unique poste diffusant le programme de l'ORTF est devenu largement caduc. L'utilisation de la télévision est plus individuelle, revêt des formes multiples, notamment dans le sens des pratiques de « l'écoute flottante ».

Complémentaire à l'écoute flottante, la vision différée s'est généralisée, faisant appel à une programmation raisonnée anticipée et, point d'orgue, un nouvel outil, la télécommande que 83 % des français manipulent désormais avec aisance, a considérablement fait varier les comportements. Un quart des français et la moitié des 20/24 ans savent suivre deux émissions en même temps, y compris pour éviter la publicité.

Parallèlement, la consommation de la radio, elle, n'a pas changé depuis 1989. Elle se caractérise toujours comme un media d'actifs. Malgré une grande diversification en direction de publics ciblés en fonction de leurs centres d'intérêt, elle reste assez généraliste, on l'écoute « un peu pour tout ».

Dans le domaine du son, quasiment tous les foyers sont équipés. Il est devenu exceptionnel de ne pas disposer du matériel nécessaire à l'écoute de CD ou de cassettes. La chaîne Hifi demeure l'équipement le plus répandu. A cause des nouveaux supports, chacun a dû renouveler sa discothèque. Celle-ci atteint dans de nombreux cas des tailles considérables.

Les liens entre musique et jeunesse sont toujours forts. La musique est le domaine artistique à travers lequel s'exprime de manière privilégiée l'« identité jeune », les nouvelles formes musicales - la techno, la « dance », le rap - prenant le pas sur le rock, musique des « anciens jeunes ».

Le jeu supplante le travail parmi les usages domestiques des ordinateurs. S'il reste l'activité la plus répandue, les usages liés à l'information artistique sont pratiqués par un tiers des utilisateurs. Parmi ceux-ci, le traitement des images fixes, comme les photographies, arrive en tête.

Chaque internaute à domicile passerait en moyenne plus de six heures par mois à naviguer. Les différentes enquêtes montrent qu'ils sont nombreux à être attirés par les contenus culturels. Lorsqu'ils créent leurs propres sites, ils sont 38 % à les consacrer à des thèmes culturels (musique, graphisme, etc.). Mais la souris, comme la télécommande, est une arme qui permet de passer instantanément du site le plus culturel au « *chat* », c'est à dire, à la « discussion de concierge » la plus banale. Par conséquent, le délassement et le divertissement, l'art et la culture cohabitent et s'interpénètrent dans la « culture de l'écran ».

La banalisation des technologies numériques de la communication a provoqué des bouleversements tous azimuts : accès à la connaissance encyclopédique, à la culture et à la création artistique, aux rêves et aux voyages, aux jeux et au divertissement, à la rencontre et à la discussion.

II - HORS DU QUOTIDIEN DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

A - DE LA SANTÉ

Dans le champ de la santé le constat est aussi sans appel. Les soixante dernières années ont vu la médecine changer plus qu'elle ne le fit dans les millénaires précédents. Fondamentales la révolution des sulfamides, en 1937 et, à partir de 1950, celle de la biologie ont donné le signal de départ d'une réaction en chaîne au rythme soutenu sinon accéléré. Auparavant l'empirisme était de règle et l'éventail des médications restreint. Inhalations, ventouses et cataplasmes constituaient la panoplie destinée à soulager rhumes et bronchites. La pharmacopée faisait largement appel aux vertus des plantes et minéraux (infusions multiples, applications d'argile...). Les désinfectants peu nombreux et peu efficaces ne permettaient pas toujours de venir à bout de plaies au départ bénignes. La « Marie rose » régnait sans partage dans la chasse aux poux et autres parasites. La fracture due à une chute malencontreuse risquait fort d'entraîner un handicap irrémédiable.

Le XX^{ème} siècle a vu la médecine devenir rationnelle grâce à la physiologie, avec l'application des découvertes de Claude Bernard, à la physique, avec, au début du siècle, la naissance de la radiologie, de la radiothérapie et, à la fin du siècle, une véritable explosion de nouvelles techniques telles la tomographie, la résonance magnétique nucléaire, à la chimie, avec le concept de pathologie moléculaire.

Les sulfamides, les antibiotiques ont transformé le destin des hommes : la syphilis, la tuberculose, les septicémies ne sont plus des maladies fatales. Les progrès de l'asepsie et de la technologie opératoire ont permis à la chirurgie des audaces inouïes, touchant le cœur et les poumons, le cerveau... D'autres espérances thérapeutiques sont nées en cette fin de siècle : meilleure connaissance de la plaquette sanguine (qui intervient dans maintes maladies cardio-vasculaires), régulation de certains processus cancéreux (traitement des leucémies), application des méthodes du génie génétique à la thérapeutique (thérapie génique). Ainsi l'espérance de vie a-t-elle pu augmenter de façon spectaculaire en quelques décennies.

La médecine de prévention s'est élargie : les vaccinations ont vaincu la variole, la diphtérie... La connaissance des périls extérieurs (dangers des radiations, des polluants industriels) permet d'utiles mesures préventives. Des avancées significatives ont vu le jour en ce qui concerne l'information sur la nocivité de l'alcool et du tabac.

Enfin, l'étude des groupes tissulaires a fait apparaître la prédisposition de certains individus à un type de maladies telles le diabète, le rhumatisme chronique, dont l'évolution pourra ainsi être mieux suivie.

La médecine du XX^{ème} siècle est devenue une médecine individuelle grâce à deux découvertes fondamentales. En 1900 Karl Landsteiner découvre le système des groupes sanguins ABO qui a rendu possible les transfusions sanguines et Jean Dausset, en 1955, le système de groupe tissulaire HLA qui a permis les greffes d'organes. Grâce à ces découvertes nous savons désormais que chaque homme est unique, différent de tous les autres.

1.1. Sur des promesses du futur

Entre autres, trois médecines du futur sont actuellement plus particulièrement évoquées :

- la thérapie génique ;
- la médication individualisée ;
- la restauration cellulaire.

Sur un autre plan « nanorobomédecine » « nano vidéo » et « ange numérique » n'ont dit que leurs premiers mots.

- La thérapie génique

Elle donne à rêver tant le potentiel qu'elle recèle s'avère inépuisable.

À l'origine, la thérapie génique visait à corriger des maladies héréditaires comme l'hémophilie ou les myopathies. Les espoirs suscités par cette nouvelle technique se sont vite étendus à des maladies telles que les cancers ou la maladie de Parkinson. Cette technique consiste à introduire dans une cellule-cible un gène thérapeutique afin qu'il produise une protéine manquante (cellule déficiente) ou un signal qui conduira à la mort cellulaire (cellule infectée ou cancéreuse). Elle est basée sur la construction de vecteurs de transfert de gènes qui font office de sous-marin pour acheminer le gène thérapeutique vers la cellule visée. L'essentiel des recherches actuelles porte sur l'élaboration de vecteurs simples et efficaces.

En 1998, à l'université du Wisconsin, à Madison, on a trouvé le moyen de renforcer l'efficacité de la transgénèse en utilisant un rétrovirus pour introduire les gènes. Les rétrovirus insèrent leur matériel génétique dans leur chromosome hôte, dont ils piratent les gènes avant de se répliquer. En manipulant un rétrovirus de sorte qu'il transporte, tout en étant incapable de se répliquer, un transgène dans le génome des ovules non fécondés d'une vache, les chercheurs ont observé que les quatre embryons arrivés à terme portaient tous une copie fonctionnelle du transgène.

Une autre méthode repose sur un chromosome artificiel. Plusieurs chercheurs sont capables de fabriquer de toutes pièces des chromosomes qui fonctionnent chez la souris ou chez l'homme.

Placer des transgènes à l'intérieur de chromosomes artificiels signifie qu'il n'y aura presque plus de limite au nombre de gènes insérés.

Ces approches peuvent être considérées comme révolutionnaires en ce sens qu'elles permettent de s'attaquer directement aux cellules et aux gènes causes de la maladie et non plus aux seuls symptômes.

- La médication individualisée

Cette seconde médecine du futur consiste à confectionner des pilules spéciales pour chacun. Tout le génotype d'un individu pourrait être copié sur une puce, permettant aux praticiens de détecter immédiatement les maladies auquel il est prédisposé et le type de médicaments les mieux indiqués au cas particulier. Maintenant qu'on a cartographié le génome humain, l'industrie pharmaceutique espère utiliser ces données génétiques pour concevoir des médicaments adaptés au patrimoine génétique de chacun.

Cela dit, les médicaments personnalisés ne sont pas pour demain. En effet la plupart des maladies sont causées par des séquences de gènes qui interagissent de manière complexe, subissent l'influence de l'environnement et sont sujets à des mutations. Tous ces facteurs rendent difficiles la localisation et le ciblage des gènes, puis le traitement des maladies qu'ils provoquent.

En dépit des difficultés, la plupart des chercheurs pensent pouvoir utiliser le génome humain pour mettre au point de nouveaux médicaments. Evidemment, lorsque ces nouveaux traitements entreront en scène, on risque de voir la haute couture réservée à l'élite, tandis que le commun des patients devra se contenter du prêt-à-porter.

- La restauration cellulaire et les cellules souches

On table sur les cellules souches, récupérées à l'intérieur de l'organisme, pour régénérer ses organes affaiblis. Les patients se verraient fabriquer un nouveau cœur ou une nouvelle peau à la demande.

Ces cellules souches, dites mésenchymateuses, ont la capacité de former non seulement de l'os et du cartilage mais aussi du muscle, du tendon, de la graisse et du stroma, cette matrice comparable à un enchevêtrement de tissus se trouvant à l'intérieur des os pour produire un tissu nouveau, sain, à l'endroit exact où se trouvait une blessure.

Leur étonnante capacité à repartir de zéro dans des zones ayant subi des atteintes physiologiques, rend les cellules souches particulièrement intéressantes sur le plan médical.

Alors que la plupart des cellules de l'organisme sont programmées pour des fonctions spécifiques, les cellules souches - présentes dans les embryons et à plusieurs endroits dans l'organisme adulte - ont la possibilité de se différencier en une variété de tissus et pourraient donc, théoriquement, permettre de traiter un grand nombre de maladies. Reconstruire un cœur après une attaque, régénérer un foie ravagé par la cirrhose ou par une affection virale, restaurer des articulations endommagées, envoyer au cerveau des neurones frais pour inverser les effets

d'une maladie de Parkinson ne constituent que quelques unes des étonnantes et prometteuses possibilités entrevues par le corps médical.

Toutes les études viennent renforcer la notion selon laquelle l'organisme adulte possède une réserve de cellules souches, de façon certaine dans la moelle osseuse et, probablement, dans un grand nombre d'autres tissus. Les cellules souches adultes fonctionnent un peu comme une clinique microscopique prête, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, à répondre à la demande de l'organisme et à réparer ses plaies.

Les greffes de moelle osseuse humaine, conçues au départ comme un traitement du cancer du sang, ont obtenu un succès de routine dès les années 1970. Il est clair aujourd'hui que ce succès est dû au fait que, dans l'ensemble des cellules médullaires du donneur injectées dans son organisme, le receveur bénéficiait de cellules souches hématopoïétiques : c'est-à-dire pouvant renouveler toutes les lignées cellulaires d'un système sanguin sain et complet. Une seule cellule souche hématopoïétique donne naissance à différents types de globules blancs dotés de fonctions immunologiques, à des plaquettes et à tous les autres éléments composant le sang.

En modifiant les conditions de culture, on peut décider du destin de ces cellules souches qui deviendront du muscle, du cartilage ou de l'os. Fait intéressant, elles ne se contentent pas de répondre à des signaux biochimiques, mais « décident » également de leur sort en fonction de signaux physiques, notamment l'environnement tridimensionnel et même des forces mécaniques comme la tension et la flexion des articulations pendant la marche. Tous les chercheurs qui ont travaillé sur les cellules souches, adultes ou embryonnaires, estiment qu'elle ouvrent la voie à la médecine du XXI^{ème} siècle. Un jour peut-être les pharmaciens vendront aussi facilement des capsules de cellules que des boîtes de comprimés !

- Entre promesses, espoirs, illusions et intégrité humaine

Comme et plus qu'ailleurs peut être le risque de confondre promesse, espoir et illusion, plane dans un champ qui concerne chacun au plus stratégique puisqu'il en va de sa vie, de sa santé... et de sa mort.

Dans cette perspective, la période récente a conduit à beaucoup plus espérer du décryptage du génome qu'il n'est raisonnable d'en attendre... Dans le même temps la pénétration sans cesse plus avancée des sciences du vivant ouvre des possibilités qui peuvent offrir des voies d'expériences susceptibles d'attenter à l'intégrité humaine. Une nouvelle forme de crime contre l'humanité peut ainsi apparaître.

1.2. La nanorobomédecine

De leur côté les physiiciens contribuent eux aussi à la médecine de demain en fabriquant des nanorobots si petits qu'ils pourraient nous soigner depuis l'intérieur de notre corps, ayant au préalable appliqué les dernières trouvailles diagnostique.

Un moteur biomoléculaire dont la taille est plus de cinq fois inférieure à celle d'un globule rouge a déjà été mis au point aux Etats-Unis. Composé pour l'essentiel d'une protéine fixée à une tige et d'une hélice de nickel de quelques nanomètres de diamètre, il tire son énergie de l'adénosine triphosphate (ATP), le carburant biologique que recèle toute cellule vivante. Ce n'est qu'une étape : la prochaine est la fabrication d'un moteur capable de s'auto-assembler à l'intérieur d'une cellule.

Ce genre d'avancée promet de modifier la façon dont la médecine agit sur la matière vivante. Viendra le jour où on trouvera sur le marché des implants intelligents capables de libérer des substances actives au moment nécessaire et à l'instant approprié. Les scientifiques élaborent des appareils électroniques qui ordonnent aux cellules de fabriquer une hormone spécifique dès que l'organisme en a besoin et des générateurs électriques qui s'auto-assemblent et se connectent sur la source d'énergie des cellules pour fonctionner. Les machines commencent à infiltrer les rouages biologiques de la vie. Les choses avancent à une vitesse incroyable, la fiction devient réalité et les nanomachines dont les composants ont la taille de petites molécules, auront probablement des conséquences fondamentales sur la manière de soigner.

1.3. *La nano vidéo*

Donner à voir ce qu'il advient dans le domaine de la santé pourrait aussi conduire à parler de la capsule vidéo endoscopique. Il s'agit d'une vidéo gélule qu'il suffit d'avaler et qui permet désormais l'exploration totale de l'intestin grêle.

La capsule mesure 26 mm de longueur sur 11 mm de largeur et pèse 3,7 g. Ce « bonbon » nacré contient une micro-caméra vidéo couleur, une source d'énergie, un radioémetteur et une antenne ! Une fois avalée, cette gélule va progresser dans notre tractus digestif et y enregistrer deux images par seconde. A l'origine de cet exploit technologique, il y a les développements récents et la miniaturisation extrême de trois technologies. A l'avant de la gélule, quatre diodes électroluminescentes extra blanches émettent de puissants flashes toutes les 20 millisecondes afin d'éclairer le tractus digestif. Au centre, une mini-caméra est équipée de capteurs de dernière génération cent fois moins gourmands en énergie électrique que les capteurs des caméras vidéo classiques. Deux petites piles à l'oxyde d'argent alimentent le circuit. Un émetteur de télévision numérique transmet, à travers la peau, les images à un enregistreur (holter) que le patient porte à la ceinture. A l'issue du périple de la capsule qui dure huit heures, les 50 000 images du holter sont téléchargées sur un ordinateur. La séquence vidéo est visualisée grâce à un logiciel dédié. On repère ainsi des lésions hémorragiques de l'intestin grêle difficilement accessibles par les endoscopies traditionnelles.

1.4. L'ange numérique

A côté de la capsule vidéo endoscopique et sur un autre plan, l'infirmier numérique se profile.

L'« Ange numérique » vient de faire son apparition aux Etats-Unis. Regroupant plusieurs technologies de pointe, il permet de transmettre par satellite des informations recueillies sur un patient équipé d'une montre capteur.

Cet équipement appelé « Digital Angel », se compose d'une montre spéciale, connectée sans fil à un minuscule ordinateur de poche de type « Palm Pilot », fixé à la ceinture. Ce dernier est relié, par satellite, à un système informatique qui enregistre différentes informations envoyées par le « Digital Angel ». Par l'association inédite de différentes technologies de pointe, ce système ouvre des perspectives particulièrement intéressantes pour des personnes atteintes de maladies chroniques que l'on peut ainsi surveiller à distance, ou simplement des personnes âgées.

Les bio-capteurs placés dans la montre peuvent en effet prendre la température ou la tension du porteur. Ces informations sont envoyées à un serveur grâce au réseau de localisation par satellite « Global Positionning System » (GPS). La première originalité du « Digital Angel » réside dans les bio-capteurs eux-mêmes, spécifiquement conçus pour cette mission.

Les capteurs sont, de plus, capables de détecter si le porteur effectue des mouvements inhabituels pouvant laisser croire qu'il a un malaise ou qu'il est en train d'effectuer une chute. Dans ce cas, ils envoient immédiatement une alerte au centre médical.

Prochainement, les nouvelles versions offriront davantage de possibilités. Grâce à des techniques de miniaturisation encore plus poussées, notamment dans le domaine de la micro-électromécanique, on pourra se passer totalement du petit ordinateur de poche. Un constructeur assure par ailleurs être capable de concevoir des capteurs qui pourront utiliser la chaleur du corps humain pour produire l'énergie électrique nécessaire à leur fonctionnement.

Par ailleurs grâce aux télécommunications l'« Ange numérique » pourra continuer à envoyer ses données, même si son propriétaire se trouve dans un avion ou sur un bateau de croisière au beau milieu de l'océan.

Un mot encore de Michel Serre : *« partant le matin pour ses consultations, le médecin de famille emportait jadis dans sa petite sacoche tous les médicaments efficaces que l'époque d'avant la deuxième guerre mondiale mettait à sa disposition, huit à dix, pas vraiment plus. Or, dès les années 50, une automobile n'aurait plus suffi à ce transport ».*

B - DU CÔTÉ DE LA GUERRE

Une incursion dans le domaine militaire permet de repérer des technologies de pointe dont les applications civiles pourraient modifier profondément notre quotidien de demain. Depuis les temps anciens, la guerre a toujours été le laboratoire privilégié des grandes avancées technologiques. L'exemple le plus spectaculaire de ces innovations militaires utilisées à des fins civiles est sans doute celui de l'informatique et, plus récemment, celui du développement d'Internet. Nés de recherches militaires, ils ont acquis aujourd'hui une importance considérable dans tous les domaines de l'activité humaine.

L'observation des évolutions dans l'art de la guerre ne laisse pas de doute : les dernières décennies ont enregistré des transformations qui voient la technique supplanter l'homme au cœur des batailles, jusqu'à nourrir l'illusion de combats sans risque de victime humaine !

Trois exemples de recherches à des fins militaires laissent entrevoir ce que pourraient être les transports et la logistique de demain : l'exosquelette, le drone tous azimuts et l'usine à la guerre.

1. L'exosquelette

Ici, se profilent des perspectives qui visent à accroître la mobilité et à décupler la puissance du soldat du futur : parmi d'autres, le projet américain d'exosquelette destiné à permettre à un fantassin de se déplacer à 15 km/h durant une journée entière avec un paquetage de 100 kg sur le dos et d'arriver frais sur le théâtre des opérations.

En biologie, l'exosquelette désigne la carapace des insectes, des tortues et de certains mollusques. Une carapace que les auteurs de science-fiction ont reprise à leur compte pour doper les performances de leurs héros.

Cela dit, le robot « traditionnel » de science fiction est trop lourd et dépend de sources d'énergies extérieures. Demain, l'exosquelette du soldat devra être autonome et le moins encombrant possible.

La perspective d'un exosquelette volant est à l'étude. Pour que cet ambitieux projet débouche, nombre de difficultés techniques sont encore à résoudre : les aspects purement robotiques d'une part et la question des efforts et la manière de les produire d'autre part, sans oublier l'énergie nécessaire à la mobilité du soldat et de son équipement. La question est celle de la source primaire d'énergie nécessaire aux mouvements, mais aussi à leur contrôle par des microprocesseurs. Le moteur à explosion à 2 temps est inadéquat en raison de son niveau sonore incompatible avec une progression silencieuse en terrain ennemi.

D'autres systèmes moins bruyants, comme les piles à combustible qui produisent de l'électricité à partir d'hydrogène et d'oxygène, sont aussi envisagés. Il reste toutefois à résoudre le difficile problème du stockage de l'hydrogène.

Par ailleurs, la façon dont l'énergie est restituée est aussi un point crucial dans la mesure où le mouvement effectué doit être compatible avec la résistance du corps humain. Il est donc indispensable d'approfondir les recherches en biomécanique car « le soldat est au centre du dispositif ». C'est de lui qu'on part « pour construire le squelette ».

Les exosquelettes devront comporter des capteurs pour évaluer les gestes effectués par les soldats et les amplifier, mais aussi restituer les efforts en retour, ce qui suppose d'énormes capacités de calcul.

Le premier prototype de membres supérieurs pourrait voir le jour dès cette année. Le corps complet serait disponible en 2004 et les tests opérationnels pourraient être effectués à la fin 2005. Plusieurs versions sont envisagées, les unes favorisant la défense, les autres la mobilité et le transport de matériel...

Peut-être est-il utile de rappeler ici que dans les années 1960, *Général Electric* a mis au point un exosquelette aussi lourd qu'une automobile. Il était mû par des systèmes hydrauliques et électriques, n'avait qu'un bras valide et ses jambes pouvaient être saisies de mouvements violents et incontrôlables. Sa force herculéenne risquant de se retourner contre son opérateur, il resta dans les cartons.

Les promoteurs de ces robots guerriers imaginent des champs de bataille où des soldats montés dans des exosquelettes côtoieront des robots totalement autonomes. Ils pourraient faciliter la progression en zone urbaine et investir des terrains actuellement inaccessibles.

2. Drone tous azimuts

Auxiliaire du fantassin, le drone miniature sera son œil volant capable de voir au-delà des obstacles et des zones urbaines

« *De la tête du lit... surgit un minuscule tueur-chercheur qui ne faisait pas plus de cinq centimètres... Une dangereuse aiguille de métal guidée à distance qui se fichait dans la chair vivante et remontait ensuite le réseau nerveux jusqu'au plus proche organe vital* ». Dans son célèbre roman de science fiction « *Dune* », publié en 1965, Frank Herbert met en scène un microdrone armé, précurseur des appareils qui commenceront bientôt à équiper les armées terrestres.

Déjà les avions sans pilote ou UAV (*Unmanned Air Vehicles*) transformés en UCAV (*Unmanned Combat Vehicles*) font parler d'eux sur le champ de bataille.

Dans le contexte d'une stratégie militaire de plus en plus orientée vers la protection de la vie des soldats, le recours aux engins robotisés semble promis à un bel avenir. Les projets se multiplient aux Etats-Unis depuis 1995.

Parmi les plus ambitieux sur le plan technique, on trouve les microdrones. Ces engins, baptisés MAV (*Micro Air Vehicles*) dont l'envergure ne dépasse pas 16 cm, feront bientôt partie de la panoplie des UAV dont une trentaine de modèles sont opérationnels.

La taille des MAV induit bon nombre de défis technologiques touchant la propulsion, le stockage de l'énergie, le contrôle de vol et des capteurs embarqués.

Les projets de drones de plus en plus petits se multiplient avec, pour premier objectif d'offrir un moyen d'observation à distance, grâce à la réception d'images vidéo transmises par radio, particulièrement adapté aux conflits en zones accidentées ou en milieu urbain.

A l'avenir on prévoit des drones capables de contrôler un vol stationnaire ainsi qu'un décollage et un atterrissage à la verticale. Au-delà on vise la navigation à l'intérieur des bâtiments qui imposeront la disposition de nombreux capteurs. Naturellement de multiples difficultés subsistent car la maîtrise d'un MAV de 16 cm d'envergure équivaut à faire voler un airbus dans un pot de miel. Le système de propulsion et l'énergie stockée représentent souvent 80 % de la masse de l'engin.

Les travaux sur la pile à combustible pourraient trouver ici une application intéressante. Quant à la miniaturisation extrême, elle affecte la totalité des composants embarqués. On considère que le MAV à aile fixe devra peser 50 g avec une charge utile de 20 g tout en étant capable de voler une heure à des vitesses de 10 à 20 mètres /seconde et avec un rayon d'action de plusieurs kilomètres.

A côté des moyens militaires, les drones présentent des applications civiles potentielles considérables, notamment la surveillance de territoires pour la prévention des risques. D'une manière générale, ce type de défi est de nature à doper les recherches sur la miniaturisation tous azimuts.

3. L'usine à la guerre

Dans la guerre moderne, d'infimes pannes pouvant avoir de graves conséquences, il est indispensable d'effectuer les réparations aussi vite que possible et de disposer d'une usine mobile sur les champs de bataille. Autrefois, les armées surmontaient leurs problèmes d'équipement en faisant fabriquer des pièces de remplacement par les forgerons qui les accompagnaient. Si les armements d'aujourd'hui nécessitent des composants plus complexes que ceux des chevaliers d'antan, c'est le même genre de solution qu'a retenu l'armée américaine pour maintenir en état ses chars et ses canons. Son prototype d'hôpital mobile pour pièces (MPH) a pour mission de produire des éléments à la demande. Bien souvent, le MPH aura recours à des outils de découpe et de

rectification des plus classiques. Mais les pièces plus sensibles pourront être fabriquées sur place à l'aide de deux techniques modernes, la stéréolithographie et le modelage par ingénierie laser (LENS).

La stéréolithographie permet de créer en quelques minutes un objet solide à partir d'un schéma numérique. Cette technique prévoit l'emploi d'un polymère liquide qui se solidifie quand il est exposé à une lumière de fréquence donnée. Dans le bain de ce liquide, une plaque sert d'« enclume » sur laquelle sera forgée la nouvelle pièce. Le « marteau », lui, est constitué par un rayon laser à la fréquence appropriée. Le laser dessine un tracé correspondant à une minuscule section de la pièce en fabrication. Puis, la plaque descend d'une fraction de millimètre et l'on répète la procédure, construisant ainsi la pièce couche après couche.

Le modelage par ingénierie laser utilise une technique comparable à base de laser, mais les couches sont créées par agglomération de poudres de différents matériaux, y compris des poudres métalliques.

Ces techniques servent déjà à la fabrication de prototypes lors de la conception des pièces. Ces procédures sont lentes et ne sont que rarement impliquées dans la production. Elles sont cependant suffisamment rapides pour produire des pièces de remplacement à l'unité, reproduire et livrer n'importe quelle pièce en quatre heures. En conjuguant la stéréolithographie et le LENS, il devrait être possible de travailler avec une gamme de 18 métaux, caoutchoucs et autres matériaux différents, dont le Duraform PA, un composé qui a déjà été approuvé par la *Food and Drug Administration* américaine (FDA) pour les interventions sur le corps humain. Cela permettrait au MPH de ravitailler les unités de soins en première ligne si elles venaient à manquer de matériel chirurgical.

Au-delà du seul champ de bataille, ces ateliers pourraient connaître d'autres applications civiles considérables. La NASA étudie une version destinée à la station spatiale internationale. En effet, il est encore plus ardu de remplacer des pièces en orbite que sur un champ de bataille. Pour toutes sortes de raison, en particulier pécuniaires, la NASA répugne à lancer un vaste entrepôt dans l'espace. La stéréolithographie et le modelage par ingénierie laser lui permettraient de prévoir des stocks limités de matière première, puis de fabriquer les pièces en orbite au fur et à mesure de ses besoins.

*
* *

CHAPITRE II

LES GRANDES FONCTIONS COLLECTIVES DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

I - COMMUNIQUER

Sans remonter à l'écriture dont l'invention a permis l'externalisation du savoir donnant corps au principe : « *les paroles s'envolent, les écrits restent* » et à l'alphabet qui universalise l'écriture, une étape capitale est l'invention de l'imprimerie qui a révolutionné la diffusion des savoirs.

A - GUTENBERG ET L'IMPRIMERIE

A tout seigneur, tout honneur ! En appliquant son invention à l'impression de la bible, Gutenberg ouvrait une voie dont la portée fut considérable. Naturellement aux temps de l'invention de l'imprimerie, il n'était pas question d'interactivité mais de diffusion de la bonne parole.

De fait, dans un premier temps, c'est bien ce qui se produisit : textes sacrés et grammaires latines forment l'essentiel des livres publiés. Pourtant l'imprimerie échappe bientôt à ses premiers maîtres. Elle devient l'instrument des civils contre les religieux, des langues vernaculaires contre le latin, de la science contre la croyance. En quelques décennies, des marchands, des intellectuels créent partout des imprimeries. En 1480, on compte déjà plus d'une centaine de villes européennes dotées d'ateliers typographiques. Des réseaux commerciaux s'organisent bientôt puisque le livre devient un produit qui se vend. A l'imprimeur « humaniste » s'adjoint le libraire « philosophe », selon la belle formule des auteurs de « *L'apparition du livre* »².

Venise, capitale de l'économie-monde, devient tout naturellement celle de l'imprimerie. Pierre Chaunu décrit la cité des Doges comme « *la capitale de l'encre grasse, des mécaniques mystérieuses des presses et du plomb fondu* ». Les plus belles bibliothèques s'y trouvent. En 1463, le cardinal Bessarion écrit au Doge, Cristoforo Moro, en offrant sa bibliothèque à la ville : « *les livres sont pleins des paroles des sages, des exemples des anciens, des coutumes, des lois et de la religion. S'il n'y avait pas les livres, nous serions tous grossiers et ignorants, sans aucun vestige du passé, sans aucun exemple* ».

² Lucien Fevre et Henri Jean Martin - *L'apparition du livre* - Albin Michel.

La première presse « industrielle » voit le jour à Venise qui est aussi le lieu de tous les progrès de l'imprimerie : Aldo Manuce y invente le caractère italique et le format in-octavo ; son atelier emploie plus de trente ouvriers et étend son réseau de distribution en Italie, aux Pays-Bas, à Paris, à Oxford, en Pologne. En 1491, deux cent trente six villes européennes disposent d'une imprimerie ; dix millions d'exemplaires de quarante mille titres sont déjà sortis des presses.

En rendant possible la circulation des textes philosophiques, le livre accélère la critique religieuse ; la diffusion de livres de messe à bon marché réduit le rôle de la mémoire et fait perdre prestige au prédicateur. En développant la littérature de voyage, le livre fournit l'assise des découvertes.

Sur les soixante millions d'habitants que comptait l'Europe, une partie pouvait déchiffrer son nom et une minorité savait lire couramment. Grâce à l'imprimerie, les clercs purent avoir accès à moindres frais à davantage d'ouvrages. Un savoir jusqu'ici reclus dans quelques couvents et universités se répandit ; des bibliothèques apparurent dans les maisons bourgeoises. Marchands, marins, géographes, médecins, professeurs commencèrent à penser plus librement et découvrirent une pensée jusque là « interdite » ou « inconnue ».

Les idées ne circulent plus dans l'obscur latin des scolastiques mais dans un latin plus clair, plus simple. Parfois aussi, extraordinaire audace, dans quelques langues vernaculaires : castillan, toscan, français, allemand, anglais. Aspirant à la culture, au savoir, à la vérité, les clercs s'organisèrent alors en un véritable « réseau » international autour d'une ville unique qui n'est pourtant ni le cœur économique, ni le cœur politique de l'Europe : la Florence des Médicis. Après Pétrarque et Boccace qui ont ouvert la voie un siècle auparavant en poésie, les créateurs de concepts-clés de la pensée nouvelle y trouvent des mécènes généreux, intéressés à un savoir libre, curieux de se forger une philosophie propre, extérieure à celle de l'Eglise.

« Le pouvoir vient du savoir : aucun marchand qui connaît la valeur de l'information et a découvert celle de l'imprimerie ne peut refuser de souscrire à cette thèse révolutionnaire ».

Une autre invention majeure, passée largement inaperçue, accélère notablement le développement de la lecture et du savoir : les lunettes. Permettant à tous de lire jusqu'à un âge plus avancé, elles rendent possible une plus grande accumulation de savoir. Les premières datent de 1285, quand des verriers italiens constatèrent que les verres à surface convexe corrigeaient la presbytie des personnes âgées. Leur utilisation ne devint courante qu'au milieu du XV^{ème} siècle, au moment où apparurent aussi les lunettes pour myopes.

B - CHAPPE ET LE TÉLÉGRAPHE ... D'ÉTAT

Pendant la Révolution française, Claude Chappe présenta son projet de télégraphe optique à la Convention. Il s'agissait de tours en visibilité, portant des bras manipulés selon un alphabet convenu. Le projet plut en raison de ses possibilités d'utilisation par l'Etat centralisé, dans des conditions de rapidité, comparée à celle du transport à cheval et de sécurité, assurée par la garde des tours. Le réseau optique s'étendit, sous le Directoire puis sous l'Empire, jusqu'aux frontières de l'Europe napoléonienne.

L'invention du télégraphe électrique, dans les années 1830, ne fut pas adoptée d'emblée. Le système paraissait fragile avec ses lignes établies dans la nature, dans une France agitée par des mouvements de révolte. Il fallut attendre l'essor économique des années 1850 pour que s'impose ce système plus performant. Conscient que le premier détenteur d'une information disposait d'un avantage nouveau et que le réseau devenait source de pouvoir, l'Empire de Napoléon III concéda, en 1851, une autorisation d'accès au télégraphe aux agents économiques, tout en conservant le contrôle d'Etat sur le réseau.

Enfant du télégraphe, le téléphone breveté par Bell en 1876 fut objet de grandes circonspections. On ne voyait pas les avantages du dialogue par téléphone et les réseaux ne s'étendirent pas au-delà des centres urbains où les messagers faisaient déjà l'affaire.

Le développement du téléphone fut laissé à des sociétés privées jusqu'en 1889. A cette date, après un débat parlementaire difficile, le gouvernement se décida à nationaliser la Société générale des téléphones. Les arguments échangés allaient jusqu'à accuser le téléphone d'être « un instrument d'adultère », comme on reprochera plus tard au minitel d'être parfois « rose ».

Avec l'ouverture de la première liaison radioélectrique, le téléphone connut un saut technologique permettant l'établissement de la première liaison transatlantique en 1902. Progressivement, l'usage du téléphone s'étendit sans pour autant détrôner le télégraphe. Au sortir de la guerre de 1914/1918, celui-ci demeurait le principal moyen de communication pour les usages officiels ou professionnels dans notre pays, creusant ainsi un écart avec d'autres pays (Etats-Unis, Suède, Allemagne, Grande-Bretagne).

Dans une France en voie de modernisation rapide, de la sortie du second conflit mondial aux années 1960, le téléphone reste un « luxe ». Il est vrai qu'aucun des plans de modernisation n'en fit une priorité. Il fallut attendre 1967 pour que le rôle du téléphone et des télécommunications fût reconnu à sa réelle valeur dans notre pays. La demande devint si forte qu'une opération de « rattrapage » fut lancée. Le nombre d'abonnés passa en cinq ans (1970-1975) de 4 à 7 millions. Il fallait cependant attendre pendant encore plus d'un an pour avoir une ligne. Le plan de rattrapage ne porta véritablement tout ses fruits qu'à partir des années 1970, alors que, parallèlement, le progrès technique permettait l'introduction sur le marché d'autres machines autorisant d'autres performances...

C - COMMUNIQUER AUJOURD'HUI

Progressivement l'usage du téléphone s'est banalisé et modernisé. Le temps du combiné noir en ébonite avec oreillette est révolu. Il est devenu un élément de décor des films policiers des années 1960. Dans ce temps-là, les voitures Ford et les téléphones étaient forcément noirs.

Aujourd'hui, qu'ils soient fixes ou mobiles, les téléphones se choisissent dans toute une gamme de formes et de couleurs avec des prestations toujours plus sophistiquées.

Les messageries vocales font désormais partie de notre quotidien. Mais que l'on se rappelle tous ceux qui sont restés sans voix, lorsqu'ils se trouvaient en présence d'un répondeur. « *Parler à une machine, ça jamais* », affirmaient-ils alors avec conviction. Puis le temps a fait son œuvre et chacun pense qu'il est bien pratique de pouvoir laisser un message à l'absent. D'une certaine manière, on peut dire que le répondeur a constitué notre première expérience, notre terrain d'apprentissage de la communication homme-machine. Depuis, l'informatique a largement pris le relais.

Avec cette entrée dans l'ère de la communication homme-machine qui touche encore plus profondément la sphère professionnelle que la sphère privée, on observe deux grandes tendances qui vont de pair : la communication en situation de mobilité d'une part, la miniaturisation d'autre part. Ainsi, l'homme du XXI^{ème} devient une forme de nomade communiquant. Après bien des avatars depuis l'époque de l'homo sapiens, puis de l'homo faber, nous voici arrivé dans l'époque de l'homo « *communicus* ». L'individu éprouve le besoin de pouvoir être relié, en permanence et en tout lieux, à ses semblables, que ce soit pour des motifs professionnels, de loisirs ou personnels. Pour ce faire, il est en demande d'objets peu encombrants et multifonctions. Il ne se déplace plus sans son téléphone mobile et bientôt de façon aussi généralisée, sans son « assistant personnel », « Palm Pilote » ou autre petit boîtier du même type.

On parle aujourd'hui d'intégration de services et de convergence des outils. Tous les objets de notre quotidien deviennent potentiellement communicants, qu'il s'agisse du réfrigérateur qui tient les stocks et déclenche les commandes de renouvellement des yaourts, de la voiture qui indique le chemin et suggère un bon restaurant sur la route ou de la montre-bracelet qui « bipera » pour rappeler l'heure de prendre un médicament, du vêtement qui capte, enregistre et traite les informations sur l'état de santé.

1. La miniaturisation

L'une des plus importantes lignes de force de l'évolution des machines à communiquer, est la poursuite de la miniaturisation engagée dès l'avènement de l'informatique, réalisant depuis déjà 20 ans un doublement des capacités de mémoire et de calcul - à volume égal de composants électroniques - tous les 12 à 18 mois. Cette évolution n'est pas simplement quantitative : elle a eu des conséquences qualitatives fondamentales qui permettent à un ordinateur

aujourd'hui de réaliser des tâches inconcevables il y a peu, par exemple dans les systèmes de conception assistée par ordinateur, dans la création graphique et audiovisuelle, dans la prévision météo et, de façon générale, en ingénierie. Les spécialistes voient une limite technique indépassable à cette miniaturisation croissante et, pour l'heure, régulière, qui est celle du composant d'échelle atomique. Nous n'en sommes pas encore là et l'arrêt de la course vers le toujours plus petit et donc vers le plus complexe dans les capacités de l'ordinateur, n'est pas envisagé avant dix ans au moins. Il est difficile de mesurer les implications de cette tendance, mais il est sûr que les plus prévisibles touchent d'une part les fonctions audiovisuelles domestiques, d'autre part la présence de plus en plus courante d'informatique complexe dans les mobiles et portables.

Si l'on se réfère à l'exemple de l'industrie du son, on est passé en un siècle du rouleau au disque 78 tours, puis au microsillon, à la cassette et au CD avec des capacités croissantes de stockage. La miniaturisation concerne aussi l'image animée : cassette, puis DVD. L'évolution vers des supports physiques nettement plus petits que le CD et le DVD (puces, microsphères, barrettes) est certaine. Déjà « Dataplay » lance un disque numérique de 32 mm de diamètre, soit la dimension d'une pièce de 2 €. Cependant, il est une échelle où la petitesse devient un handicap, quand les objets ne sont plus facilement manipulables. On peut alors dépasser cette contrainte paradoxale en se passant franchement de tout support matériel autre que l'appareil de lecture lui-même. Le téléchargement informatique, déjà très amorcé pour les jeux et de façon juridiquement plus aléatoire pour la musique, devrait se répandre certainement dans les années à venir. Bien qu'il soit d'ores et déjà possible de s'affranchir de la lecture de tout support papier, on peut cependant douter que de telles procédures se substituent à brève échéance à l'achat en magasin ou par Internet du support physique des œuvres, tant la matérialité du produit culturel est ancrée dans nos modes de consommation.

Il est impossible de prévoir les usages à succès résultant d'une miniaturisation des composants sur les portables (le succès du SMS ou Texto a surpris les anticipateurs les plus avisés), sinon que ces évolutions porteront d'une part sur la taille des appareils eux-mêmes, d'autre part sur les fonctions qu'ils permettront d'assurer. Sur le premier point, on pourrait penser que leur taille actuelle a atteint un minimum ergonomique indépassable, puisque les derniers modèles tiennent tout juste dans le creux de la main. Les prochaines étapes de la miniaturisation pousseront certainement à des accroches au corps humain totalement différentes. On peut d'ailleurs s'étonner qu'il faille encore tenir les téléphones à la main, ce qui est notoirement inconfortable. On peut par exemple imaginer des « clips d'oreille « unisexes » à énergie solaire » permettant à la fois l'audition et la parole sans fil et sans piles, voire des systèmes minuscules implantés sous la peau des mâchoires ou des « patches » collés sur les zygomatiques. Cela impliquerait bien sûr la mise au point de systèmes de composition du numéro d'identification de l'interlocuteur par pure reconnaissance vocale, ce qui semble tout à fait accessible à moyenne échéance.

On peut envisager aussi la généralisation de la montre-bracelet / ordinateur portable permettant de garder la fonction « image » (ce que ne permettent pas les systèmes précédents). Autrement dit, le portable deviendra invisible et purement sonore ou visible (et objet de joaillerie) et multimédia.

2. L'oralisation

Une des évolutions techniques prévisibles les plus importantes et les moins perçues par le public est sans doute l'oralisation croissante des procédures d'usage des systèmes informatiques. Cela signifie un abandon ou une marginalisation à terme (un terme qui excédera sans doute les dix ans) de l'usage du clavier, de tout système digital de rédaction, de consultation, de navigation et de traitement simple (le téléphone) ou complexe (l'ordinateur) de données. Il y aura sans doute substitution assez rapide et générale du duo oralité / audition au couple digitalité / lecture. Sans qu'on en ait encore bien conscience, s'accomplira alors une révolution culturelle certainement beaucoup plus fondamentale, profonde, que ce qu'on a coutume de mettre au compte d'Internet. Cette fois, notre relation à une grande partie du réel qui passe aujourd'hui par la main et la vue, basculera entièrement vers la voix et le son : c'est tout le rapport du corps, du système sensori-moteur de chaque individu, à la connaissance et au monde qui en sera bouleversé.

Les obstacles majeurs sur lesquels bute cette nouvelle donne technique sont d'ordre linguistique. A ce jour, les ingénieurs maîtrisent des systèmes de reconnaissance vocale s'appuyant sur des différences phonétiques nettes et univoques. Cependant, les mots dont la prononciation est sans ambiguïté quant à leur orthographe, et surtout quant à leur référent précis sont, dans la plupart des langues, assez rares. Dans tous les autres cas, il faut donc, pour qu'une machine « comprenne » et orthographie correctement une phrase, qu'elle soit capable de séparer les mots, de contextualiser chacun d'eux, d'en fixer le sens exact parmi tous les possibles, en discriminant des subtilités très fines d'essence culturelle. Des progrès constants et rapides sont observés dans ce domaine (avec des différences importantes selon les langues, le français n'étant pas la plus facile à « automatiser »). A mesure que le noyau résistant devient plus petit, il devient aussi plus dur, plus rétif à une rationalisation absolue. Même si ce petit noyau devient faible (1 % d'un texte), c'est encore trop gênant pour permettre l'adoption du système. Ce pourcentage deviendra, sans doute, un jour pas si éloigné, si faible qu'on pourra le négliger ou le reconfier au contrôle humain. Alors la voix deviendra le mode d'accès et de restitution universel à toutes les données, y compris les textes. Il ne s'agira d'abord et pour longtemps, que d'« oraliser » les interfaces entre l'appareil et l'utilisateur, ce qui est déjà beaucoup. En tout cas pour les ordinateurs de travail, l'usage du langage écrit en lecture à l'écran restera a priori irremplaçable, notamment parce qu'il garde tout contenu disponible dans sa globalité et non plus par unités défilantes, ce que l'oral ne permet pas de dépasser. La difficulté restera de maîtriser informatiquement l'évolution parfois rapide des langues, ce qui entraînera des coûts de

développement des interfaces de traduction écrit-oral importants. Pour que ce handicap économique reste tenable étant donné la multiplicité des langues, la tentation sera grande de ne travailler que sur quelques langues internationalement utilisées, et peut-être sur une seule, qui aura toutes les chances d'être l'anglais. Cette évolution serait un facteur de relative unification linguistique, en tout cas dans la vie professionnelle. Elle changerait donc, ou accélérerait, non seulement la relation du corps à ses prothèses informatiques, mais aussi la répartition mondiale des cultures linguistiques dominantes.

3. Nouveaux réseaux, nouveaux usages

Concernant l'accroissement des performances des connexions à distance, il y a un pas entre les progrès dans les appareils (qui sous l'effet de la concurrence exacerbée entre opérateurs donnent un effet de continuité vers le « toujours plus petit/plus performant »), et les progrès des transmissions qui, dans le jeu des monopoles/oligopoles ayant consenti des investissements importants dans les réseaux, ne modifient les systèmes opératoires sur de vastes étendues que par paliers, souvent sous le poids d'une dérégulation entraînant une concurrence encore accrue. Il y a deux façons d'augmenter les capacités de transmission des données : la première est paradoxale, puisqu'elle consiste à diminuer le volume des données utiles à transmettre par la compression en éliminant notamment les informations redondantes ; la seconde est d'augmenter la capacité de transmission des réseaux par le haut débit avec des réseaux permettant aujourd'hui des performances quantitativement 30 fois supérieures à celles des connexions traditionnelles. Les deux quêtes sont suivies en parallèle, mais la première (la compression) bute sur le rendu final des images animées qui peut se trouver sensiblement dégradé par l'opération, la deuxième (le haut débit) sur le coût élevé d'installation et de fonctionnement des réseaux dédiés. Cependant, l'accroissement des capacités de transmission des réseaux semble d'autant plus inéluctable que la nature des données attendues des entreprises et des consommateurs, notamment en termes d'images, imposera une augmentation constante des volumes de données à transmettre.

Une autre évolution importante concernant la nature même des connexions, en voie de dématérialisation avancée est à signaler. Il s'agit de la technologie Wi-Fi, existant depuis une dizaine d'années et permettant l'Internet sans fil dans des lieux comme des hôtels, aéroports, centres de congrès, cafés. Les usages domestiques, encore limités, trouveront certainement dans cette innovation motif à améliorer les performances d'appareils, voire à en proposer de nouveaux.

L'accroissement considérable des possibilités et performances de connexions tout à la fois mobiles et riches va permettre le succès d'usages sociaux nouveaux ou encore embryonnaires des systèmes informatiques à distance. On pense d'abord bien sûr aux systèmes de sécurisation collective ou privée, notamment par la télésurveillance, dont tout indique qu'il y a une forte propension à leur extension. Les systèmes de sécurisation bancaire et, plus généralement, de données à caractère confidentiel ou de secret industriel

deviennent une nécessité pour lutter contre la cybercriminalité. Dans les domaines publics ou privés, les systèmes de télé-alarme, de télésurveillance des grands malades vont se répandre, même si le coût du suivi des alertes reste un obstacle à leur généralisation. Enfin, sur un mode mineur, le téléreport de compteurs sans déplacement des agents de l'électricité, du gaz ou de l'eau se répand actuellement en toute justification pratique et se généralisera sans aucun doute. Enfin le commerce en ligne deviendra, en même temps que les systèmes de paiements seront mieux sécurisés, un mode d'achat répandu.

4. Les limites de la convergence

Avec un peu de recul, on peut observer que les seuls systèmes nouveaux de transmission ayant réussi depuis la fin du XIX^{ème} siècle ont été soit des systèmes d'interconnexion individuelle (télégraphe, téléphone, messagerie Minitel, e-mails), soit des systèmes de diffusion collective par « spectacularisation » ou « fictionnalisation » du réel (cinéma, télévision hertzienne, puis câblée et satellitaire, jeux vidéo). Jamais ces deux approches communication/diffusion n'ont fait plus que cohabiter. Bien que le téléphone ait été le modèle des premiers rêves radiophoniques de la fin du XIX^{ème} siècle (le « téléphonoscope » a eu un début d'application avec la transmission en direct d'opéras, dont Proust fut un temps friand), puis des premières expérimentations de télévision dans les années 1920-1930 (avec des parrainages institutionnels très clairement PTT), ces deux filières ont toujours, jusqu'à ce jour, divergé. Jamais téléphone et radio n'ont amorcé le début d'une fusion depuis leurs origines parallèles, alors que techniquement cela ne soulève pas de difficultés particulières. Les espoirs puis les tentatives des opérateurs du câble dans les années 1980 (chez Vidéotron au Canada, et à travers des projets de télévidéothèque en France), puis de Canal + dans les années 1990, d'introduire de l'interactivité « communicationnelle » en parallèle de la diffusion télévisuelle n'ont pas plus "marché" que les exemples historiques précédents.

D'énormes enjeux technico-industriels sont depuis peu engagés par les grands opérateurs mondiaux du secteur pour transformer les simples téléphones portables actuels en machines à consommer des images, des sons, des données. Les opérateurs nous prédisent la convergence comme nécessairement globale, « tous azimuts ». Or des pans entiers du secteur de la diffusion, notamment télévisuelle, ne trouveront sans doute pas d'usage pertinent dans une filière communicationnelle comme le téléphone.

La diffusion de contenus radiophoniques ou télévisuels est fondée sur une économie tournée vers l'amont, le diffuseur lui-même ; celle des communications téléphoniques ou e-mails étant tournée vers l'aval, le consommateur. Parce qu'il est infiniment plus simple de gérer des masses de public -seraient-elles éclatées dans le cas des diffusions câble et satellite- que des consommations individuelles, et sauf exception des chaînes à péage, le diffuseur a tout intérêt à fonder l'économie de son entreprise sans avoir à relever le moindre compteur individuel. En télévision, le consommateur paie bien ce qui

est diffusé, mais de manière très indirecte, en partie par la redevance pour les chaînes publiques, par la publicité pour presque toutes. Cette « économie de l'amont » a ses propres règles, ses contraintes, ses enjeux, qui n'ont strictement aucun rapport logique avec ceux de toute « économie de l'aval » comme pour le téléphone, le gaz, l'électricité, la poste. Là, il est impossible de gérer des masses puisque chaque contenu est entièrement individualisé. La convergence impliquerait précisément une intégration complète de ces deux économies qui, nulle part, ne s'est réalisée de manière pérenne. Les chaînes de télévision à péage ont souvent du mal à sécuriser leurs recettes du fait d'un fort piratage (Telepiù en Italie), et il ne semble pas que ce mode de consommation de la télévision soit le plus porteur d'avenir. Internet serait le lieu idéal de la convergence entre les deux économies, mais là aussi c'est plutôt la divergence qui s'amorce : les e-mails et consommations de services, fussent-ils à haut débit, avec une économie obligatoire de l'aval ; l'accès aux images, sons, données mises à disposition de manière collective, qui seront de plus en plus financées globalement et en amont par des bandeaux ou messages publicitaires. Il y aura deux Internets différents, certes accessibles sur le même poste, du moins au début, mais qui auront si peu à faire ensemble dans leur économie qu'on peut s'attendre à une certaine séparation des accès, en rapport avec des modes de consommation culturels eux aussi divergents.

On peut faire de nombreuses distinctions entre les différents types de programmes de télévision. Pour éclairer le débat sur la convergence, on peut employer une distinction qui sépare les programmes « chauds » ou « événementiels » des programmes « froids ». Par programme « chaud » ou « événementiel », il faut entendre ce qui à un moment donné est lié à une émotion collective, prévue ou non : ce sont les grandes compétitions sportives (Coupes du Monde, Jeux Olympiques, Tour de France, Formule 1), les « media events » tels que définis par Daniel Dayan et Elihu Katz (mariages princiers, couronnements, obsèques de personnalités), enfin les événements majeurs imprévisibles (catastrophes, attentats de type « métro Saint-Michel » ou 11 septembre). Ces programmes, qui, sauf moments d'actualité forte, sont largement minoritaires en temps d'antenne sur nos écrans, peuvent faire l'objet d'une « grosse » demande en tous modes de réception : collective ou individuelle, nomade, mobile. En revanche, les programmes « froids », constituant de 90 % à 100 % de la programmation « ordinaire » de n'importe quelle chaîne de télévision (hors chaîne d'actualité), parce qu'ils sont a priori déconnectés de toute émotion collective dans l'instant, ne sont généralement appréciés qu'en réception « sanctuarisée », généralement dans le cercle de famille. Contrairement aux programmes « chauds » (sports, cérémonies, reportages d'événements dramatiques), nul n'envisagerait sérieusement d'aller regarder la plupart de ces programmes « froids » (fiction, divertissement, documentaires, magazines de société, programmes jeunesse, spectacles en différés) sur un écran géant installé sur une place publique. Pour avoir un certain succès, ceux-ci doivent impérativement être reçus en posture intime, passive,

domestique, où l'ajout de quelque interactivité que ce soit est plutôt perçu comme une gêne. Si des interactivités pauvres de type « vote » ont pu récemment réussir dans des émissions c'est uniquement parce que, a priori « froides » elles ont su faire événement et devenir en chemin, mais provisoirement, « chaudes ».

Globalement, la télévision n'est pas « attendue » en dehors du foyer, à l'exception des programmes événementiels, notamment sportifs, cérémoniels ou « catastrophiques », et peut-être de programmes de divertissement courts, de type « clips ». Au contraire, la divergence économique de fond entre télévision, gérée par l'amont, et téléphone (à entendre au sens large), géré par l'aval, plaide plutôt pour une séparation durable des fonctions et des outils (téléviseur d'une part, téléphone d'autre part, même « intelligent »). Cela n'implique pas qu'aucune convergence n'advienne jamais, mais on ne doit l'envisager sérieusement, semble-t-il, qu'à l'intérieur de chacun de deux grands blocs, lesquels sauf exception ont vocation à rester comme par le passé des filières distinctes : d'une part la diffusion de masse, qu'on pourrait qualifier de « consommation médiatique », d'autre part la communication « point à point » (interpersonnelle, interentreprises, interstructures).

Or Internet apparaît aujourd'hui comme le point de convergence récent de ces deux pôles, et donc le démenti central à l'inévitabilité de la divergence. On peut sans doute séparer les fonctions Internet en deux branches : d'un côté la mise à disposition de bases de données de toutes sortes, qui relève clairement de la fonction « diffusion » (même si l'accès est « à la demande »), de l'autre la messagerie e-mail, à contenu totalement individualisé, dont les potentialités peuvent être clairement améliorées, notamment vers le haut débit, mais qui n'est jamais qu'une fonction postale plus rapide et plus commode que la lettre ancestrale. Cela ne veut pas dire que les fonctions fusionnées diffusion / communication, qui existent d'ores et déjà, ne continueront pas d'être un des atouts d'Internet (par exemple avec la possibilité de composer de l'hypertexte pris dans une base de données puis individuellement façonné et transmis), mais la question est de savoir si c'est une fonction économiquement porteuse ou si elle est destinée à rester marginale.

D - LES TEMPS DE L'APPROPRIATION DE L'INNOVATION

A l'endroit de cette incursion dans le monde de la communication apparaissent les temps différents qui accompagnent les changements techniques. Temps technique, temps industriel, temps des usages, temps des professionnels, temps esthétique, se déroulent suivant un rythme particulier.

Il y a **le temps de la technique** et de la recherche développement avec un tel rythme de l'innovation, notamment dans le domaine de l'électronique et des télécommunications, qu'il n'est plus possible d'être assuré qu'une nouveauté ne sera pas rendue obsolète avant même sa mise en œuvre par une nouveauté concurrente. Hier déjà, le programme satellite de télévision directe organisé à la fin des années 1970 à partir des techniques de l'époque, aboutit à lancer en 1987 un satellite obsolète.

Avec le temps technique, **le temps industriel** satisfait une demande latente ou non qui ne se révèle que face à une offre. Cette stratégie de l'offre est plus universelle qu'on ne le pense, puisqu'elle était déjà celle des compagnies privées de gaz au dix-neuvième siècle qui offraient gratuitement à leurs abonnés des cuisinières.

Apparaît ici une ruse de l'histoire qui voit des produits s'adapter à une évolution des usages qui ne correspondait pas à leurs prévisions initiales ; le magnétoscope ne sert qu'accessoirement à faire des films amateurs, les usages de la télématique se sont plus développés du côté de la messagerie que du côté de la consultation des banques de données grand public, de même pour Internet.

En troisième, **le temps des usages**. Si une pratique volontariste de l'offre peut susciter la demande, elle doit savoir s'adapter aux premières tendances de la demande. Les évolutions des pratiques sociales sont lentes et en relation dialectique formelle ou diffuse avec l'évolution de l'offre technique.

Depuis cinquante ans, les pratiques de la vie familiale se sont largement transformées. La famille nucléaire est petit à petit devenue la règle. Au sein des ménages, comportant plusieurs individus, l'autonomie de chacun d'entre eux s'est renforcée. A la fin des années 1950, dans une situation où les fabricants de radio-récepteurs craignaient une saturation du marché, ils ont été très surpris de s'apercevoir que la radio devenait un outil individuel, la miniaturisation n'a fait que renforcer ce phénomène. Ce fut le début de l'individualisation des loisirs à domicile.

Ainsi le magnétoscope permet une individualisation de la consommation télévisuelle au sein de la famille. Il s'agit d'une machine qui permet de gérer les conflits liés aux choix des programmes de télévision. Avec l'augmentation de l'offre télévisuelle, introduite par les nouvelles télévisions hertziennes et le câble, les ménages s'équipent de plusieurs postes de télévision, la consommation de la télévision cesse d'être familiale pour devenir individuelle.

Vient alors **le temps de l'application** avec les nouvelles compétences nécessités et leurs croisements. Ainsi des jeux vidéo d'abord nés dans la communauté des informaticiens ne rencontrèrent qu'un succès éphémère. Les concepteurs de jeux durent faire appel à d'autres professionnels, les graphistes, d'abord puis les « convivialistes » chargés de la définition du produit en se plaçant du côté de l'utilisateur. Enfin, les aléas de la commercialisation de ce type de produit culturel conduisirent les éditeurs de jeux vidéo à inscrire le développement de ce média dans la tradition du « show business ». Alors que,

dans un premier temps, les auteurs de jeux vidéo étaient anonymes, la politique de promotion était axée sur le nom du jeu ; par la suite les jeux furent signés et on assista à une politique de « starisation » des auteurs (photo sur la pochette, interview...) qui ressemblent par bien des côtés à celle des vedettes de la chanson.

A l'inverse, les informaticiens ont profondément modifié les métiers de l'information. Dans la presse, les technologies de l'information et de la communication (informatique, photocomposition) ont fait éclater le couple journaliste-typographe au profit du binôme : ingénieurs et techniciens (de l'information et de la photocomposition) et journalistes. Le travail de ces derniers se transforme et s'interpénètre avec celui des secrétaires de rédaction et des documentalistes.

Pour être plus complet, on peut dire un mot du **temps esthétique**. Il ne suffit pas en effet que des professionnels se soient appropriés les nouveaux outils pour que naisse une esthétique. La radio puis la télévision ont défini très vite leur projet esthétique. En deux ans, les pionniers de la radio-diffusion avaient inventé les grands genres radiophoniques : journal, feuilleton, reportage sportif... les débuts de la télévision furent également une période de grande créativité.

E - LÀ SANS Y ÊTRE : LE VIRTUEL

Jusque là, les images représentaient le réel. Cela n'allait pas au-delà. Le modèle s'imposait avec ses lois et pesanteurs, quoi que l'on fit, on s'y trouvait lié, quelle que fût la distance prise.

Désormais, le virtuel permet de rompre le lien avec le modèle. Par le truchement de l'écriture numérique, les images modifient les modèles et simulent ce qui n'a jamais été réel, mais pourrait être. Jusque là, le réel précédait les images. Désormais ce sont les images qui précèdent le réel. Aujourd'hui, l'image peut virtuellement donner lieu au réel alors qu'il en fut toujours autrement, c'est le réel qui donnait virtuellement lieu à images. Avec la télévision et le cinéma, nous nous représentons le monde avec des images. Avec le virtuel, des images nous invitent à créer des mondes sans passé.

En cours d'émergence, le virtuel fait l'objet de discussions qui concernent encore quasi exclusivement les experts et les spécialistes. Tous s'accordent sur le fait qu'il s'agit d'une nouvelle forme d'écriture. Sans entrer dans le débat théorique, s'il en est ainsi, le virtuel risque de bouleverser voire révolutionner les manières de faire et l'ordre des choses, car l'homme ne renoncera pas à s'emparer du nouveau système d'écriture qu'il offre. Le virtuel donne la possibilité de généraliser les techniques de simulation à l'ensemble des activités de la société et ce, par « le miracle » de l'image. L'image permet la généralisation de la simulation par son caractère pseudo-concret. Avec le virtuel, le monde numérisé, apanage de quelques uns, deviendra un lieu accessible au plus grand nombre. A partir de là, la possibilité d'agir sur le monde sera ouverte sans le détour mathématique encore discriminant.

La réalité virtuelle permet de créer de nouveaux outils de formation. Au-delà il existe un second axe, symbolique. Avec le virtuel, la représentation de l'invisible devient possible. La réalité virtuelle devient alors un outil de compréhension où l'interaction avec un modèle virtuel abstrait permet de mieux comprendre le fonctionnement de systèmes complexes. Le virtuel peut alors devenir un outil d'optimisation et d'aide à la décision.

L'exploitation de ce mode symbolique modifiera de manière insoupçonnée la pratique de nombreuses professions. Elle permettra de réaliser ce qui serait impossible avec tout autre moyen.

Une troisième dimension concerne l'interaction avec le monde réel. Ainsi la téléopération permet d'agir dans des environnements distants ou hostiles. De même, complétant la notion de téléprésence, la réalité « augmentée » prolonge la perception des cinq sens et fait par exemple « voir » la radioactivité ou la température.

Ces propriétés prennent toute leur force lorsque l'on change d'échelle, soit pour interagir avec l'infiniment petit - nanoprésence, microchirurgie, synthèse moléculaire - soit pour maîtriser au contraire des systèmes complexes très vastes - supervision de processus industriels, outils de vigilance ou de décision pour les contrôleurs aériens.

1. Pour l'individu

L'univers des jeux est attaqué sur trois points au moins par le virtuel. Il y a notamment les attractions haut de gamme, telles que les voyages collectifs dans l'espace ou les fonds sous-marins, les jeux d'arcades pour adolescents et les jeux domestiques sur consoles et micro-ordinateurs.

Décriés pour de multiples raisons, l'univers des jeux n'en est pas moins nanti du potentiel qui peut se décliner dans le champ de l'instruction. Par le haut de gamme, le virtuel offre des ressources insoupçonnées, à naître de la combinaison incessante avec le réel. L'interactivité et la simulation, comme l'immersion active dans un univers à créer, offrent des débouchés à l'intelligence. On peut ainsi faire découvrir la géographie, l'histoire, la biologie... à partir d'images virtuelles programmées pour réagir en fonction de sollicitations d'individus ou de groupes.

Par le virtuel, l'individu se libère pour partie de la pesanteur et des contraintes du monde physique. Il s'immerge dans un univers qu'il crée à son gré à la faveur de sa volonté de naviguer grâce à l'interactivité. L'expression « passer à travers le miroir » peut rendre partiellement compte de ce dont il est question avec une capacité nouvelle à agir avec de l'information.

Resté en prise avec le matériel par son corps, l'individu se trouve doté de capacités nouvelles à améliorer sa prise avec l'information dont le traitement est l'apanage de la pensée. Régis par des règles notamment différentes, monde matériel et monde de l'information se superposent chez l'individu. Le virtuel peut contribuer à faire interréagir ces deux mondes dans une combinaison nouvelle, toujours recommencée.

A ce stade, il serait présomptueux de tracer les contours du virtuel pour l'individu. Il en sera comme de toutes les techniques dont leurs créateurs ne savent jamais prévoir tous les usages. Il s'installera au gré de l'utilisateur et remplira d'autant plus de fonctions que son maniement sera facile, que son « commerce » sera plaisant et qu'il sera, de surcroît, doté d'efficacité...

2. Horizons du virtuel

« Monde multidimensionnel, créé et fonctionnant avec l'aide d'ordinateurs reliés au sein d'un large réseau. Chaque poste de travail y est une fenêtre ouverte sur ce monde, où les distances paraissent abolies. Les objets vus ou entendus ne sont ni des objets physiques, ni nécessairement des représentations d'objets physiques mais doivent plutôt être considérés comme de pures données, comme de l'information à l'état brut. Ces informations proviennent bien sûr, pour partie, des activités du monde naturel et physique, mais sont surtout le fruit du trafic immense d'informations symboliques, d'images, de sons, produits par toutes sortes de personnes dans le domaine des sciences, de l'art, des affaires, et de la culture ». Ainsi parlait M. Benedikt, chercheur américain en 1994 à propos du virtuel.

Pour un autre américain, Carl Eugène Loeffler, *« les promesses de la réalité virtuelle ont enflammé les imaginations. Notre culture, nos sciences, mais aussi le commerce, l'éducation, les loisirs et l'industrie vont subir l'influence, et même être directement impliqués dans la mise en place des techniques du virtuel. L'un des grands défis à venir réside dans le développement d'environnements virtuels partagés par de grandes communautés d'utilisateurs, les réseaux de télécommunications vont donc se trouver au cœur des réalisations de demain. Les environnements virtuels se joueront des frontières et il est impossible aujourd'hui de prendre la mesure de ce qu'il en résultera ».*

S'il en est ainsi, quelle sera la culture des personnes qui préféreront vivre dans l'univers de la communication électronique, celui des messages électroniques, des bases de données ou des environnements de simulation multiutilisateurs, notamment ceux de la réalité virtuelle. Elles pourront y modifier leur identité, leur façon de communiquer avec d'autres et leur rapport avec la société. Des questions se posent alors. Cette société « virtuelle » sera-t-elle gouvernée ? Par qui et à quelles fins ? Des questions particulièrement pertinentes si l'on admet que cet environnement virtuel est susceptible de contenir des lieux ou résidences privés, toutes sortes d'objets et d'effets personnels, etc.

Cette analogie avec le monde physique est loin d'être anecdotique. Les espaces privés, par exemple, pourraient avoir des portes, des placards et des fenêtres ouvrant sur des horizons multidimensionnels. Des « boîtes à outils » permettraient de les étendre encore et de les modifier à l'infini. On peut imaginer ainsi un grand nombre d'expériences, dont certaines évoqueraient des situations familières, comme aller faire des achats, ou écouter un concert ; d'autres auraient un caractère plus exceptionnel, comme se rendre vers un lieu du passé, en remontant le temps ou carrément sur une autre planète.

Enfin, un autre point mérite d'être souligné. Pénétrer dans cet espace virtuel (qui n'est en fait qu'un très vaste champ de données), puis y évoluer, nécessite l'utilisation de différents périphériques informatiques. Les possibilités sont nombreuses et les interfaces homme-machine utilisées de plus en plus naturelles d'utilisation. Quant aux guides ou agents « virtuels » qui peuplent ces espaces et les partagent avec les utilisateurs, ils acquièrent, au fil du temps, de la connaissance, deviennent des amis et vieillissent avec leurs interlocuteurs et partenaires humains.

3. Le virtuel sera-t-il une industrie ?

Oui semble la réponse à pareille question à la lumière de ce qui précède et de quelques constatations complémentaires. D'abord industrie en lui-même, (la fabrication des logiciels est à tous égards une activité industrielle) le virtuel accompagnera aussi nombre d'activités dont il conditionnera l'existence avec un effet retour de celles-ci.

La question du développement des télécommunications comme celle de la technologie informatique est naturellement un enjeu majeur, car les environnements virtuels sont extrêmement gourmands en puissance de calcul si l'on veut disposer simultanément de toutes les fonctionnalités souhaitables pour parfaire l'illusion.

Spécifique au virtuel, toute une batterie de dispositifs se met en place, avec une industrie d'interfaces pour que l'individu donne ses ordres à la machine et pour qu'au retour celle-ci lui transmette l'état de l'environnement virtuel. Dans la panoplie, on trouve notamment le visiocasque qui isole l'individu du monde extérieur en occupant son champ visuel afin de l'immerger dans l'univers virtuel. On y trouve aussi des écrans spécialisés, des lentilles... Par ailleurs, la main elle-même, voire le corps entier, peuvent être équipés de gants et de combinaisons qui servent de périphérie d'entrée des données...

II - S'INSTRUIRE DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

Quelques citations parlent fort et illustrent ce que nous devons au siècle des Lumières pour l'acceptation du droit à la connaissance pour tous.

Avant que les idées des philosophes « éclairés » n'aient fait leur chemin, les hommes de pouvoir estimaient que l'instruction devait rester le privilège d'une élite, celle des « bien-nés ». Lire et compter représentaient les deux enseignements de base admis, car ainsi que le fait remarquer Claude Lévi-Strauss, dans *Tristes Tropiques*, « nul n'est censé ignorer la loi ». Pour la faire appliquer plus facilement, il est préférable que les populations qui y sont soumises, sachent lire ses injonctions. On peut appliquer le même raisonnement au calcul, pour ce qui concerne la facilitation du prélèvement de l'impôt.

Avec la Révolution, le ton est tout autre. Dans son discours à l'Assemblée législative le 20 avril 1792, Condorcet faisait ainsi l'apologie de l'instruction :

« Offrir à tous les individus de l'espèce humaine les moyens de pourvoir à leurs besoins, d'assurer leur bien-être, de connaître et d'exercer leurs droits, d'entendre et de remplir leurs devoirs ; assurer à chacun d'eux la facilité de perfectionner son industrie, de se rendre capable des fonctions sociales auxquelles il a droit d'être appelé, de développer toute l'étendue des talents qu'il a reçus de la nature, et par là établir entre les citoyens une égalité de fait, et rendre réelle l'égalité politique reconnue par la loi :

Tel doit être le premier but d'une instruction nationale, et sous ce point de vue elle est pour la puissance publique un devoir de justice.

Diriger l'enseignement de la manière que la perfection des arts augmente les jouissances de la généralité des citoyens et l'aisance de ceux qui les cultivent, qu'un plus grand nombre d'hommes deviennent capables de bien remplir les fonctions nécessaires à la société, et que les progrès toujours croissants des lumières ouvrent une source inépuisable de secours dans nos besoins, de remèdes dans nos maux, de moyens de bonheur individuel et de prospérité commune ;

Cultiver enfin, dans chaque génération, les facultés physiques, intellectuelles et morales, et par là contribuer à ce perfectionnement général et graduel de l'espèce humaine, dernier but vers lequel toute institution sociale doit être dirigée ».

Au-delà, qu'en fut-il ?

Il serait assez vain de vouloir retracer une histoire de l'instruction sur plus de deux siècles en quelques lignes, d'autant qu'elle se confond assez généralement avec l'histoire politique de notre pays, qu'elle y participe pleinement. Les prises de positions partisans à l'égard des grandes lois sur l'éducation qu'il s'agisse de la loi Guizot de 1833, des lois Ferry votées pendant la première décennie de la III^{ème} République (culminant avec le texte du

18 juin 1881 sur la gratuité de l'enseignement primaire et avec celui du 25 mars 1882 sur l'enseignement obligatoire et la laïcité de l'enseignement) qu'il s'agisse de textes beaucoup plus proches de nous..., démontrent, à l'envie, l'importance attachée autant à l'éducation elle-même, qu'à la manière dont elle devait être dispensée.

A - S'INSTRUIRE D'HIER À AUJOURD'HUI

Le temps de l'école communale avec ses plumiers, ses encriers, ses bancs solidaires des tables, ses odeurs de craie et de parquet lessivé apparaît lointain. Dans les années cinquante, le stylo « Bic » représentait une remarquable innovation délivrant le maladroit du péril de la tache d'encre malencontreuse. Si l'on jette un coup d'œil rétrospectif sur les outils utilisés par l'écolier, on serait tout d'abord étonné de l'austérité des instruments : pas de feutres, mais des crayons qu'il fallait tailler laborieusement, pas d'ardoise électronique, ni même plastique, mais une tablette pesante avec son chiffon poussiéreux et son crayon d'ardoise. Dans la trousse ou le plumier, étaient soigneusement rangés porte-plume, crayons, règle en bois, compas rudimentaire et la gomme « à encre » dont l'usage entraînait pour le non expert un abominable trou dans le papier. La calculatrice de poche appartenait encore au futur, et lorsque son prix l'a rendue accessible à tous, elle fut proscrite des établissements scolaires au motif que les enfants allaient à l'école pour apprendre à compter, et qu'il n'était donc pas question qu'une machine se charge de faire les additions, soustractions, multiplications et divisions à leur place. L'apprentissage des tables de multiplication, consciencieusement anonnées par des générations d'écoliers faisait partie d'un rite initiatique aujourd'hui disparu et la calculatrice a gagné droit de cité dans les lycées. Les manuels scolaires étaient moins richement dotés en illustration et les cahiers sans fioritures. Les fournitures scolaires sont devenues ludiques, colorées, personnalisées.

- Aujourd'hui

Le temps de l'uniforme, de la blouse la même pour tous, est révolu. Les écoliers et leur famille sont devenus la proie des féticheurs marketeurs. Chacun peut choisir de s'identifier à telle marque, à tel personnage ou produit dérivé d'une émission TV en vogue au travers de ses cahiers, sa trousse, son cartable. Un cartable qui a beaucoup gagné en ergonomie. Finies les scolioses dues au lourd cartable porté à bout de bras. Sac à dos en tissus léger mais résistant, pour tout le monde, avec une multitude de poches, y compris la poche pour l'indispensable téléphone portable.

Alors que les téléviseurs se généralisaient dans les foyers, l'école se lançait timidement dans l'aventure de la télévision scolaire, sans que l'initiative ne rencontre jamais le succès escompté. Cependant, la France fut le premier pays à se lancer dans le pari de l'informatique éducative. En 1972, le ministère de l'éducation nationale lançait le plan « 58 lycées » consistant à équiper 58 établissements de mini-ordinateurs reliés à neuf terminaux. Ce plan

comportait un important projet de production de logiciels didactiques qui visait à faire de l'ordinateur une véritable machine à enseigner, patiente, savante et adaptable aux besoins individuels. On entrait dans l'ère du didacticiel et de l'EAO (enseignement assisté par ordinateur). Toutefois, cette ambition se heurtait à la difficile question de l'analyse des réponses en langage naturel de l'élève, si bien que les logiciels se contentaient souvent de dialogues ayant la forme de questionnaires à choix multiples (QCM) dont les vertus pédagogiques restent limitées au-delà du contrôle des connaissances. Dès le début des années 1980, ces mini-ordinateurs ont fait figure d'ancêtres devant l'arrivée des micro-ordinateurs. L'enjeu change : il s'agit désormais de mettre la culture de la micro-électronique et de l'informatique à la portée de tous. Elèves et professeurs s'initient à la laborieuse programmation en Basic ou en Logo.

- « Informatique pour tous »

En 1985, c'est le grand boum du plan « Informatique pour tous » qui prévoyait l'équipement systématique de tous les établissements, de la maternelle à l'université. Ces politiques massives d'équipement, imposées de l'extérieur, rencontrent de fortes résistances au sein de l'institution. Les enseignants sont invités à intégrer l'informatique dans toutes les disciplines sans réel mûrissement des usages ni de la réflexion pédagogiques. Ne sachant comment les utiliser à des fins pédagogiques, les ordinateurs se trouvent progressivement repoussés aux marges du système, dans les centres de documentation et d'information (CDI) ou les enseignements optionnels, sans affecter directement les méthodes pédagogiques ni la logique interne des disciplines. Pendant une dizaine d'années, l'informatique à l'école fait figure de gadget plutôt boudé par les enseignants. Pendant ce temps, les élèves se familiarisent avec l'informatique et le multimédia au travers des jeux vidéos, puis des cédéroms. L'arrivée d'Internet va bouleverser la donne. Un nouveau mouvement d'équipement et de connexion des établissements démarre en 1997.

Dès 1996, un mouvement pionnier s'était amorcé dans de petites écoles rurales qui ont très vite vu dans Internet un moyen de rompre leur isolement. Ces écoles ont créé et animé des sites Web qui ont constitué autant de vitrines des usages éducatifs d'Internet. Convaincus par ces réalisations, des milliers d'enseignants rejoignent progressivement le mouvement en créant des sites personnels, disciplinaires ou d'établissement et en participant à des listes de diffusion sur lesquels s'échangent de multiples informations, concernant aussi bien les innovations techniques, les nouveaux produits pédagogiques, la réflexion prospective sur la pédagogie à l'heure du Net, les expérimentations en cours, les bonnes adresses... Ces pédagogues internautes apportent leur contribution à un vaste réseau de mutualisation des pratiques qui ne se limite pas aux usages pédagogiques d'Internet mais traite de la question des méthodes d'enseignement en général et aussi très concrètement par niveau et discipline.

Même si ce mouvement est encore largement en devenir, certaines de ses modalités concrètes commencent à se dessiner. Dans l'enseignement primaire,

avec la présence d'ordinateurs connectés à Internet, les instituteurs évoluent dans leur pédagogie vers davantage de projets coopératifs, créatifs, pluridisciplinaires en faisant appel aux ressources documentaires du réseau. Dans les lycées, on observe que les ressources Internet sont largement utilisées par les enseignants et les élèves en amont des cours : préparation des cours pour les uns, des exposés pour les autres, recherche documentaire, échanges de mails. En revanche, dans le déroulement des cours, rien ne paraît encore avoir vraiment changé. La voie de l'ordinateur-outil semble avoir triomphé, sans parvenir à faire de l'informatique une discipline à part entière. Il n'en reste pas moins que les enseignants réservent un accueil favorable à Internet et au multimédia comme en témoigne la multiplication des sites d'établissement qui sont l'expression de la créativité des équipes et de leurs désirs d'échanges d'expériences et d'idées. Toutefois, si le réseau est susceptible d'apporter une plus grande cohésion à l'institution en désenclavant les écoles isolées, en reliant les classes et les enseignants au niveau local, national ou international, il peut également devenir un instrument régressif d'éclatement de la communauté scolaire. Ce pourrait être le cas par exemple si l'enseignement à distance se généralisait en se contentant d'appliquer les recettes de l'enseignement traditionnel par correspondance en les enrichissant d'instrument techniques tels que le web, les cédéroms ou le courrier électronique.

- Le maître, la machine, l'élève

Malgré les immenses potentialités d'accès aux savoirs que représentent les TIC, personne n'envisage vraiment le remplacement du maître par un substitut 3D. Bien que largement familiarisé avec ces techniques par les consoles et jeux vidéo, l'enfant préférera très certainement continuer à se rendre à l'école pour y retrouver ses camarades plutôt que de rester chez lui dans une relation virtuelle avec un professeur. Au-delà de cette hypothèse du professeur virtuel qui relève encore de la science-fiction, tout au moins dans le primaire et le secondaire, les TICE (technologies de l'information et de la communication pour l'éducation) peuvent aider des pratiques qui ont encore du mal à se généraliser : l'interdisciplinarité, le suivi pédagogique individualisé, l'évaluation permanente.

On ne compte plus les expérimentations de nouvelles technologies à l'école. Il y a ceux qui éditent un cédérom où ils racontent leur vie et l'histoire de leur commune. D'autres créent un site Internet pour publier en ligne un travail collectif. Ailleurs, on a recours aux logiciels spécialisés en mathématiques ou en sciences de la vie. Plus loin, on a créé un réseau avec plusieurs écoles ou collèges pour permettre les échanges entre élèves. Ici, on initie à l'utilisation de la messagerie électronique. Là, on fait un usage quotidien des logiciels de bureautique ou de la recherche sur cédérom. Là-bas, Internet est intégré dans toutes les recherches documentaires. Le foisonnement est incontestable, et la diversité des pratiques inévitable. De tous ces exemples, il ressort que l'arrivée des TICE modifie fondamentalement le rapport des élèves à l'institution scolaire. En premier lieu, de manière conjoncturelle : tous les enseignants témoignent du surcroît de motivation chez les élèves lorsque, d'une manière ou d'une autre, le

cours intègre les nouvelles technologies. Le fait de pouvoir produire quelque chose donne du sens aux activités scolaires. Pour l'écriture et la lecture, dans le primaire, l'effet est indéniable. Une expérience réalisée à l'initiative de Microsoft dans dix-huit écoles montre que dans le cas de la production de l'écrit, avoir à sa disposition par l'intermédiaire du Web ou la messagerie de vrais lecteurs donne du sens au travail, aux efforts de réécriture. Le Livre blanc sur cette opération baptisée « Graine de multimédia » constate que : *« on peut diffuser sur papier, via un journal d'école traditionnel les productions des classes, mais symboliquement le web élargit la socialisation et favorise les retours. Il y a encore plus d'enjeux à écrire pour de vrai pour d'authentiques lecteurs »*.

De manière structurelle, les nouvelles technologies interpellent fortement le maître qui perd sa place d'unique détenteur des connaissances. L'enseignant n'est plus forcément en position d'en savoir plus, et avant les élèves. Il peut savoir en même temps. La multiplicité des sources de connaissances, l'importance de la recherche et du traitement de l'information modifie la relation pédagogique. Le modèle du cours magistral en ressort fragilisé.

Les nouvelles technologies, et en premier lieu Internet, sont en train de faire évoluer la conception de la transmission des savoirs qui place le maître comme détenteur essentiel de la connaissance. Elles favorisent le passage de cette forme traditionnelle de transmission des savoirs à une forme qui donne plus de responsabilité aux élèves dans leur apprentissage et encourage des comportements actifs dans la construction des savoirs et le travail en groupe. En outre, ces technologies facilitent un suivi individualisé des élèves. Il est en effet possible d'avoir des traces précises du travail de chacun, de la progression, de ses difficultés.

Encore faut-il savoir apprendre à faire le tri entre l'utile et l'accessoire, l'important et le futile. Cette capacité à sélectionner la bonne information, replacée dans le contexte, est loin d'être assurée. Elle ne s'apprend véritablement que par la pédagogie. Le maître restera, encore longtemps, le maître : celui qui est capable d'adapter son discours à la personnalité collective, en même temps que multiple, de la classe qu'il faut conquérir, intéresser voire passionner chaque jour toujours davantage. Bref de pourvoyeur de connaissances, il mue en architecte des savoirs.

B - VERS DE NOUVELLES MANIÈRES D'APPRENDRE ET D'APPRENDRE À APPRENDRE

L'expérience est tentée depuis 1991 dans une école de l'Etat de New York, qui entraîne, année après année, les élèves au cœur d'une période historique, et pas seulement en cours d'histoire. Toutes les disciplines reflètent l'état des connaissances de l'époque étudiée. Grâce aux nouvelles technologies, l'enfant est plongé dans un monde passé comme s'il y vivait et en intègre les logiques. Dès les premières années par exemple, les jeunes enfants sont immergés dans la

préhistoire. Ils s'intéressent au développement de la vie grégaire, aux rapports que les hommes primitifs entretenaient avec la nature, les éléments ou l'art. L'année suivante, l'enfant vit dans l'Égypte des Pharaons, avec ses mythes, ses mathématiques, son art. Puis, c'est le tour de la Grèce et de la Rome antique, avant que l'élève ne se retrouve successivement « propulsé » au Moyen-Age puis à la Renaissance, pendant ses années de collège. L'adolescent suit ainsi un programme de mathématiques correspondant aux connaissances dont disposaient les savants et universitaires des Lumières. Même plongée en biologie, en physique ou en littérature. Au lycée, l'élève entre de plein-pied dans la révolution copernicienne et ne pense plus le monde que dans une vision galiléenne où la terre perd sa place centrale dans l'univers. Pour ne pas rester complètement virtuels, ces voyages dans le temps se concrétisent par un séjour sur les lieux où restent visibles les traces des civilisations étudiées. Le principe global mis en œuvre dans cet établissement pilote est d'inscrire l'enfant dans la dynamique de la connaissance humaine et de son dépassement progressif, afin de le préparer à se défaire de nos connaissances du second millénaire et d'entrer dans la cyberculture. Nos connaissances scientifiques et techniques sont en effet multipliées par deux tous les huit ou dix ans, et nul ne sait quels savoirs seront nécessaires aux adultes de 2030 ou 2040, c'est-à-dire aux enfants qui sont aujourd'hui sur les bancs de l'école.

Les contenus enseignés aujourd'hui risquent fort d'être rapidement dépassés, voire périmés. Les élèves sont d'ailleurs conscients de ce décalage entre les enseignements scolaires et les savoirs dont ils ont besoin au quotidien. La tentation est grande de se demander pourquoi faire siennes de nouvelles connaissances, les apprendre, alors qu'en théorie, toutes les informations du monde sont instantanément disponibles en quelques clics. Il est certain que l'ordinateur bouscule des enseignements élaborés pendant quatre siècles et en impose d'autres dont les contours commencent à peine à s'esquisser. L'humanité a déjà connu plusieurs bouleversements de cette ampleur. Selon Pierre Lévy³, *« le premier, c'est l'invention de l'écriture, qui a donné une mémoire au langage. Le second, c'est la mise au point de l'alphabet, grâce auquel l'écriture devient universelle et permet l'émergence d'une connaissance universelle. Bien plus tard, il y a l'imprimerie, qui permet l'explosion des sciences expérimentales. La mise à disposition des données qu'il n'est plus nécessaire de recopier autorise à se concentrer sur l'observation. A toutes ces époques charnières, les modes de raisonnement se transforment inévitablement. Aujourd'hui, la simulation informatique permet de dépasser la logique cartésienne. En faisant bouger des milliers de variables, on change le rapport aux résultats scientifiques. Un résultat n'est plus vrai ou faux, il est plus ou moins pertinent par rapport à un modèle lui-même relatif »*.

³ Pierre Lévy, *World philosophie*, Odile Jacob, 2000.

1. La prise en compte du principe d'incertitude

Comme le souligne Edgar Morin, *« les sciences nous ont fait acquérir beaucoup de certitudes, mais nous ont également révélé au cours du XX^{ème} siècle d'innombrables domaines d'incertitude. L'enseignement devrait comporter un enseignement des incertitudes qui sont apparues dans les sciences physiques (microphysique, thermophysique, cosmologie), les sciences de l'évolution biologique et les sciences historiques. Il est nécessaire que tous ceux qui ont la charge d'enseigner se portent aux avant-postes de l'incertitude de nos temps »*. C'est ici la capacité à construire et déconstruire des savoirs qui est en jeu. Mais ce que M. Joël de Rosnay appelle *« les briques de la connaissance »* : lire, écrire, compter, resteront toujours incontournables. Le lire-écrire-compter est même rendu plus incontournable encore par ces évolutions scientifiques, à une limite près : on ne peut plus apprendre à lire comme hier. Aujourd'hui, « lire » c'est aussi lire des images, gérer de l'hypertexte, trier des informations et plus que jamais savoir les replacer dans un contexte pour leur donner du sens. Comme le préconise Edgar Morin dans *« Les Sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur »* (2000 Seuil), *« il est nécessaire de développer l'aptitude naturelle de l'esprit humain à situer toutes ces informations dans un contexte et un ensemble. Il est nécessaire d'enseigner les méthodes qui permettent de saisir les relations mutuelles et influences réciproques entre parties et tout dans un monde complexe »*. Enseigner revient alors à offrir aux élèves la capacité à donner du sens au flot d'informations disponibles, car dans un monde changeant, il est nécessaire de contextualiser ce qu'on apprend. Pour être mieux à même de mesurer la portée d'une information, il faut être capable de faire intellectuellement des liens, comme cela se passe sur Internet. Déjà en 1975, M. Joël de Rosnay prônait ce processus dans *« Le Macroscop »* : il faut *« intégrer les données dans les informations, les informations dans les savoirs et les savoirs dans de la connaissance, afin que les informations premières se transforment en un ensemble cohérent porteur de sens et permettant d'éviter l'infopollution »*.

2. L'évaluation des connaissances assistée par ordinateur

Il est peu probable que l'on voit à plus ou moins brève échéance les candidats au baccalauréat passer leur examen face à une machine. Technologiquement parlant, rien ne s'y oppose, mais les mentalités sont loin d'être mûres pour ce genre de pratique. Dans les faits, peu de changements sont intervenus en deux siècles. Le rituel du contrôle sur feuille est encore de mise partout, y compris dans les établissements qui ont fait le pari de s'ouvrir sur les nouvelles technologies. La notation et les contrôles surprises sont l'apanage du pouvoir des enseignants, et ils se montrent réticents à déléguer ce pouvoir à une machine. Pourtant quelques avancées sont réalisées comme en témoignent les logiciels éducatifs et les sites de soutien scolaire proposant des exercices avec correction immédiate. La généralisation de leur usage permettrait d'accorder une place plus grande à l'évaluation formative, c'est-à-dire au jour le jour,

contrairement à l'examen qui, à un moment donné, sanctionne un ensemble de connaissances supposées assimilées. Ces outils d'autoformation devraient permettre de décharger l'enseignant de tâches répétitives qui pourrait ainsi disposer de plus temps pour une relation individualisée avec chaque élève.

L'ordinateur représente une machine d'apprentissage patiente qui ne se fâche pas même si l'apprenant commet pour la dixième fois la même grossière erreur. Ceci est particulièrement vrai pour l'apprentissage des langues. L'ordinateur ne se lasse pas de faire répéter jusqu'à ce que la prononciation d'une phrase ou la compréhension d'une règle grammaticale soit assimilée. De ce point de vue, les nouvelles technologies ne sont pas répressives et n'ont pas d'effet culpabilisant comme il peut s'en manifester dans la relation maître-élève. Par ailleurs, des études ont montré que lors d'évaluations non anonymes, on observe un ensemble de biais de notations, modulées en fonction de l'origine sociale, du sexe, de l'âge. Des évaluations standardisées comme les questions à choix multiples permettent de supprimer ces biais. Cependant, l'intervention de l'enseignant pour expliquer pourquoi l'élève s'est trompé reste essentielle. De nombreux logiciels permettent de vérifier la rémanence d'une information. En revanche, tester la capacité à transposer une notion dans un contexte différent de celui dans lequel elle a été présentée, faire appel à un raisonnement productif plus qu'à l'élimination sur laquelle est basée le principe des QCM représentent une démarche plus difficile à informatiser. La plupart des logiciels présents sur le marché se contentent de tâches limitées et d'explications succinctes. Encore embryonnaires, des tests de compétences et non plus de connaissances, sont en cours de développement. Le stade des QCM pourra un jour être dépassé grâce aux progrès de l'intelligence artificielle. L'avènement de ce type de suivi et d'évaluation pédagogique sera fonction des progrès accomplis dans la compréhension du langage naturel. En effet, actuellement, rien ne s'oppose à ce que la machine pose des questions à « son » élève, en revanche toute la difficulté réside dans l'interprétation des réponses formulées en langage naturel.

3. La personnalisation des processus d'apprentissage

Les systèmes permettant de rendre compte du parcours effectué par un élève au cours d'une séance de travail en sont encore au stade expérimental. Cette piste part du principe que les nouvelles technologies peuvent remplir des fonctions d'aide à l'apprentissage dans le cadre desquelles la trace gardée en mémoire des essais successifs renseigne utilement sur le cheminement des élèves. Ces hypothèses se réfèrent à des études de « fichiers-trace ». Les « fichiers-trace » sont des fichiers qui conservent la mémoire de toutes les actions accomplies par un étudiant : ouvrir, fermer un fichier, consulter un dictionnaire, trouver un mot, le remplacer, etc., de sorte que l'on peut observer sa façon de travailler. A partir de ces observations, les chercheurs pourront mettre au point des produits avec des cheminements différenciés selon les profils les plus récurrents, car dans les différents domaines d'apprentissage on peut

identifier différents profils d'apprenants : les auditifs ou les visualistes par exemple.

Dans le domaine des mathématiques, le Laboratoire d'informatique de l'université du Maine (LIUM) a développé un outil qui aide les enseignants à évaluer les élèves afin de leur proposer des exercices correspondant à ce qu'ils savent. Ce projet, baptisé « Pépite » permet une exploitation multicritère des compétences algébriques des élèves. L'objectif n'est pas tant de situer les élèves par rapport à une norme que de savoir quelles connaissances ils ont construites réellement, y compris les connaissances fausses. « Pépite » ne cherche pas à analyser les succès ou échecs, mais la manière dont l'élève utilise les lettres, les inconnues, les abréviations. En effet, certains élèves connaissent les règles, mais ne savent pas les utiliser selon que le problème est posé en termes graphiques, géométriques ou algébriques. Pour le moment, compte tenu de la complexité du vocabulaire de la grille d'analyse, l'expertise didactique relève de l'enseignant, mais une fois celle-ci simplifiée, les élèves pourront l'utiliser en autoformation.

Dans la mesure où les nouvelles technologies encouragent la communication entre les personnes, entre les pairs, entre les évaluateurs et les évalués, on peut envisager d'autres formes d'évaluation, plus qualitatives grâce à l'interactivité. En effet, elles seront à terme capables de rendre compte du processus cognitif emprunté par un élève et de ses stratégies d'acquisition de connaissances. Cette démarche dans l'idéal devrait permettre de mesurer si un élève exploite correctement un raisonnement à des fins socialement utiles. Par ailleurs, l'apprentissage par essais-erreurs, par induction, « à tâtons », le fait de gérer de l'incertitude sont autant de bénéfices pédagogiques que peuvent apporter les nouvelles technologies. D'une manière générale, on sera davantage attentif à mesurer ce qui a été appris, plutôt que ce qui aurait dû l'être, alors que le système éducatif français, depuis Napoléon, repose sur un idéal externe à atteindre par chaque élève.

4. Aide scolaire et cours particuliers en ligne

Le marché des produits pédagogiques de soutien scolaire est en pleine explosion. Les familles sont de plus en plus nombreuses à s'équiper et à utiliser des logiciels parascolaires, sortes de répétiteurs électroniques qui promettent d'améliorer les résultats et de faciliter les révisions avant les examens. Les méthodes pédagogiques utilisées pour la conception de ces produits, très scolaires dans leurs contenus, restent proches de celles de l'enseignement programmé. Le champ de l'offre est vaste. Il va du CP à la terminale, voire quelques « prépas », mais le collège et le lycée, surtout la terminale du fait du « bac », sont les cibles préférées des « cyberprofs ». L'éventail des services proposés est diversifié. Il va des sites d'accompagnement qui renvoient aux manuels scolaires et mettent l'élève en mesure de trouver par lui-même la solution à son problème, à la fourniture de véritables « antisèches » moyennant rétribution.

Bien qu'il existe quelques sites d'aide aux devoirs, animés par des bénévoles, la plupart sont payants, avec des tarifications variables selon la nature de la prestation : agenda de révision, tests, corrigés de devoir, fiches mémos, la rapidité de la réponse et le champ disciplinaire ou le niveau concerné. Pour le moment, la plupart de ces sites de « e-learning » sont plutôt l'affaire des marchands que des pédagogues. Quand une firme comme Nathan annonce que ses corrigés d'épreuve du bac sont faits par des auteurs « maison », il n'y a pas vraiment de raison de mettre en doute cette affirmation. Par contre, la plupart des sites n'offrent pas de réelles garanties sur le niveau du « tuteur » et ses compétences. E-learning et e-commerce ont partie liée, et certains offreurs de produits pour jeunes, n'ayant rien à voir avec l'éducation, n'hésitent pas à « allécher » le jeune avec de l'assistance scolaire gratuite, plus ou moins bien faite, pour le faire entrer dans sa galerie marchande virtuelle.

5. La e-éducation

Dans la panoplie des outils de la e-éducation du troisième millénaire on trouve le e-manuel qui associe multimédia et support papier. Destiné aux élèves de 5^e et à leurs professeurs, cet e-manuel est à la fois disponible sous forme de livre qui reprend l'essentiel du programme et sur Internet. Ainsi, un professeur d'histoire-géographie pourra, en ouvrant ce manuel, aborder son cours sur les villes américaines, par exemple, en ajoutant cartes et photographies disponibles sur le Net, mais aussi proposer et corriger des exercices.

L'autre innovation, encore au stade du laboratoire, est le e-cartable. Tous les éditeurs scolaires planchent sur le sujet. Une tablette électronique qui se présente sous forme d'un cartable, avec sacoche et poignée a été expérimentée auprès d'une cinquantaine de professeurs de collège. Au stade actuel, elle ne comporte pas tous les attributs des objets qui se trouvent habituellement dans un cartable. Ce prototype n'offre pas la possibilité de prendre des notes et ne peut donc se substituer au cahier. De plus, contrairement à l'e-manuel, le cartable électronique n'a pas encore activé la possibilité d'accéder à Internet. On ne peut donc pas parler d'interactivité. De son côté, Havas expérimente lui aussi un cartable interactif. Cet objet nomade, dont le poids se situe autour du kilo, résout en partie le problème du poids des manuels. En outre, il offre une grande richesse pédagogique puisque cet objet personnalisé contient le Petit Larousse et des bases de données organisées avec mises à jour régulières.

Dans un ouvrage où se mêlent réalité et fiction, Michel Alberganti⁴ met en scène Lucas, un jeune écolier de l'année 2010, qui convoque le matin ses conseillers pédagogiques virtuels depuis son appartement. Lucas fait ainsi apparaître Nestor, « l'explorateur du réseau », Galileo, « le professeur virtuel de physique », Verlaine, « l'assistant pédagogique de français », Prosper, « l'agent de change artificiel » et Billy, « le clone d'élève qui aide Lucas à tester ses connaissances ». Comme le fait remarquer Michel Alberganti, la robotique

⁴ Michel Alberganti, *A l'école des robots ?*, Calmann-Lévy, 2000.

appliquée à l'éducation ne répond pas à la nécessité de se soumettre au modernisme, ni même à celle de remplacer totalement la présence humaine, mais bien à développer une pédagogie individualisée afin de mieux partager cette « *ressource la plus précieuse de la planète* » qu'est le savoir.

6. Les NTIC pour l'élève : l'accès et la pratique

Parler d'accès et de pratique permet d'éclairer la relation de l'élève aux technologies.

La notion d'accès s'entend ici comme la possibilité de connaître et de participer. Cela comporte l'aptitude au mouvement dans l'objet immatériel qui est l'information. La qualité de l'accès conditionnera l'usage que l'individu pourra faire de l'information. Il pourra le suggérer s'il est dans la meilleure posture ou bien n'en rien faire ou l'appauvrir s'il est en situation inverse.

Quant à la pratique il s'agit de la disposition des outils de manipulation qui ne sont familiers qu'à qui s'en sert.

III - SE DÉPLACER

Se déplacer est aussi le propre de l'Homme.

Pendant des millénaires ses déplacements se sont accomplis sur un rythme lent : qu'il s'agisse des pèlerinages, des activités commerciales, des marches « militaires »... La vitesse était réduite au pas de l'homme, et au mieux à celui du cheval.

Les déplacements étaient, en outre, rendus plus difficiles par la valeur toute relative des réseaux, difficiles à entretenir.

L'apparition de la machine à vapeur a fait changer d'échelle, pourrait-on dire, autorisant des déplacements toujours plus rapides, plus sûrs, plus confortables, de plus grande ampleur. De manière moins paradoxale qu'il y paraît les facilités de déplacements ont surtout profité aux produits dans un premier temps. En effet, de quasiment tout temps, les marchandises (les produits) se sont déplacées, certes en des quantités moindre qu'aujourd'hui, mais elles se sont toujours déplacées autorisant un commerce souvent lointain, voire « international », même aux époques où l'horizon des hommes était borné aux limites de leur « village ». L'avènement de la nouvelle force motrice a permis à des foules de se déplacer toujours plus vite ne serait-ce que pour se rendre plus facilement sur un lieu de travail de plus en plus éloigné du lieu d'habitation, créant ainsi une interdépendance entre bassins d'emplois et de vie... De proche en proche les déplacements et donc les transports sous toutes leurs formes ont pris une part de plus en plus importante dans la vie économique et sociale de nos sociétés. Comment imaginer un monde sans automobiles, sans trains roulant de plus en plus vite ; sans avions, sans navires de tous genres et de toutes capacités. Comment imaginer un monde dépourvu de ce maillage toujours plus fin d'équipements routiers, ferroviaires, etc. sur qui transitent chaque jour des

millions de personnes, des millions de tonnes de produits, ayant ainsi créé le « Réseau » élément supplémentaire de la « complexification » des processus de production et des relations humaines ? A ce propos, le simple rappel des heurts et malheurs du secteur de la logistique dont la relation avec le transport est assez évidente, montre la difficulté qu'il y a dans la mise en « ordre » d'un secteur déterminant et dont la part dans la production de richesse ne fait que croître.

Deux exemples donnent une idée du chemin parcouru dans les transports aux cours des dernières décennies. Pour faire le trajet Paris-Rennes en train, il y a une vingtaine d'années, il fallait quatre heures. Aujourd'hui, il n'en faut plus que deux. Après la révolution de l'électrification du transport ferroviaire, on est entré aujourd'hui dans l'ère TGV. Pour faire le trajet Paris-Rennes en voiture, il y a une trentaine d'années, il fallait cinq heures, si on avait la chance de pouvoir emprunter l'inévitable tunnel de Saint-Cloud à des heures de trafic fluide. Aujourd'hui, le même trajet s'effectue en trois heures. Certes les voitures ont considérablement amélioré leurs performances de rapidité, mais c'est surtout à la mise en service de l'autoroute qu'est imputable ce gain de temps. Gain de temps et de sécurité. Les autoroutes ne sont pas bordées de platanes mortifères, mais de rails de sécurité. Des routes plus sûres, des voitures plus sûres, tels sont les acquis de la fin du deuxième millénaire. Le troisième s'ouvre à l'ère de la communication et de l'informatique embarquée.

Les attentes des usagers en matière de déplacements ne peuvent plus être satisfaites par la seule création d'infrastructures nouvelles. Il devient nécessaire d'optimiser les systèmes de transport existants et d'assurer un meilleur équilibre entre les différents types de transport : routier, ferroviaire, aérien, fluvial. Les « transports intelligents », comme il est convenu d'appeler les applications des nouvelles technologies de l'information et de la communication à ce domaine, vont concourir à la mise en œuvre de politiques nouvelles. Il s'agit d'organiser les systèmes de transports en exploitant au maximum les flux d'information qu'ils génèrent et qu'ils traitent, pour offrir des services de meilleure qualité au moindre coût économique et social, autrement dit de leur apporter un « surplus » d'intelligence.

Sous l'impulsion des NTIC dont le développement spectaculaire n'a pas freiné celui des transports et des déplacements contrairement à ce que certains pensaient et des capacités de l'informatique (vitesse de calcul, développement de l'intelligence artificielle), le secteur des transports intelligents est appelé à connaître des bouleversements. De nombreuses applications existent déjà que ce soit pour la gestion du trafic, le télépéage, les systèmes de paiement des transports publics par carte, la localisation des véhicules et l'information des usagers.

A - DES INNOVATIONS EN GESTATION

Les transports constituent une science appliquée et les innovations dans ce domaine proviennent généralement de progrès réalisés dans des disciplines plus

fondamentales : électronique, informatique, télécommunications, automatique et traitement du signal. Il faut attendre que ces innovations arrivent à leur maturité dans leurs disciplines avant d'espérer une « percolation » dans les transports et les déplacements. Le processus d'innovation dans les transports, en particulier dans l'exploitation des transports, demande d'importantes périodes de maturation. Il s'agit d'un processus habituellement lent. A titre d'exemple, rappelons qu'il a fallu plus de 20 ans pour mettre au point les dispositifs d'analyse vidéo du trafic et plus de 40 ans pour développer le radar anti-collision dont la production en série n'a débuté que très récemment, du moins en Europe. Hormis les difficultés techniques, cette « lenteur » tient à un éventail de facteurs qui varient selon le type de transport considéré.

Dans le **domaine du transport routier**, la multiplicité des acteurs (pouvoirs publics, automobilistes, constructeurs), le fait que de nombreux systèmes se répartissent entre équipements fixes et embarqués, la lenteur des processus de réglementation et de normalisation, constituent des freins à l'innovation. Il y a un grand pas de la faisabilité technique des procédés de conduite automatique, aujourd'hui assurée, à leur réalisation collective. Leur généralisation bute sur des obstacles qui ne semblent pas pouvoir être transgressés avant longtemps. Ces obstacles sont d'ordre :

- économique (lobby des constructeurs automobiles voulant rentabiliser des systèmes classiques ayant nécessité de lourds investissements, aménagement coûteux d'une infrastructure routière adaptée) ;
- réglementaire (normalisation internationale) ;
- culturel (la conduite personnalisée considérée comme un plaisir et un moyen d'affirmer symboliquement un pouvoir).

Dans le **domaine du transport ferroviaire**, la situation est un peu différente. Si la multiplicité des acteurs et la répartition des systèmes (équipements fixes/embarqués) sont des facteurs moins déterminants, le souci de maintenir un haut niveau de sécurité exige de longues périodes d'étude et d'expérimentation des nouveaux systèmes.

La rapidité avec laquelle apparaissent les nouveautés techniques, notamment dans le domaine de la microélectronique et des communications, génère un certain attentisme chez les décideurs et constitue un frein supplémentaire. Enfin, la préoccupation plus récente d'assurer l'interopérabilité des systèmes routiers ou ferroviaires au niveau européen ne contribue pas à accélérer l'innovation.

Dans ce domaine comme ailleurs, l'innovation revêt un caractère cyclique, et passe par des phases de développement partiel, d'expérimentation, de mise en sommeil, puis de remise en route des recherches. C'est ainsi que l'idée du guidage électronique routier a fait l'objet d'études et d'expérimentations dès la fin des années 1960 aux Etats-Unis puis à la fin des années 1970 en Allemagne et au Japon, puis à nouveau dans les années 1980, pour ne commencer à donner lieu à des applications pratiques encore limitées que depuis quelques années. Il

en va de même pour l'idée de voiture « libre-service », expérimentée au milieu des années 1970 et reprise dans les années 1990 avec des applications encore très limitées.

On relève par ailleurs quelques innovations à caractère plus institutionnel :

- l'accent mis sur le concept d'interopérabilité à l'échelle européenne ; ce souci est à l'origine du développement d'un système de gestion du trafic ferroviaire sur les grandes lignes européennes (ERTMS) ;
- l'attribution de fréquences spécifiques pour les communications dans les transports ;
- l'apparition de partenariat public/privé dans le domaine de l'information, d'abord en Grande-Bretagne, et maintenant dans plusieurs pays européens.

On a pu assister à d'importants développements et aboutissements sur des thèmes techniques, notamment dans des secteurs tels que :

- les **systèmes de navigation** qui ont commencé à pénétrer le marché des véhicules haut de gamme ;
- l'**analyse du trafic** par traitement d'images vidéo, qui est passée du laboratoire au stade industriel dans le courant des années 1990 ;
- l'usage des **cartes à puces** pour les paiements, et le développement d'un système de péage « mains-libres » pour les transports collectifs ;
- les applications du GPS à la **localisation des mobiles terrestres**, qui a fait évoluer la gestion des flottes (autobus, taxis, poids lourds...) et le développement de systèmes d'alerte (aux USA surtout mais en Europe aussi). La possibilité de localiser les mobiles a également contribué à réveiller l'intérêt pour le concept de voiture en libre-service.

On peut percevoir dès maintenant plusieurs facteurs susceptibles d'influencer les transports et leur exploitation :

des **facteurs techniques** tels que :

- le développement d'Internet dont on pense qu'il entraînera des évolutions considérables dans la société. En matière de transport, ces évolutions pourraient d'abord concerner la demande, avec le développement du télétravail et surtout du téléachat. Ces évolutions concerneront également la conception des systèmes d'information des usagers, et, comme dans tous les secteurs, favoriseront la diffusion des connaissances ;
- l'explosion des moyens de radiocommunication, avec la mise en service du GSM/GPRS, l'arrivée prochaine de l'UMTS et du DAB, les projets de nouvelles constellations de satellites qui auront également une influence sur les systèmes d'exploitation ;

- l'intérêt de plus en plus fort porté aux plate-formes haute altitude (PHA) ou aux drones, qui pourrait avoir à terme des retombées à la fois sur les communications et sur les possibilités de surveillance des réseaux.

des **facteurs politiques** et sociaux tels que :

- la mise en œuvre des mesures sur la réduction du temps de travail qui va sans doute avoir un effet sur les pointes : pointes journalières et pointes de week-end ;
- l'élargissement de l'Union européenne : l'entrée des pays de l'Est dans l'Union va se traduire par une élévation de leur niveau de vie, et également une multiplication des échanges touristiques et utilitaires entre ces pays et l'Europe de l'Ouest ;
- la prise de conscience plus aiguë des dommages à l'environnement causés par la circulation automobile. Cette prise de conscience porte à la fois sur la pollution récurrente de l'air dans les grands centres urbains et sur le phénomène beaucoup plus global de l'effet de serre ;
- l'aggravation des craintes relatives à l'insécurité dans les transports. Ces craintes concernent avant tout les transports collectifs. Dans le domaine routier, il n'est pas exclu non plus, même si cela n'est pas certain, de voir se modifier peu à peu le comportement et la tolérance de l'opinion vis-à-vis de l'hécatombe routière.

Une grande partie des nouveautés qui verront le jour à l'horizon 2010/2015 est déjà annoncée et est à l'étude. La question qui se pose aux pouvoirs publics comme aux industriels fournisseurs d'équipements et de services, est celle de sélectionner les nouveautés dont il convient d'accompagner le développement. Ces choix impliquent d'intégrer des données économiques (coûts du développement et de l'intégration des différents systèmes) et sociétales (attentes des usagers, développement durable, etc).

B - LA DEMANDE DE MOBILITÉ

Le système des transports tel que nous le connaissons doit faire face à une croissance forte de la demande. Les solutions d'hier, élargissement des infrastructures existantes et création de nouvelles, très souvent réalisées dans une approche strictement encadrée par type de transport ne conviennent plus. Les tendances démographiques actuelles de l'Europe (« seniorisation » de la société, reprise probable de l'immigration) obligent à repenser la demande de mobilité. On s'appuyait jusqu'à présent sur la répétition des emplois du temps pour formaliser la demande. Or, la diversification actuelle des espaces de travail, la multiplicité des lieux de pratique commerciale, éducative, culturelle, ludique, interpersonnelle, incitent à améliorer les connaissances des logiques qui président à la mobilité individuelle. La mobilité domicile-travail est désormais largement insérée dans une « mobilité en zigzag » où se mêlent des motifs de

déplacement et des programmes de plus en plus singuliers. La demande de déplacements doit être analysée sous l'angle démographique, statistique, géographique et comportemental.

L'époque où l'utilisateur subissait le transport public est révolue. Aujourd'hui déjà et demain plus encore, l'individu est et sera maître de ses choix, entretenant une relation aux transports publics moins captive. Parallèlement, la société civile se structure et prend des initiatives dans les domaines de l'éducation à la mobilité, de l'usage des modes de transport dits « doux » (marche à pied, vélo) et prend conscience du développement excessif de la voiture privée. La notion de « qualité de vie » dans les déplacements s'affirme de plus en plus. L'évolution des mentalités engendre une prise en considération de l'autre vers « plus de partage ». Le développement du taxi collectif, du *car-sharing* et du *car-pooling* devrait en être les conséquences directes. La voiture est en voie de devenir plus un bien de commodité que de propriété.

Dans cette optique, les entreprises de transport sont appelées à devenir des entreprises de mobilité, maîtrisant la chaîne complète de transport, proposant du transport à la carte, favorisant la coordination et se regroupant pour mieux comprendre la demande et développer la qualité. Compte tenu de la variété des besoins, les services d'information seront en fait multiples et résulteront d'initiatives publiques et privées, y compris des transporteurs eux-mêmes.

La diffusion lente des nouvelles technologies à la fois sur les mobiles, les infrastructures et les systèmes d'exploitation devrait permettre d'obtenir des gains de capacité. Mais seule une vision globale du système de transport dans lequel le passage d'un mode de transport à un autre se fera « sans coupure » permettra de parvenir à une maîtrise de la mobilité. L'utilisateur, qu'il soit voyageur ou transporteur, doit pouvoir à tout instant et partout, disposer d'une information totale sur le système de transport. Cette lisibilité parfaite dans l'espace et dans le temps nécessite une modification profonde du comportement des exploitants de transport et la création d'organisations nouvelles.

Les nouvelles technologies auront un rôle fondamental dans le développement des applications destinées à faciliter les trajets utilisant différents modes de transport.

De nouveaux services annexes aux transports sont appelés à voir le jour :

- informations aux usagers ;
- systèmes embarqués ;
- facilitation des trajets multimodaux (utilisant différents moyens de transport) ;
- services liés à l'amélioration de la sécurité routière.

1. L'information aux usagers

Il s'agit d'informations données aux usagers avant un déplacement, leur permettant d'avoir une image complète du voyage qu'ils souhaitent entreprendre

(choix d'itinéraire, conditions météo, conditions de trafic, temps de parcours, perturbations dans les transports en commun).

En ce qui concerne l'information pendant le voyage, de nouvelles perspectives s'ouvrent avec :

- les panneaux diagrammatiques variables (utilisés au Japon et en Corée du sud) ou grâce aux panneaux thermomètres (développés en Australie) ;
- les bornes d'information : aujourd'hui on peut facilement « télécharger » quantité d'informations sur ces bornes qui sont ainsi actualisées en permanence ;
- Internet permet d'avoir une information de plus en plus riche avant le voyage (Sytaadin, Citéfutée et Montrajet en région parisienne) Au Canada il est possible d'avoir, grâce à Internet, des images en temps quasi-réel de certains chantiers.

Dans le domaine des transports collectifs, les informations relatives aux perturbations sont déjà disponibles aux arrêts et sur Internet, mais les moyens modernes (wap...) permettront aussi à chacun d'avoir ces informations sur son portable.

2. Systèmes embarqués

Information en temps réel, guidage statique et dynamique pourront s'étendre et être complétés par la transmission d'informations synthétiques (état des parkings par exemple).

Les véhicules multimédias laissent déjà entrevoir la possibilité d'envoyer et de recevoir des courriers électroniques et des informations routières personnalisées dans sa voiture.

Le télédiagnostic devrait être proposé d'ici quelques années par les constructeurs automobiles. Ces systèmes se développeront d'autant plus vite qu'ils pourront partager avec d'autres des infrastructures de communication (télépéage, plaques de police électroniques...).

Les systèmes d'appel d'urgence commencent à apparaître sur le marché (Odysline, de Renault, lancé en 1999). On peut imaginer des systèmes d'appel d'urgence dédiés à la personne et non plus au seul véhicule, permettant ainsi que l'alarme soit déclenchée, non seulement depuis le véhicule, mais par un usager des transports en commun ou un piéton, en cas d'agression, par exemple.

Le limiteur de vitesse adaptatif (LVA) pourrait être proposé, dans un avenir proche, par les constructeurs de véhicules.

Très inégalement répandue dans le monde, la boîte de vitesse automatique est à l'heure actuelle peu développée en France. Or, les applications liées à l'autoroute automatique ne pourront vraiment se développer que si ce type de boîte s'étend à l'ensemble du parc automobile.

Il existe quantité d'autres systèmes, autonomes ou non, déjà opérationnels ou sur le point de l'être : suivi de trajectoire (positionnement latéral, notamment en cas de vent fort), évitement des obstacles et des collisions arrière, amélioration de la vision nocturne, détection d'hypovigilance, détection d'imprégnation alcoolique ou d'effets de la drogue, information sur l'adhérence, etc.).

D'autres systèmes sont encore en test : systèmes facilitant les dépassements, systèmes de commandes vocales pour la conduite des véhicules, systèmes d'aide au parking (possibilité de réserver sa place dès le début du trajet grâce aux systèmes embarqués).

C - DU TRANSPORT AU SERVICE

D'une logique de « transporteur » on s'achemine vers une logique de service. Le service dont il est question ici est avant tout un service d'accès : accès aux territoires, aux activités, aux personnes, aux événements. La demande étant plus une demande d'accès qu'une demande de mobilité proprement dite, les systèmes de déplacement deviennent des fournisseurs d'accès. Les besoins étant différents selon les temps, la nature et la qualité des accès demandés, et selon les personnes, l'avenir passe par un élargissement du choix des modes d'accès. Au sein d'un même territoire, on tendra vers le développement de bouquets de services d'accès, à l'instar des bouquets de médias. On peut imaginer des partenariats gagnants entre entreprises de mobilité et entreprises de télécommunications. C'est déjà le cas à Montréal où le transfert de données se fait en hyperfréquences par la câblerie du tramway alors que l'entreprise utilise le Wap pour transmettre des informations d'horaires, d'accessibilité des lieux. Mais l'utilisation effective de ces services dans le futur dépendra avant tout de leur fiabilité.

La nature des relations entre autorités et opérateurs en sera profondément modifiée. On voit déjà émerger des opérateurs non traditionnels dans le secteur, prenant des initiatives allant dans le sens des bouquets de services d'accès :

- des marques automobiles (tel D'Ieteren gros importateur de véhicules en Belgique) proposent des sites Internet contenant des centrales de réservation de *car-pooling* et intégrant les horaires de transporteurs publics et des calculs d'itinéraires ;
- des fondations prennent l'initiative de proposer des formations aux déplacements, mettant en relation les choix individuels et leurs conséquences sur la survie de la planète (fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme) ;
- des commerçants prennent le contrôle de gares (Benetton contribue au programme de revitalisation des grandes gares en Italie) et des opérateurs de télécommunications offrent du guidage personnalisé à la demande.

Les solutions ne s'imposent plus mais sont co-produites avec les citoyens et les générateurs de trafic : entreprises, commerçants, services publics, centres de loisirs, écoles, événements... Par exemple, sur présentation du titre de transport, une boutique pourrait s'engager à livrer dans l'heure ou à une heure convenue les colis au domicile du client.

1. L'intermodalité

Le développement d'une information multimodale - pour les usagers de la route et ceux des transports publics - est un élément fondamental de l'application des schémas de services voyageurs et marchandises. L'intermodalité est un sujet qui devrait rester d'actualité au cours de la prochaine décennie. Il concerne à la fois les voyageurs et les marchandises. L'objectif recherché est de favoriser les choix et échanges entre différents types de transports (train + avion, bus + métro, voiture particulière + transport collectif...) sur des trajets programmés, en cherchant à optimiser l'intérêt collectif (diminution des nuisances, meilleure utilisation des infrastructures de transport) sans trop pénaliser les intérêts particuliers. Le préalable indispensable est qu'il existe un consensus entre les différents organisateurs de moyens de transport pour apporter leur soutien à une telle politique.

Du côté des voyageurs, l'intermodalité repose sur :

- une bonne information sur l'ensemble des modes à leur disposition : itinéraires, horaires, tarifs, temps de trajet, informations en temps réel sur les perturbations, etc.
- sur l'organisation des correspondances, qui peut impliquer des interactions entre les systèmes de gestion de différents réseaux ;
- sur l'élargissement de la panoplie des moyens à leur disposition : en particulier les concepts d'autobus à la demande, de voiture libre service...

Du côté des marchandises, l'intermodalité repose sur :

- une bonne information sur l'ensemble des modes concernés;
- la coordination entre transporteurs au niveau des zones d'échange ;
- un suivi des marchandises transportées grâce à la localisation des porteurs (camions, wagons) ou à une localisation directe des containers ou colis.

2. Le transport automobile, demain

La tendance qu'on voit se dessiner tend vers le passage de l'assistance au conducteur, aujourd'hui largement réalisée (accès à des indicateurs divers voyants, alarmes) et l'amélioration des performances du moteur (allumage, freinage, sécurité, etc.) à une conduite automatique, du moins sur autoroute.

Ce qui paraît plus vraisemblable à échéance de dix ans est, sinon une généralisation exigeant plutôt des décennies du moins une expansion dans le monde occidental, de systèmes cartographiques embarqués fonctionnant en temps réel et permettant au conducteur d'entendre -ou à son passager de visualiser- le chemin le plus économique en termes de temps et d'énergie (dans l'absolu et compte tenu de la circulation réelle à l'instant T), de ne jamais se perdre, de faire de la conduite automobile pour le travail ou les loisirs un système rationalisé et maximisé. Cela peut se concevoir pour des parcours agencés selon les types de visites :

- visites d'entreprises ou de points de ventes dans le travail : sait-on par exemple que le parcours optimal de visite de n sites par un VRP est un problème qui n'a pas (pas encore ?) trouvé de solution mathématique universelle, et donc que le seul moyen d'approcher cette solution optimale est de procéder par essais et erreurs, ce qu'aucun ordinateur actuel n'a les capacités de faire en un temps raisonnable au-delà d'environ 15 sites ; mais l'ordinateur peut proposer des solutions plus proches de cet optimal que la simple intuition du dit VRP ;
- des visites de sites naturels, culturels, sportifs ou autres, autour d'indicateurs horaires, économiques, qualitatifs (de type étoiles ou « fourchettes » dans la restauration-hôtellerie), de réservations de tables, de chambres, d'entrées de musées, de spectacles. De tels systèmes qui existent déjà à l'état passif (non-interactif) sur certains modèles d'automobiles, ne peuvent prendre leur véritable expansion qualitative que si les coûts d'accès au service diminuent et donc si le nombre d'utilisateurs croît, ce qui implique une forte accroche du système en termes d'utilité.

Ces systèmes cartographiques embarqués s'appuient sur un réseau satellitaire performant de type GPS nécessitant au moins trois satellites en vue de chaque mobile (un peu sur le principe des anciens goniomètres), c'est-à-dire un maillage satellitaire dense si on veut généraliser le système sur de vastes zones continentales. Ainsi l'Europe se lance-t-elle dans le GPS avec Galileo, projet de mise en orbite de 30 satellites à 23 600 km de hauteur, pour une précision de positionnement topographique du mobile de l'ordre du mètre, voire moins. De tels ensembles impliquent des investissements importants qui ne sont pas actuellement facilités par le « dégonflage » de la bulle spéculative sur les nouvelles technologies. Mais si la généralisation de tels systèmes risque, pour cette raison, d'être freinée, leur succès semble en revanche inéluctable tant la

valeur ajoutée en termes d'usages est potentiellement grande. Seule la gêne à la conduite du conducteur isolé, produisant des failles de sécurité, peut être un frein à cette expansion, mais partiellement surmontable par des systèmes sonores à base vocale (de synthèse), eux-mêmes en plein développement.

D - L'ÉVOLUTION DES MOYENS DE TRANSPORTS

1. La voiture communicante

Les avancées de la télématique qui ne cesse de gagner du terrain permettent d'envisager l'intégration au modèle de base de fonctions assurant la sécurité, la navigation avancée et la vision de nuit. Avec l'entrée en force de cette nouvelle technologie, c'est l'attention du conducteur qui est de plus en plus sollicitée. On peut à loisir multiplier les informations, il existe un seuil quant au nombre d'informations qu'un conducteur est capable de traiter. Ce problème risque d'être encore plus critique dans le cas de conducteurs âgés dont la vue, la force, la flexibilité, l'attention et la perception diminuent. Et, comme les automobilistes les plus âgés sont aussi les plus expérimentés, ils n'apprécieront probablement pas que leur voiture leur donne des conseils. Ces nouvelles technologies censées apporter de l'aide aux conducteurs risquent de les distraire, de les troubler, voire de les agacer.

L'astuce consiste à trouver des moyens de plus en plus simples pour fournir des informations de plus en plus complexes.

Pour avoir une idée de ce à quoi pourra ressembler le tableau de bord de la voiture du futur, il suffit de jeter un coup d'œil à l'intérieur d'un avion moderne, estime John Hansman Jr., professeur de génie aéronautique au MIT, qui conçoit des cockpits d'appareils civils et militaires. Dans ces cockpits, le nombre de boutons et de voyants a considérablement diminué au profit d'écrans d'ordinateurs. Aujourd'hui, dit-il, l'automobile est en train de connaître à son tour la révolution du « cockpit de verre », commencée il y a vingt ans et qui a conduit au remplacement des commandes hydrauliques des avions par des commandes électroniques. La voiture de demain pourrait également s'inspirer d'une autre révolution, connue sous le nom de *fly by wire* et consistant dans l'informatisation de la plupart des commandes.

L'idée la plus surprenante de John Hansman est sans doute celle du « cockpit sombre » qui cache pratiquement tout au pilote, jusqu'à ce que quelque chose devienne important. La quantité d'informations est telle qu'aucune n'est dévoilée jusqu'à ce que le pilote ait réellement besoin d'en prendre connaissance.

2. Le tour de la planète en 220 minutes

Du tour du monde en 80 jours au tour de la planète en 220 minutes, c'est ce que laisse entrevoir le projet d'avion hypersonique de la NASA. Si tout se déroule comme prévu, le prototype X-43A devrait dépasser les 11 585 km/h, soit

dix fois la vitesse du son. L'appareil pourrait, en théorie, relier Londres à New York en trente minutes.

Avec une forme qui rappelle les vieilles planches de surf, l'actuel prototype X-43A mesure seulement 3,60 m de long et 1,50 m d'envergure. Innovation technologique, il est alimenté à l'hydrogène. L'avion utilise l'oxygène présent dans l'atmosphère pour brûler son combustible grâce à un dispositif appelé Scramjet (*Supersonic Combustible Ramjet*) qui comprime l'air et le fait pénétrer dans les moteurs. Mais le système Scramjet fonctionne uniquement à des vitesses supersoniques. Pour atteindre la vitesse requise, l'X-43A devra d'abord être porté par un bombardier B-52, élevant l'avion à une altitude de 12 000 m. A cette altitude une fusée spécialement conçue propulsera le prototype et lui fera atteindre sa vitesse d'essai Mach 7 (sept fois la vitesse du son), soit plus de 8 000 km/h, à plus de 30 000 m d'altitude. Les moteurs du prototype sont conçus pour prendre le relais du lanceur quand celui-ci se désintègrera et pour propulser l'appareil pendant les dix dernières secondes du trajet.

La Nasa insiste sur le fait que ce projet, qui nécessite des investissements très lourds (185 millions de dollars), possède un potentiel commercial et que la technologie à l'étude trouvera des terrains d'application dans l'industrie aéronautique. Toutefois, elle admet qu'il s'écoulera des années avant que le premier essai avec pilote puisse se réaliser. Certains ingénieurs doutent que les successeurs de l'X-43A puissent transporter des passagers, en raison de la forte accélération, de l'échauffement dû au frottement et des difficultés à manœuvrer un avion à de telles vitesses.

3. Vers des transports « doux »

De nouveaux moyens de se déplacer en ville ont vu le jour ces dernières années, utilisant tous la seule énergie du corps humain : planches à roulettes, rollers et autres patinettes. En l'espace de quelques années, le « roller » est devenu un phénomène de masse, on en compte 5 millions en France, 10 millions en Allemagne. Une enquête récente du ministère de la jeunesse et des sports estime à 1,9 million le nombre réel de pratiquants en France. Il peut être mis en relation avec les nouvelles formes de sociabilité urbaine fondées sur la tribu ou le groupe des pairs identitaires qui se manifestent à l'occasion des parades festives.

Le roller constitue un nouveau mode de déplacement urbain, alternatif, intermodal et non polluant, encore situé à la marge, mais doté d'un potentiel de croissance non négligeable. Ce nouveau mode de déplacement convient particulièrement à un public de jeunes adultes, étudiants ou entrant dans la vie active, dont les activités libérales ou artistiques n'impliquent pas de fonctions de représentation. Il n'est pas exclu d'imaginer que sa pratique se généralise à d'autres catégories sociales.

Sept types de rollers ont été identifiés correspondant à autant de motivations différentes de la pratique : voyageurs utiles, voyageurs de surface, rollers touristes, rollers étudiants, adeptes de sport fitness, rollers spécialistes, randonneurs urbains.

L'augmentation du temps consacré aux loisirs est un autre facteur favorable au développement de cette pratique.

Néanmoins, les freins au développement de la pratique du roller restent encore nombreux : absence de statut spécifique reconnu au roller, sentiment d'insécurité, exigence de maîtrise technique et condition physique, contraintes liées à la tenue vestimentaire et à la possibilité de se changer. En revanche, les freins constitués par la technologie actuelle du roller vont diminuer, en particulier en ce qui concerne l'articulation roller/marche à pied. Des prototypes de chaussures à train rétractable ont déjà vu le jour.

Le succès passager de la patinette exprime bien l'attente des individus pour de nouveaux modes de transport offrant liberté, gratuité et facilité d'utilisation sur des déplacements courts.

A la lumière de ce qui précède, on peut imaginer que les nouvelles technologies utilisées dans le monde des transports pourront aussi apporter des bouleversements dans d'autres domaines, comme l'aménagement ou l'urbanisme. Si les véhicules ne peuvent grâce aux nouvelles technologies, dépasser les vitesses assignées à telle ou telle zone, il n'est plus utile de réduire les largeurs des voies, de créer des chicanes, l'approche urbanistique peut s'en trouver modifiée.

4. Vers l'accomplissement du rêve d'Icare

Inextinguible pour l'individu dont elle satisfait des besoins d'ailleurs, d'évasion, de nomadisme, l'envie de se déplacer ne cessera pas de nourrir innovation et expérimentation. Toutes les images du monde, servies à domicile par les moyens de télécommunication là et à naître, ne remplaceront jamais l'envie d'aller voir sur place. Davantage s'affirme le renforcement de l'envie d'aller voir sur place ce que la télévision a montré. Dépaysement, plaisir de la rencontre, goût de l'insolite conjuguent leurs effets pour inviter les hommes à inventer toujours pour l'élargissement de chacun.

Naturellement ce qui vaut pour l'individu, vaut pour la société toute entière désormais en cours de mondialisation avec tout ce que cela comporte en matière de moyen et de déplacement devenus stratégiques et névralgiques.

IV - TRAVAILLER DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

Outils et machines n'ont cessé de s'installer en auxiliaire dans le travail. Créés par lui, ils prolongent l'effort et soulagent la peine de l'être humain dont ils aiguissent l'esprit créateur. Ils préparent la manufacture.

Plonger dans le passé porte à la rencontre d'outils qui attestent la fertilité inventive d'aïeux qui à leur aune forgeaient le progrès.

A - DES OUTILS D'HIER ET D'AVANT

Aux premiers temps, l'outil est d'abord un objet qui permet de prolonger et d'armer le corps pour accomplir un geste instrumental, donc pour modifier la matière. Les Encyclopédistes ont montré l'universalité, l'ingéniosité et la diversité des outils employés par les artisans de leur temps, qui fut, selon l'expression de M. Pierre Chaunu, « *celui de l'outil parfait, manié à la perfection* ».

Imagines en fonction de besoins précis, échangés entre gens de métiers, les outils sont, en leur état moderne, les produits de perfectionnements successifs qui les ont mieux adaptés à leur fin et qui ont conduit, de proche en proche, à l'adoption des plus efficaces, donc au rejet des moins pratiques. Les deux principes d'efficacité et d'économie président, par une évolution permanente, aux processus d'élimination ou de sélection des formes, des matériaux ou des montages employés.

L'invention de tel ou tel outil ne peut généralement point être attribuée ni située ou datée. Anonyme, elle est en fait le résultat séquentiel de chaînes d'innovations personnelles concourantes. L'ouvrier sait en outre adapter à ses fins et moyens propres - à sa morphologie, à son tour de pensée ou d'imagination, à ses aptitudes innées - l'outil qu'il a reçu de ses devanciers ; la satisfaction de l'utilisateur incite à l'imitation. Si certains outils ont duré, c'est qu'ils avaient atteint ce qui semblait la meilleure forme utilitaire possible.

Dans le cadre de nombreux métiers, l'ouvrier sait fabriquer et fabrique effectivement une partie au moins de son outillage, qu'il entretient, répare et aménage lui-même

Tout artisan tient à emmancher ses outils ; il ajuste les manches à sa main, personnalisant par-là son outil qui y gagne en précision, en puissance, en efficacité. De même l'ouvrier entend affûter à sa guise et, au repos, protéger à son idée le taillant des outils à couper le fer et le bois. Ainsi, il existe des familles d'outils semblables, les maillets, scies, rabots... Et dans chaque famille de types d'outils semblables - maillets de tonneliers, de menuisiers, de sculpteurs, de tailleurs de pierre -, il n'existe pas d'outils identiques. Par sélection empirique, les gens de métiers ont toujours su et pu se donner des outils de mieux en mieux adaptés à leur fonction, sans pour autant négliger de les mettre en harmonie avec leurs mensurations, leur tempérament et leur sensibilité propres.

De quelques outils remarquables pour leur adaptation, on peut s'agissant du bois observer la hache, outil universel adapté aux travaux à effectuer : hache du mineur-boiseur, du maçon, du tonnelier, du tourneur, du sabotier, du bûcheron, du marinier.

Pour les métaux, le cas de la lime est significatif. Les tailleurs de limes fabriquent manuellement un type d'outil de haute qualité, de plus en plus indispensable au fur et à mesure que progresse le souci de précision dans le travail des métaux.

De son côté, l'enclume qui, par l'accoutumance crée une sorte de lien personnel avec le forgeron. Comme le maréchal, le serrurier ou le forgeron, le taillandier se guide dans son travail sur le son produit tant par le métal chauffé et martelé que par l'enclume qui « répond » ; c'est de la sorte qu'il distingue l'outil qui marche bien de celui qui marche mal.

Aux maçons, les truelles sont dimensionnées dans toutes leurs parties, selon le travail (pour la brique, le remplage ou la pierre de taille) et la matière à saisir (plâtre, mortier, ciment), afin d'éviter à l'ouvrier une trop grande fatigue, par suite de la répétition du geste à accomplir.

Effectué à la meule, au « fusil » par les bouchers, voire à la pierre à huile ou au marteau, l'affûtage est une opération délicate, inéquivalente, périodique. Elle semble un peu mystérieuse, d'autant qu'elle est souvent faite hors de vue du public et qu'elle a ses tours de main, ses secrets jalousement gardés par les remouleurs, sortes de virtuoses parfois imités, jamais égalés. Tant vaut l'affûtage, tant vaut l'outil : un affûtage bien fait valorise l'outil ; mal fait, il le disqualifie. Aux champs, le bon faucheur est celui qui sait exactement quand et comment battre sa faux pour lui redonner du fil.

De tout cela résulte la nécessité d'un équilibre global de la main, de l'esprit et de l'outil qui les sert... le traitement fait à l'outil dénonce, en bien ou en mal, l'ouvrier, selon le dicton, les mauvais ouvriers ont toujours de mauvais outils.

Associé à son outil, l'ouvrier doit mener son travail à bonne fin. Il travaille à son rythme, se heurte à des difficultés qu'il lui faut surmonter ou contourner. De ce fait, il est à son niveau, un décideur qui choisit entre plusieurs procédés possibles, entre plusieurs outils utilisables, entre plusieurs gestes opératoires différents. Sa tâche se trouve également transfigurée parce qu'il est intégré à la finalité sociale par les contraintes libératrices que lui imposent le métier statué ou le compagnonnage. Il est cet « *individu à développement intégral* » qu'exaltera Karl Marx.

B - APRÈS L'OUTIL, LA MACHINE

Marcel Mauss nous a rappelé sinon appris que tout acte traditionnel efficace est technique ; le bois et l'eau sont les matériaux fondamentaux du système technique traditionnel et par les assemblages auxquels ils donnent lieu, ils forment les moyens élémentaires de l'emprise de l'homme d'autrefois sur son environnement.

Cela explique qu'on ait pu voir dans le moulin la clé de l'économie traditionnelle. Le polymorphisme et la complémentarité de l'eau et du bois s'expriment dans cette machine à tout faire, à la fois fruste et élaborée, qu'est le

moulin à eau, « artifice » par excellence de la civilisation traditionnelle, et véritable usine de transformation aux multiples emplois ; grâce à des mécanismes de bois améliorés au fil des siècles par des générations de charpentiers de moulins, mus par l'eau assagie et domestiquée au moyen de systèmes de canalisations et de vannes, les moulins à dérivation, les moulins à nef ou les moulins pendus sont des fabriques de farines, de poudre, de tan, de filasses de chanvre, d'huile, de poudre, de papier ou de métal ouvré.

Le binôme bois + eau est le fondement d'un système technique lié à un mode millénaire de maintenance et de développement économique, qu'il est commode de nommer, après Lewis Mumford, système éco-technique.

Naturellement, hors ces moulins à vent, à eau et à marée, pour la majorité des êtres humains, le travail quotidien fut d'abord le travail à la main, premier outil de l'homme. Par ces outils que son esprit l'invite à créer, l'être humain prolonge et améliore l'action de sa main.

Au commencement, la technologie évolue de façon autonome grâce aux innovations tirées de l'expérience artisanale : l'association de la science et de la technologie n'en est qu'à ses balbutiements.

Fernand Braudel a démontré qu'alors, les innovations techniques qui mordent sur le destin des hommes, l'imprimerie, l'artillerie-arquebuserie et la navigation au long cours, n'empruntent presque rien aux découvertes scientifiques mais tout à des perfectionnements de détail, introduits et progressivement diffusés par les usagers.

Aux origines, se distinguent machines actives (les moteurs) et machines passives (les appareillages mécaniques proprement dits, mus de façon exogène : les machines-outils par exemple). Les machines combinent un nombre limité de mécanismes de base. Elles sont conçues pour alléger le travail humain, soit comme moteurs, capables de fournir du mouvement, soit en libérant l'homme de travaux minutieux, délicats, qu'il ne peut assurer qu'au prix d'une attention soutenue. La finalité ultime en est d'assurer la production d'un type donné de services ou de biens à meilleur marché, en plus grande quantité ou/de meilleure qualité. A partir d'éléments « simples », tels que la roue dentée, la crémaillère, la roue à cames, la manivelle, la vis, le ressort, le volant, le poids et le contrepoids, les mécanismes assurent la communication et la transformation de mouvements qui leur sont transmis par un moteur, animé ou non.

L'installation des machines n'allait pas de soi. Longtemps les corporations, jurandes ou confréries, estimant préjudiciables aux intérêts de leurs membres les machines nouvelles, furent assez puissantes pour les faire interdire par les autorités publiques.

N'est-ce pas Marx qui a rappelé qu'« *une machine à tisser fut inventée à Dantzig vers 1530 ; mais les magistrats craignant à juste titre que cette invention ne convertit nombre d'ouvriers en mendiants, firent noyer l'inventeur* ».

Pour ce qui le concerne, si le progrès technique est tributaire de la virtuosité artisanale, il l'est aussi de l'invention puis du perfectionnement de la machine à vapeur autour de laquelle est organisée l'usine originelle. Par son truchement, l'invasion de machines nombreuses, répandues dans tous les secteurs de la production, va marquer un tournant dans l'histoire du travail.

Avec la machine, l'horloge s'installe en métronome. Elle permet la détermination de quantités exactes d'énergie et donc la standardisation et l'action automatique.

Auparavant si les circonstances l'exigeaient, l'artisan et le paysan pouvaient travailler d'arrache-pied, sans s'arrêter, et si elles s'y prêtaient, demeurer oisif ou se divertir pendant de longues périodes ; il restait dans une certaine mesure le maître et l'organisateur de son temps.

Désormais l'idée même de temps, et partant celle de ponctualité, s'affirme comme une construction de l'esprit. Le temps biologique, le temps vécu, sacralisé par l'appel des clochers, va céder la place, du moins en ville, à un temps vraiment chronologique.

La diffusion de la notion de ponctualité sera l'œuvre de la caserne et de la fabrique avant d'être celle de l'école...

C - LA MANUFACTURE

Permise par le progrès technique, elle ouvre la perspective d'économies d'échelles.

Au XVIII^{ème} siècle, l'Encyclopédie explique : « *par manufacture, on entend communément un nombre considérable d'ouvriers, réunis dans le même lieu pour faire une sorte d'ouvrage sous les yeux d'un entrepreneur* ».

On distingue alors deux sortes de manufactures, les unes réunies, les autres dispersées. Toujours, selon l'Encyclopédie : « *celles du premier genre sont établies de toute nécessité pour les ouvrages qui ne peuvent s'exécuter que par un grand nombre de mains rassemblées, qui exigent, soit pour le premier établissement, soit pour la suite des opérations qui s'y font, des avances considérables dans lesquelles les ouvrages reçoivent successivement différentes préparations et telles qu'il est nécessaire qu'elles se suivent promptement, et enfin celles qui, par leur nature, sont assujetties à être placées sur un certain terrain ?* Et l'auteur de l'article énumère « *les forges, fonderies, tréfileries, verreries, manufactures de tapisserie ou de porcelaine* ». Au contraire : « *l'autre espèce de manufacture est de celles qu'on peut appeler dispersées, et telles doivent être toutes celles dont les objets ne sont pas assujettis aux nécessités indiquées dans l'article ci-dessus ; ainsi tous les ouvrages qui peuvent s'exécuter par chacun dans sa maison, dont chaque ouvrier peut se procurer par lui-même ou par les autres les matières premières qu'il peut fabriquer dans l'intérieur de sa famille, avec le secours de ses enfants, de ses domestiques et de ses compagnons, peut et doit faire l'objet de ces manufactures dispersées. Telles*

sont les fabriques de draps, de serges, de toiles, de velours, petites étoffes de laine et de soie, et autres pareilles ».

Les paysans-artisans, par exemple, travaillent à domicile, à temps perdu, dans des ateliers de fortune, des métiers ou des forges, installés en apprentis ou dans des caves, et avec un outillage sommaire. Leur famille les aide dans leur tâche ce qui confère beaucoup de souplesse à ce système.

A la manufacture réunie préside l'horloge sans laquelle rien ne serait pareillement possible. Avec elle, la dictature des délais s'impose vécue comme insupportable contention par nombre d'ouvriers issus d'un monde paysan dans lequel le temps ne se compte pas ou pas de la même manière.

Progressivement dans la manufacture se noua l'alliance de la technique et de la science conditionnant la venue de la révolution industrielle.

C'est dans cette perspective que la quantité du capital disponible et sa propension à s'investir dans le processus productif non agricole, ainsi que la qualité et la quantité de travail offert, commandent effectivement les rythmes de la créativité et du progrès industriels. Par le truchement de la main d'œuvre ou des personnels, des acquis intellectuels et des novations culturelles, une nouvelle combinaison des facteurs de la production et de la distribution se préparait, s'amorçait puis s'est imposée. A l'inverse, la modernisation issue de l'essor des techniques rétroagit, à court et à moyen terme, sur le marché du travail : elle tend en somme à produire plus avec moins d'ouvriers.

L'illustration des deux faces de la manufacture fait apparaître d'une part l'essor de l'esprit de rigueur en rapport avec une évolution des mentalités qui se manifeste dans les rapports nouveaux noués entre la technique et la science. Chaptal s'en explique, en 1819, dans une étude sur l'industrie française : *« la crainte et la méfiance séparaient des hommes... Aujourd'hui, les rapports les plus intenses existent entre eux : le manufacturier consulte le savant, il lui soumet les difficultés qu'il rencontre ; la confiance unit le manufacturier et le chimiste... appuyés l'un par l'autre, ils marchent d'un commun accord vers la perfection de l'industrie... »*. Observons que l'illustre chimiste ne fait aucunement mention de l'« ouvrier » qui semble-t-il n'aurait alors « rien à dire » sur son ouvrage et les moyens de le perfectionner. En outre, les résistances à la machine seraient nourries de l'incrédulité et de la méfiance, entretenues par la mémoire collective inconsciente d'anciens mécomptes et par la crainte sourde des effets de rebond pervers dont on devine que toute innovation est susceptible.

Cette crainte fut en son temps combattue par Napoléon I^{er} lui-même qui encourage l'inventeur Jacquard, menacé de mort dans sa ville de Lyon... L'Empereur est net : *« dire qu'il est préférable d'employer des machines, c'est dire que le soleil donne plus de lumière qu'une bougie »*. Chaptal estimait lui aussi que les machines, en accroissant « le volume des travaux », exigent « à la longue » plus de travailleurs qu'avant leur apparition. Ce point de vue productiviste et optimiste a partie gagnée au début du XIX^{ème} siècle ; pour les économistes libéraux, les emplois directement supprimés par la machine sont

reconstitués indirectement et au-delà grâce à la fabrication et à l'entretien des machines elles-mêmes et à l'expansion du marché du produit fabriqué à un moindre coût. La « loi des débouchés », énoncée en 1803 par Jean-Baptiste Say devient un article de foi : *« les produits s'échangent contre des produits, alors en fabriquer un, c'est mettre à sa disposition une monnaie supplémentaire d'échange »*.

Le point de vue optimiste ne fut naturellement pas universellement partagé et nourrit la crainte du chômage causé par la machine. La condition des servants de cette dernière fait aussi l'objet de considérations dramatiques. Ainsi en parle Jules Michelet indigné : *« quelle humiliation de voir, en face de la machine, l'homme tombé si bas... Faible et pâle, il est l'humble serviteur de ces géants d'acier »*.

D - DU CÔTÉ DU TERTIAIRE

Négociant, banquier, homme de loi, médecin et administrateur constituaient l'essentiel de l'ossature de ce qu'était le « tertiaire », sans omettre, cependant, de rappeler que le prêtre fut pendant longtemps, le seul « officier ministériel » local, notant les mouvements les plus fondamentaux des populations dans les registres paroissiaux.

1. Le négociant

Un recueil d'arithmétique enrichi de diverses notes pour l'utilité du commerce qui date de 1745 informe ici. Il renferme, classés logiquement, un formulaire pour les contrats de société, les donations, les procurations et différents types de contrats, un aide mémoire d'arithmétique, des notions sur la métrologie en usage dans différentes contrées et sur le change dans les principales villes étrangères, les horaires des départs quotidiens ou hebdomadaires du courrier pour les grandes villes françaises et européennes.

L'examen de quelques monographies d'alors apporte un éclairage sur le travail du négociant encore appelé marchand.

Le marchand de quelque importance, le négociant éclairé passe de plus en plus de temps à son bureau. Il reste attaché à « l'apprentissage en boutique », mais connaît l'utilité pour les affaires d'une instruction pratique, joignant la maîtrise de l'écriture et de l'arithmétique, l'indispensable connaissance de la comptabilité et des langues vivantes, et l'intérêt pour la géographie et les récits des voyageurs.

Naturellement le monde des négociants est hétérogène. Si la masse des petits marchands se borne à établir, au jour le jour, le seul compte de mouvements de caisse ou moins encore, la technicité des gros négociants, ceux qui emploient déjà des commis-voyageurs pour prospecter la clientèle et qui savent différencier une opération commerciale complexe d'un simple transfert manuel de produits matériels, et la traiter en conséquence, s'affirme. Le négoce l'emporte sur la marchandise.

2. Le banquier

Le grand marchand, le négociant entretiennent des relations constantes avec les milieux bancaires, lorsqu'ils ne pratiquent pas la banque eux-mêmes.

Disposant de quelques réserves de capitaux liquides, ils consentent à leurs clients des crédits pour leur permettre de payer à terme leurs marchandises avec le produit de leurs ventes. Les progrès de l'économie monétaire d'échange, liés à la croissance urbaine, donnent au crédit et aux opérations bancaires une importance toujours plus grande. Gouverner - l'Etat ou un ménage - c'est prévoir donc anticiper : ajuster des ressources à venir et des dépenses futures implique, à travers le médium monétaire, le recours aux mécanismes complexes que commande la banque. Collectant les parcelles d'un capital liquide rare et mal réparti, le banquier le redistribue en fonction des besoins et des rémunérations qu'il en attend, en tenant compte des risques. De plus en plus indispensable, il est aussi de plus en plus professionnel ; il dispose en effet de techniques améliorées au fil du temps et notamment depuis le Moyen-âge de cet outil essentiel qu'est la lettre de change, - élément essentiel du commerce plus ou moins lointain et parmi les premiers exemples de « dématérialisation » de l'économie - à la fois moyen de paiement à distance et moyen de crédit.

3. L'homme de loi

Parmi les plus représentatifs est le notaire. Il cumule les activités. A la campagne, les notaires sont greffiers de justice, châtelains, baillis, procureurs d'office, aussi bien que fermiers de seigneuries, receveurs de rentes ou hommes d'affaires des collectivités laïques ou ecclésiastiques. Tous, et surtout les notaires ruraux, font office de banquiers, encore qu'ils prêtent peu à la fois, à coup sûr, sur des gages immobiliers. Hommes à tout faire, usuriers parfois, ils forment de véritables dynasties et pratiquent une certaine endogamie sociale.

Travailleurs sédentaires et mobiles à la fois, les notaires donnent, à titre onéreux ou bénévole, des consultations, procèdent à des arbitrages et rendent ainsi une infra-justice ; ils sont détenteurs influents du secret des familles. Dans leur logement s'entassent leurs registres et leurs liasses de minutes (car ils sont tabellions « garde notes ») ; leurs clercs y travaillent exactement comme les compagnons de l'artisan dans l'atelier de leur patron. Qu'ils soient des stagiaires, fils de confrères et futurs notaires en cours d'apprentissage, ou des professionnels salariés, le plus clair de leur labeur consiste à grossier des expéditions (copies) d'actes authentiques.

Sa maîtrise de l'écrit confère du prestige au notaire. Il garantit la sécurité par l'acte authentique...

4. Le médecin

Ces hommes de science n'eurent, pendant longtemps, pas bonne presse. Souvenons nous de ce qu'écrivait Molière à leur sujet ou même, plus près de nous, Balzac ou Flaubert dans leur description des « officier de santé » ;

médecins d'occasions nés d'une absence de réglementation puis d'une loi très bienveillante de 1803. Cependant, apparaît bientôt la figure du « docteur », savant, homme de sciences et de pratiques ; en même temps que se diffuse, lentement certes, l'idée du progrès scientifique. La consommation médicale augmente régulièrement d'abord dans les villes, puis dans les campagnes, longtemps réfractaires. Le médecin devient peu à peu un confident, témoin actif, pour des actes importants de la vie sociale et économique.

5. L'administrateur

L'administrateur est fils de l'Etat moderne. Ses tâches sont celles d'homme de plume ; préparer et collationner les dossiers, rédiger à la demande des « mémoires » destinés à éclairer les décideurs de l'Etat, suivre des affaires spécifiques, voire mettre en forme des décisions et en expédier des ampliations. Il dispose d'archives sur lesquelles il s'appuie.

Avec les années, la bureaucratisation du travail s'accroît : chaque affaire, préparée par un rapport écrit, transmis à l'autorité supérieure qui l'apostille s'il y a lieu, fait l'objet d'un suivi scrupuleux, avec décisions et réserves motivées, échange de correspondance, vérifications sur le terrain et liquidation financière.

Dans l'administration, chaque agent est suivi de près par les services centraux parisiens. Il a son dossier individuel, est noté, et fait l'objet d'inspections et de rapports dont découlent gratifications et avancement ; il reçoit une formation et est guidé dans son travail par des circulaires et des instructions. Participer de près ou de loin au pouvoir régalien, puis au pouvoir d'Etat, est source de prestige. Même dans la marine ou dans l'armée « la plume » s'impose face à « l'épée ». Une mystique du service public s'esquisse.

E - DU TRAVAILLEUR DANS LA SOCIÉTÉ TRADITIONNELLE

L'ancienne société a le culte de la vigueur physique, qui constitue à la fois pour son heureux possesseur un capital exploitable et une sauvegarde dans une vie quotidienne entachée de violence. Aussi les métiers de force bénéficient-ils d'un prestige particulier. Le forgeron ou maréchal, homme vigoureux qui brandit à longueur de journée le lourd marteau à frapper devant, tire de sa musculature une considération sociale appréciable. Ainsi, ceint de son tablier de cuir tailladé, se prétend-il sans complexe « *le maître de tous les maîtres* » ! A l'inverse, le dédain condescendant qui est affiché par l'opinion populaire pour les tailleurs tient pour une part à la réputation de faiblesse physique de ces artisans.

En ce temps, il va de soi que la formation sur le tas est la seule qui vaille, voire la seule concevable. L'apprenti doit répondre à deux conditions essentielles : le désir d'apprendre, et la disposition de la force nécessaire pour exercer son métier. Quand écho il y a, l'enseignant et l'enseigné s'accrochent fort bien de la manière forte, puisqu'il s'agit là d'une forme de dressage à une pratique gestuelle. Si l'idée d'une pédagogie théorique adaptée à certains types d'activités fait son chemin, la main d'œuvre de base reste éduquée

empiriquement, par adaptation graduelle et par lente imprégnation des tours de main, des procédures et de la mentalité professionnels.

Les mieux formés accèdent à des métiers. Chacun d'eux a son image transmise de génération en génération. L'homme de métier est un point de mire. Posséder des connaissances techniques spécifiques, c'est posséder un capital et une assurance, à la fois ; c'est être quelqu'un et exister.

Dans la société traditionnelle, la structure du travail semble exclure la dichotomie entre activité professionnelle et repos. On n'hésite pas à se distraire si l'occasion s'en offre, au cours de travaux « poreux » riches en temps morts. Chez les paysans, le loisir est inscrit dans le calendrier agricole ; le temps libre du paysan comme de bon nombre d'artisans (ceux qui opèrent en plein air surtout) est lié à la brièveté des journées d'hiver, aux intempéries, aux rythmes biologiques. Mais le loisir est rarement oisif. Pour ceux dont le travail quotidien est répétitif, un changement de type de travail est déjà un délassement. La femme qui file sa quenouille au coin de l'âtre en bavardant avec sa voisine, le paysan qui emploie les soirées d'hiver à façonner des outils ou à réparer sans hâte son matériel, mais aussi à exercer une activité « industrielle » à façon, rompent par là, le cours d'occupations pénibles et astreignantes. Dans ces cas, et dans beaucoup d'autres, il y a passage à des occupations secondaires que leurs conditions - travailler assis, à l'abri, individuellement et sans finalités urgentes - rapprochent de « loisirs actifs » ; emmancher une cognée, fabriquer un filet de pêche, un panier ou un râteau à faner, filer, autant d'occupations utiles et imposées par le besoin, mais qui se situent en des moments de détente et de confort relatifs.

L'homme laborieux de l'ère préindustrielle semble concevoir la notion de loisir en l'opposant « à la presse dans le travail » ; avoir loisir est pour lui pouvoir travailler à son mode, à sa convenance.

Naturellement, à l'inverse, quand cet état se brise pour qu'advienne la manufacture, la nouvelle conception vise à mettre l'homme au travail au rythme de l'horloge. Apparaît ici que, pour le prêtre, pour le juriste ou pour l'homme de gouvernement, l'oisiveté - par le canal des divertissements qu'elle autorise, devient la mère de tous les vices publics ou privés.

Les masses populaires qui s'efforcent de maintenir leurs maigres « espaces de liberté » sont les victimes des progrès de l'administration et de la technique, objectivement réunies. Le progrès économique, que marque le passage de l'assolement biennal au triennal, se traduira pour les paysans par une quantité de travail accrue parfois jusqu'au surmenage : effets pervers de l'intensification agricole sur la qualité de vie. L'essor de la manufacture réunie, puis du machinisme, implique le passage à des horaires rigides et ouvre au travail en miettes décrit au milieu du XX^{ème} siècle par Georges Friedman...

F - L'USINE

Le nouveau système productif issu de la « Révolution industrielle » devait donner naissance à l'usine, au sens moderne du terme, commençant à concentrer les salariés en un seul lieu.

Pour ces derniers, les mutations furent fondamentales. L'introduction des machines emportait, « *pour la première fois une séparation complète d'avec les moyens de production ; le travailleur devenant... de la main d'œuvre, des bras. La machine imposait une discipline nouvelle en presque toute chose* »⁵.

Les changements techniques ont touché toutes les activités. Celles du textile (lequel fut pendant longtemps le seul secteur véritablement « industriel ») furent les premières à bénéficier de ces inventions (navette flottante, machines à filer...). Le secteur métallurgique fut également touché très tôt. Enfin, un immense secteur s'ouvrit au travail industriel : celui de la chimie, mêlant étroitement recherche et production/industrialisation, intégrant toujours d'avantage la recherche à l'entreprise, lui dictant sa stratégie de développement.

La véritable course au gigantisme dans la production et le lieu même de cette production, l'accumulation de machines de plus en plus efficaces, l'apport de nouvelles techniques ont contribué à l'accroissement de la prépondérance du capital par rapport à la main d'œuvre. Si l'on se place à l'orée du XX^{ème} par exemple, le souci premier des entrepreneurs était de trouver les moyens les plus efficaces de faciliter le mouvement du travail d'un bout à l'autre de l'installation et de tirer plus de rendement de chacun des salariés pour un outillage donné⁶ afin de tirer tous les avantages de la productivité du travail. Dès lors, la recherche d'une organisation nouvelle du travail, de plus en plus scientifique, se révélait être un impératif.

L'organisation du travail, la rationalisation des processus de fabrication, voire la réflexion sur la parcellisation des tâches sont antérieures à Taylor. Elles apparaissent, assez logiquement, aux premières heures de la première Révolution industrielle. Tant les penseurs du XVIII^{ème} siècle que ceux du XIX^{ème} se sont penchés sur la résolution du « paradoxe » de l'organisation du travail moderne.

Cependant, Frédéric Taylor a transformé sa réflexion en action, à tel point que son nom est devenu un adjectif qui a suscité une abondante littérature.

La principale innovation du taylorisme tient à ce que cette nouvelle organisation fut désormais justiciable d'une quantification intégrale ainsi que l'observait l'introducteur de Taylor en France, Henri le Chatelier. La production ne devait plus reposer sur le travail humain susceptible de fluctuation dans la quantité, la qualité, la rapidité.

⁵ David S Landes *l'Europe technicienne – Révolution technique et libre essor industriel en Europe occidentale de 1750 à nos jours* – NRF Gallimard 1975.

⁶ David S Landes – op cit.

Néanmoins, il faut rappeler que les expériences de Taylor portaient sur des tâches proprement manuelles, très peu mécanisées : transports de gueuses, poses de briques ou sur le travail des machines dans son aspect technique. L'organisation du travail, en relation avec la production en grande série est l'œuvre du fordisme. Dès lors, l'importance du bureau des méthodes devint primordiale, réorganisant les postes de travail en fonction des exigences d'un circuit rationnel de fabrication. Les cadences de production devinrent essentielles, prenant en quelques sortes la place qui était précédemment dévolue aux métiers comme réalité centrale du système.

Pour « tenir la cadence », une forme nouvelle de travail ne tarda pas à se dégager : le travail à la chaîne, même si son expression ultime (les chaînes de montage - assemblage des usines automobiles) ne doit être généralisée ni à l'ensemble de l'industrie ni *a fortiori* à l'ensemble du secteur productif.

Dans ce type d'organisation, les postes de travail individuels sont définis par rapport à l'ensemble de la fabrication. La spécialisation des tâches devient alors une conséquence directe du primat de l'organisation collective. Une forme extrême de la division du travail apparaît alors.

La mécanisation, puis l'automatisation de la production emportent des conséquences sur la qualification de la main d'œuvre, puisque la tâche qu'elle a désormais à accomplir est souvent réduite à une suite de gestes opératoires, répétés à l'identique, sans que la finalité apparaisse à l'opérateur. Dans ces conditions, l'apprentissage d'un savoir se réduisait à sa plus simple expression. Parallèlement, les possibilités de promotion étaient des plus réduites pour ceux des actifs assujettis à cette organisation.

En schématisant quelque peu, l'organisation a secrété, dans un premier temps, une pyramide dont la base était extrêmement large, regroupant, tout au moins dans la fabrication, un nombre toujours plus important de travailleurs, non ou peu qualifiés et dont la qualification ne s'élevait que dans la mesure où leurs tâches s'éloignaient de la production et un corps plus technique dirigeant à la fois les machines et les hommes, contrôlant « ex post » la production. L'intervention de l'ingénieur dans le monde du travail eut pour effet de réformer le savoir pratique/empirique des « opérateurs de base ».

Dans un second temps l'organisation a eu tendance à remplacer la main d'œuvre la moins qualifiée par la machine à un rythme de plus en plus rapide. Cela se vérifie autant dans l'industrie « traditionnelle » que dans les autres secteurs de l'activité.

Destinée à apporter des réponses « productivistes » à la Révolution industrielle qui faisait du secteur secondaire le moteur du progrès, l'organisation scientifique du travail a, in fine, assez largement contribué à libérer des bras pour le secteur tertiaire.

Frédéric W. Taylor est mort en 1915, cinq ans après que le travail à la chaîne ait été institué aux abattoirs de Chicago et deux ans après que les usines Ford se furent emparées de ses conceptions.

En France, la fortune du taylorisme est inséparable de celle du « technicisme », organisation de la production mise en place pendant la première guerre mondiale. En effet, la guerre fut « propice » à la production de masse (Berliet sortait près de mille camions/jour pendant la dernière année du conflit, Renault a fourni plus de cinq mille moteurs d'avions en 1918, l'usine Citroën de Javel produisait, cette même année, dix mille obus/jour).

Au sortir du premier conflit mondial, le tournant « taylorien » fut pris dans notre pays : ce que rappelle M. Denis Woronoff⁷ lorsqu'il s'est agi de moderniser les établissements Peugeot de Beaulieu ce fut : « *selon les méthodes américaines et l'expérience... acquise pendant la guerre* ».

La période, tout au moins dans l'industrie, vit le triomphe de la mécanisation, alors que la formation d'une main d'œuvre qualifiée suivait avec retard et difficulté. La transmission organisée et non plus empirique de la culture technique ne se réalisa pas dans notre pays à la hauteur des besoins, empêchant ainsi l'appareil productif français de rivaliser avec ses principaux concurrents.

Dans tous les pays, le traumatisme des années de guerre - qu'il s'agisse de la première et de la seconde guerre mondiales - a laissé son empreinte.

Le maître mot des après guerres fut bien de produire et de moderniser. Dans beaucoup de pays européens au sortir du second conflit mondial, la modernisation passa d'abord par la reconstruction : reconstruction qui ne fut pas à l'identique, d'autant que les avancées dans les domaines scientifiques et techniques emportèrent des effets démultiplicateurs dans la production, donc dans l'offre et dans la demande.

La civilisation de masse, envisagée dès avant la seconde guerre mondiale devint une réalité tangible, bénéficiant des retombées de l'accélération du changement technique comme de celles des stratégies d'entreprises.

Une foule de produits, mais aussi de services, devinrent accessibles au plus grand nombre de consommateurs, bouleversant les habitudes, diversifiant le travail dans toutes ses composantes.

Dans bien des domaines, les méthodes d'automation puis d'automatisation se sont affinées, soutenues efficacement par le recours à l'électronique, puis, plus récemment, à l'informatique à tel point que l'on peut parler d'une troisième révolution industrielle reposant sur le développement des techniques de traitement de l'information. La production « intégrée » se diffusa assez rapidement au-delà de son pays d'origine : les Etats-Unis. Ainsi, dès 1947, la première chaîne française de machines à transfert rectiligne était installée aux

⁷ Denis Woronoff – *Histoire de l'industrie en France* – Seuil 1998.

usines Renault dont le fonctionnement était « décidé, planifié » par les bureaux de programmation ôtant aux opérateurs la latitude de l'empirisme...

Parallèlement, la subdivision des tâches poussée à l'extrême a entraîné une spécialisation progressive des moyens de production favorisant leur mécanisation puis leur automatisation. La spécialisation de plus en plus poussée des savoirs professionnels et des disciplines techniques et scientifiques a été contemporaine entraînant ainsi l'accumulation d'une masse grandissante de connaissances sur des champs de plus en plus étroits.

La période du « taylorisme » est, à bien des égards, déterminante dans le domaine du travail. Elle est contemporaine d'une évolution technicienne qui a conduit à terme, à la réduction du nombre des actifs de l'industrie ou, du moins, à une modification sensible des critères de sélection et de formation de la main d'œuvre de ces secteurs et parallèlement à un accroissement du nombre de ceux qui travaillent dans les « services » qu'il s'agisse de très larges secteurs du « tertiaire » ou des activités de services des autres secteurs (primaire ou secondaire). De même les activités indépendantes ont perdu de leur caractère distinctif, même si le cadre juridique reste différent de celui du salariat. Elle est également contemporaine de l'interdépendance de plus en plus marquée entre les questions du travail - à proprement parler - et l'ensemble de la vie économique et politique des Etats.

Pas davantage que les périodes antérieures, le XX^{ème} siècle n'est ni linéaire ni uniforme dans l'évolution du travail humain. Ainsi, dès les années 1950 les inconvénients liés à l'extrême division du travail devinrent patents aux yeux de certains. L'organisation scientifique du travail se révélait à terme contre productive : les ouvriers se désintéressant du travail, la « bureaucratisation » excessive freinant les innovations.

Sans doute, la période immédiatement contemporaine est-elle remarquable à maints égards. Les progrès techniques vont s'accéléralant et la quantité de savoirs incorporés dans un produit dépasse de loin les capacités d'un individu qui ne peut en maîtriser qu'une fraction plus ou moins importante. Certaines découvertes et innovations conduisent à des ruptures brutales, décomposant, recomposant l'acte productif. Les organisations doivent, désormais, favoriser le traitement efficace de l'information dans toutes ses composantes. Ainsi, l'entreprise doit, à la fois, gérer un flux d'informations externes (liées aux incertitudes des marchés) et internes : or, la capacité de traitement de l'information, autant que les facultés d'adaptation des hommes sont incomparables avec celles des machines même les plus sophistiquées et les plus puissantes.

La période est surtout remarquable en ce que les innovations s'imposent à l'ensemble des secteurs : de l'agriculture au très vaste secteur des services, en passant, naturellement, par le secteur industriel ; qu'elles bousculent toutes les strates productives : de l'OS, lorsqu'il existe encore, au plus qualifié des travailleurs ; qu'elles irriguent, indifféremment, le monde « public » de l'activité

et le monde « privé » ; qu'elles entrent dans tous les domaines d'application à une vitesse probablement jamais atteinte jusqu'ici. Enfin, qu'elles interrogent la conscience même des citoyens.

Au total, les savoirs acquis/transmis des actifs se trouvent toujours davantage remis en question par une telle rapidité, par une telle ubiquité.

L'ordinateur est l'outil central sinon universel quand la donnée est la matière première de l'acte productif. Par nature, la donnée est immatérielle.

Depuis son origine jusqu'à son destin final, elle fait l'objet de collecte, circulation et traitement qui sollicitent la panoplie informatique dans tous ses organes en réseaux. Des calculs réalisés selon des protocoles établis résulteront des instructions qui trouveront traduction dans la sphère matérielle sous contrôle.

Les protocoles concernent contenant et contenu de l'acte productif. Le contenant regroupe les outils mis en œuvre et qui résultent eux-mêmes d'un processus ou en amont le complexe immatériel a été mobilisé comme il le sera en aval dans un processus interminable d'action-rétroaction. Le contenu c'est la matière ouvragée dont la connaissance est fonction du savoir de l'infiniment petit du domaine concerné. Ainsi l'acte productif se trouve amarré à la galaxie de la connaissance qui en coordonne la dimension matérielle avec des conséquences déjà là et à venir.

Par un curieux retour des choses, ce que l'on peut dire aujourd'hui fait écho à ce qui était dit par les Encyclopédistes qui distinguaient deux sortes de manufactures : les unes réunies, les autres dispersées. La définition des Encyclopédistes peut s'appliquer à ce que seraient les manufactures dispersées d'aujourd'hui dans la société des savoirs et de l'immatériel. Il ne s'agit plus de « *fabriques de draps, de serges, de toiles, de velours, petites étoffes de laine et de soie, et autres pareilles* » mais de monades reliées à un réseau approprié au type de traitement d'informations concerné.

Il ne s'agit plus de « *paysans-artisans, par exemple, travaillant à domicile, à temps perdu, dans des ateliers de fortune, des métiers ou des forges, installés en apprentis ou dans des caves, et avec un outillage sommaire* » mais de télétravailleurs, eux-mêmes en réseau avec d'autres télétravailleurs, voire avec des robots en perpétuelle adaptation à des fonctionnalités nouvelles. S'agissant de cette adaptation, on constate d'une part, une poursuite de la robotisation classique, conduisant à une extension de l'automatisation avec des systèmes de surveillance à distance et d'autodiagnostic, sans présence humaine dans l'espace productif et, d'autre part, l'émergence d'une nouvelle génération de robots, fonctionnant en « *extracteurs d'informations* » et servant d'experts pour des opérateurs humains qui restent présents dans des « *boucles de rétroaction* ». Difficile alors de distinguer le maître de l'esclave. En effet, dans ces systèmes symbiotiques intégrés homme-machine, cette dernière prolonge le travail de l'homme qui, en même temps, est tributaire de son fonctionnement.

Tributaire pourrait être assimilable à mercenaire en cas d'enfermement de l'être humain dans une seule fonction d'auxiliaire de la machine. S'il en allait

ainsi, l'individu serait voué à disparaître avec l'éventualité de machines universelles et omnipotentes susceptibles de se passer de l'être humain, à l'instar du rêve de certains amateurs de science fiction. Le professeur Léontieff lui-même n'a-t-il pas avancé un jour : « *les temps sont venus où le travailleur connaîtra le destin du cheval qui n'a plus vocation que de loisir* ». Il n'en va pas ainsi parce que l'être humain conserve le double apanage de la réactivité en face d'un imprévu que la machine ne peut assumer, d'une part, et de la créativité qui permet l'innovation qui au plus stratégique ne saurait être l'affaire de quelque machine, d'autre part.

Naturellement évident dans les exemples des techniques les plus sophistiquées, l'esprit de la société des savoirs et de l'immatériel, caractérisé par le respect de protocoles établis par la connaissance, diffuse. Désormais un nombre croissant d'emplois se trouvent encadrés selon des modalités diverses en tout ou partie. Ainsi l'opérateur informatique ne saurait se soustraire aux protocoles des machines qu'il pilote alors même que le technicien de surface de la société de services ne peut faire ce que bon lui semble des produits et outils qu'il met en œuvre. Ainsi de proche en proche, bien que différemment, la société des savoirs et de l'immatériel impose des protocoles. En cela la société de protocole ouvre la taylorisation du travail immatériel que l'exposition de la puissance physique de l'être humain ne caractérise plus, en premier.

A propos de taylorisation d'activités non matérielles, l'entreprise de services par téléphone fournit un cas d'école. A l'endroit de ceux qui y travaillent, il est parlé de « galériens du tertiaire ». Les effectifs de ces populations connaissent une croissance exponentielle liée à la vitesse de développement des nouvelles technologies issues d'Internet.

Parmi les éléments qui caractérisent le système taylorien du tertiaire citons, les contraintes d'activité qui font que les communications s'enchaînent à des cadences infernales avec des appels parfois aiguillés sur le poste d'un agent sans que celui-ci soit en mesure de les prendre. A la nécessité de décrocher le plus rapidement possible pour ne pas faire attendre le client, s'ajoute l'insuffisance de temps de battement entre chaque appel, ce qui génère des ruptures dans le traitement des dossiers en cours.

Il est de surcroît possible à tout moment de mesurer la performance d'un agent en la comparant au niveau moyen de l'équipe ou à la performance du meilleur.

On parle aussi des exigences liées à l'obligation de « sourire au téléphone » ou de la dictature de la rentabilité qui aboutit à faire travailler de nombreux opérateurs dans un espace réduit. Impossible, dans ces conditions, de se détendre alors que la concentration exigée le nécessiterait pour l'équilibre de l'opérateur et son efficacité durable. On peut encore évoquer le travail sur écran qui peut engendrer des troubles oculaires et le niveau sonore qui altère l'appareil vocal par l'obligation de parler fort.

Par ailleurs, certaines méthodes de vente se déclinant de manière très structurée, les salariés se trouvent parfois contraints de parler à leurs interlocuteurs selon un schéma préétabli, ce qui peut conduire à un sentiment de perte du sens du travail. Le suivi de scripts très rigides s'avère en effet très contraignant pour les téléopérateurs prisonniers du carcan d'un discours standardisé. Les exigences peuvent être tellement fortes qu'elles transforment ces hommes et ces femmes en robots humains programmables, débitant par cœur ce qu'ils ont appris. L'absence de reconnaissance et le manque de perspectives de carrière ajoutent une touche « à la Zola » à la description d'une activité stratégique dès lors qu'informations et données constituent la matière première de l'acte productif.

Entre ce taylorisme d'un nouveau type et son extrême opposé se localisent toutes les figures possibles du travailleur de la société de la connaissance. Aux antipodes pourquoi ne pas placer Einstein comme archétype de l'être humain des avant postes de la société de la connaissance.

Nonobstant l'illustre inventeur de la relativité, certaines caractéristiques de la société de la connaissance non taylorienne résultent de la métamorphose qui, dans le travail humain, résulte du relais de la puissance physique par l'activité intellectuelle. Cette dernière n'obéit pas aux canons de la continuité connus dans le travail matériel. La mobilisation des neurones ne préjuge pas de leur fertilité et, davantage même, ceux-ci peuvent opposer une résistance passive, manifestée par l'impossibilité pratique de faire malgré la meilleure volonté ou par un vagabondage qui affranchit l'esprit de la contrainte du lieu où le corps se trouve. L'observation de toute réunion de service est ici éloquentes quand l'esprit s'évade aux antipodes de l'ordre du jour. Sous cet angle, sans s'appuyer sur les mêmes leviers, le travail à base intellectuelle ou immatérielle a vraisemblablement d'abord à voir avec le travail d'avant l'imperium de la continuité.

Beaucoup, sinon l'essentiel des conséquences pratiques de la métamorphose, n'a à ce jour été perçu. Parmi celles déjà là mais beaucoup occultées, il y a le découplage d'un nombre croissant « d'opérateurs » par rapport aux règles de la productivité du travail matériel dont l'équation de base alliait notamment objet, énergie, adresse et constance ou implication. Dans ces « *cerveau facture* » selon le concept popularisé par M. René Passet, la productivité individuelle n'est plus, dès lors, calculable selon les critères traditionnels de l'industrie engendrant ainsi une sorte de révolution des organisations. A ces paramètres qui perdurent, le travail « nouveau » ajoute sûrement la fulgurance qui procède de la créativité et de la vigilance qui ne se décreète pas. En effet si on connaît les conditions nécessaires, on ne maîtrise pas les conditions suffisantes au déclenchement de l'acte le plus efficace dans le champ de l'immatériel.

Parmi les effets de la métamorphose en cours figure une nouvelle alliance du collectif et de l'individuel avec ce dernier en posture nouvelle. Dans un monde du travail à base de puissance physique, s'additionnaient des forces à

l'étalon établi et opérant à vue. Dans le monde du travail où l'autre composante, immatérielle, devient première, l'individu met en œuvre des capacités que l'étalon antérieurement opératoire ne sait mesurer. Par facilité, ces capacités sont qualifiées d'inobservables étant entendu que peut-être le terme d'inobservable est commode comme l'était le résiduel pour les économistes rétifs à la mesure de l'immatériel.

De surcroît, par nature, ces capacités discriminent davantage entre les uns et les autres avec chacun renvoyé à lui-même pareil à la monade entendue par Leibniz comme « *substance simple irréductible, élément premier de toutes les choses et qui contient en elle-même le principe de la source de toutes ses actions* ». Que la monade de Leibniz soit naturellement reliée à d'autres n'enlève rien à l'obligation d'excellence pour chacune d'elles. Apparaît ici le nouveau risque pour l'individu de devenir maillon faible à la faveur d'une défaillance éphémère ou durable.

Des figures inédites de l'exclusion, cruelles car impossible à fonder objectivement, sont engendrées par la situation nouvelle de l'être humain au travail. Pour ce dernier, le décrochage devient fracture puis rupture si la fracture n'est pas vigoureusement et promptement réduite. Quand sur sa face sombre la médaille fait apparaître des exclus vite devenus des humiliés, sur l'autre face, la donne nouvelle du travail, décuplée de la puissance physique, ouvre des horizons aussi bien à l'égalité des sexes qu'à la perturbation des âges.

Sur un autre plan, le travail « nouveau » rompt avec le passé qui l'avait vu répondre aux canons d'unité de lieu, d'action et de temps de la tragédie classique. A l'inverse ou presque, il se répand dans toute la vie. La preuve est expérimentée par chacun de ceux qui participent de ce « nouveau » travail quand il est rattrapé par un problème professionnel au moment où il l'attend le moins. Par rapport à cette dernière remarque dans son déploiement, le travail nouveau renoue avec le temps où il persillait toute la vie. Par ces nouvelles caractéristiques, d'ailleurs, distinguer entre ce qu'est travail et ce qui n'en est pas ne va pas de soi. Peut-être cela ouvre-t-il l'ère où l'acception professionnelle et marchande du travail s'estompera derrière sa vraie nature qui est l'habitation jamais achevée de l'individu par lui-même.

Dans le même mouvement à l'endroit de l'être humain se trouvera banni l'abominable terme de ressource que le travail exploite pour celui de richesse humaine qu'il explorera.

Pour conclure, travailler dans la société des savoirs et de l'immatériel peut revêtir les formes les plus diverses. S'y offre à certains l'exaltation du guetteur des avant postes que le plaisir de découvrir comble, pendant qu'à l'autre extrême il y a ceux qui se livrent à une activité insipide pour la seule et maigre rémunération qu'elle offre. Entre deux, toutes les figures et postures se déploient avec un mixte de coercition et d'exaltation lié à la position choisie ou subie.

CHAPITRE III

BALISES DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

La technique est au cœur de l'acte productif. Elle le renouvelle en permanence au gré d'évolutions qui ont le caractère d'un mouvement perpétuel et universel. Rien n'échappe à l'emprise de la technique à l'œuvre partout selon des rythmes et modalités appropriés aux différentes disciplines mises en jeu et aux champs d'application concernés.

Quelques coups de projecteurs sur un spectre élargi éclairent le présent et peuvent permettre de dessiner des perspectives sur des champs différents.

Nanotechnologies, nouveaux matériaux ou encore robotique, sciences de la vie et naturellement technologies de l'information et de la communication sont emblématiques de la société des savoirs et de l'immatériel dans ces nouvelles dimensions.

En perpétuel travail sous le triple effet des usages qu'ils remplissent, des connaissances qu'ils incorporent et des idées de transformations qu'ils font naître, les uns et les autres occupent de plus en plus l'espace vital de nos contemporains. Ils sont à la fois un point d'arrivée par tout ce qui les fonde et de départ, fondateur de futures avancées.

S'il est un horizon commun à cet ensemble, c'est celui de la traque à l'infiniment petit, sommé de livrer ses secrets pour que l'être humain opère des agencements que la nature n'avait pas encore réalisés. Au-delà de cet horizon commun chacun donne à voir de façon particulière dans le champ de la société des savoirs et de l'immatériel.

L'émergence de ces techniques, leur développement et leur « déferlement » dans notre vie quotidienne, leur importance dans la vie professionnelle, sont de l'ordre d'une révolution permanente.

En quoi changent-elles l'acte productif ?

De la même manière que lors de la révolution industrielle, et probablement plus profondément encore, les nouvelles techniques, les nouveaux outils, incorporant toujours davantage d'informations devraient rendre l'acte productif d'aujourd'hui sinon obsolète du moins largement dépassé. L'opérateur se fait désormais autant chercheur que producteur, émetteur d'information en même temps que « capteur » de cette information. Des savoirs deviendront ainsi sans objet. La distribution traditionnelle des composantes de l'investissement devrait s'en trouver largement remise en cause. En effet, qu'elle pourrait-elle, dans un futur proche, la part du « matériel » dans un produit ou un service dont on comptera la valeur des ingrédients « physiques » à l'aune du centime (voire du millime) d'euros, alors que l'investissement immatériel sera calculé par le nombre de journées de recherche fondamentale ou appliquée... dans un

laboratoire réunissant plusieurs dizaines voire centaines de chercheurs hautement voire très hautement qualifiés, dirigés parfois, par un prix Nobel...

Que peut-il advenir de grands ensembles productifs, alors que la rapidité des communications, la dématérialisation de la donnée auront pour effet de rendre encore plus internationales l'élaboration et la production de n'importe quel produit, mis en vente sur tous les marchés à la fois.

I - DU CÔTÉ DES NANOTECHNOLOGIES : LE MINUSCULE EN MAJESTÉ

En décembre 1959, le physicien américain Richard Feynman, au cours d'une conférence à l'institut californien de technologie, imaginait que l'on pourrait un jour graver le contenu de trois bibliothèques et non des moindre (la bibliothèque du Congrès, la « *british library* » et la « nationale ») sur une tête d'épingle. Il ouvrait, par-là, la voie à des recherches qui se poursuivent toujours et à une course à l'infiniment petit : tout d'abord la « micro » puis la nanotechnologie.

A - QUELQUES ÉLÉMENTS DE DÉFINITION

Les nanotechnologies ne se limitent pas à un domaine unique. Leur développement embrasse un très large spectre de l'activité productive. Dès lors que l'on aborde le monde des « nano systèmes » l'économie de réseau devrait se développer encore plus, de part leur existence même. Les nanotechnologies présentent, aujourd'hui et probablement encore pour longtemps la caractéristique de mêler très étroitement recherche fondamentale, recherche appliquée, transfert technologique dans un va et vient permanent. La recherche « amont » pourrait-on dire « n'attend pas le nombre des années » (qui se comptent en mois désormais) pour s'appliquer. Dès lors, souvent et étroitement associées ou à des laboratoires universitaires ou à des organismes de recherche, il n'est pas étonnant d'observer la création de « start-up » pour appliquer une découverte et en développer, le plus rapidement possible, les pouvoirs et potentialités. A cet égard, il est possible de dire que, peut-être, le principal défi qui attend l'Europe réside dans sa capacité ou son incapacité à permettre ce qu'on appellera ici le premier développement industriel d'une idée, d'une découverte.

Il y a encore vingt ans, les nanotechnologies relevaient de la science-fiction. Cet ensemble de techniques permettant de produire des objets à l'échelle du milliardième de mètre (à l'échelle du nanomètre) est en passe de révolutionner la production et, probablement, la consommation.

Les nanosciences et leurs applications, les nanotechnologies doivent largement leur développement à l'apparition du microscope « à effet tunnel » dont l'invention au début de la décennie 1980 a permis, certes, d'observer le monde de l'infiniment petit mais surtout d'y intervenir. Le microscope s'est fait alors outil de fabrication d'objets de quelques nanomètres à température

ambiante et de quelques angströms (dix fois plus petits que le nanomètre : c'est à dire de la taille d'un atome) à basse température.

Le nanomètre est l'échelle minimale connue à laquelle s'organisent en systèmes complexes les entités microscopiques comme les atomes et les électrons.

Le très vaste domaine de l'infiniment petit conjugue en parallèle et de manière systémique, la recherche et ses applications. En effet, comme le souligne un récent rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques⁸ : « *manipuler la matière à l'échelle nanométrique... C'est s'efforcer de comprendre des phénomènes à une échelle quantique à laquelle les propriétés de la matière ne sont plus les mêmes qu'à l'échelle micrométrique* ». A l'échelle quantique, les effets thermiques prennent une ampleur considérable, alors que les effets d'inertie ou de gravitation deviennent négligeables. A cette échelle, le courant électrique par exemple n'est plus une entité continue mais un ensemble d'électrons dont chacun, isolé, obéit aux lois de la physique quantique et « adopte » un comportement individuel sur lequel il est possible d'agir. En bref, à l'échelle quantique, les très « petites choses » se comportent différemment que les « grandes ».

La construction de « nanocomposants » atome par atome n'est, à ce jour, pas encore une technologie. Elle reste au stade de la recherche, cependant, elle semble promise à un bel avenir.

Aujourd'hui, en effet, aux nanotubes se sont ajoutés les nanocristaux, les nanofibres et autres nanoformes. Le nombre de brevets pris en « nanotechnologies » croît d'une façon exponentielle. Près d'un millier de brevets aurait été pris entre l'année 2000 et 2001, alors que de 1992 à 1999 on n'en comptait qu'une centaine. La courbe de croissance des brevets suit celle des publications scientifiques.

Si dans le domaine des nanotechnologies, il s'agit toujours de comprendre, les promesses d'application seraient, selon certains experts, d'une infinie variété. Ainsi le directeur de « *Quantum Science Research* » (et responsable des nanotechnologies pour les laboratoires Hewlett Packard) remarquait lors de la première conférence mondiale sur les nanotechnologies tenue en décembre 2001 à Boston que cette technologie était : « *la création et l'utilisation de matériaux, d'appareils et de systèmes* » et que derrière cette définition se profilent des générations d'ordinateurs, de robots et de machines de toutes sortes. La plupart des domaines de la science sont (ou seront) concernés. Selon les experts de la « *National science foundation* » des Etats-Unis, les domaines de la santé, des industries manufacturières et minières, l'informatique, l'agriculture, l'environnement, la défense... seront percutés par les nanotechnologies. C'est dire si le champ de ces nouvelles technologies est vaste et... stratégique.

⁸ Claude Saunier - *L'évolution du secteur des semi - conducteurs et ses liens avec les micro et nanotechnologies* - Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST).

Une preuve de l'intérêt de plus en plus soutenu accordé à ce domaine se traduit par des investissements de plus en plus importants en matière de recherche.

B - UN IMPORTANT EFFORT D'INVESTISSEMENTS

L'année 2001 a vu une véritable explosion des financements d'Etat accordés à la recherche dans les nanotechnologies, particulièrement aux Etats-Unis et au Japon, l'Union européenne semble « moins impliquée » bien qu'il soit difficile d'évaluer les financements globalement accordés dans la mesure où il s'agit d'une combinaison de programmes nationaux et communautaires. Pour ce qui le concerne le budget de la « *National nanotechnology initiative* » (NNI) américaine est passé d'une centaine de millions de dollars en 1997 à plus de 600 millions de dollars en 2002. Pendant la même période, le budget japonais passait de 130 millions d'euros à environ 500 millions d'euros. Ces sommes ne représentent qu'un ensemble de crédits supplémentaires affectés aux différents ministères ou agences en vue de développer les actions en faveur des nanotechnologies. Le gouvernement américain, estimant que ces technologies pourraient représenter un marché mondial de l'ordre de 1 000 milliards de dollars d'ici à une dizaine d'années, s'est engagé dans la formation de spécialistes – on évoque le nombre de 1 million de chercheurs à former sur une décennie.

Pour sa part, l'Union européenne, dans le cadre du 6^{ème} Programme communautaire de recherche et de développement technologique (2002-2006) fait plus qu'évoquer les nanosciences et nanotechnologies. Celles-ci devaient bénéficier d'un effort budgétaire de l'ordre de 1,3 milliard d'euros sur quatre ans⁹. Au total, dès lors que d'autres actions communautaires sont prises en compte, le budget que l'Union devrait allouer approcherait 500 millions d'euros.

Au niveau national, les projets de recherche sont financés, soit via les « Actions concertées incitatives » (ACI) lancées par le ministère de la recherche. En l'espèce, il existe des actions « nanostructures », « nanomagnétisme » etc. Il s'agit d'actions orientées vers la recherche « amont », soit par les « réseaux nationaux de recherche technologique » parmi lesquels se distingue le Réseau de recherche en micro et nanotechnologies (RMNT) mis en place en 1999, animé notamment par le CEA, subventionné par les départements ministériels en charge de la recherche, de l'industrie, l'ANVAR, etc.

En outre, il existe en France d'autres initiatives comme les groupements de recherche mis en place par le CNRS ou le pôle MINATEC à Grenoble. Récemment, l'inauguration d'un nouveau centre de recherche en nanotechnologies baptisé « Crolles 2 » près de Grenoble, associant des entreprises franco-italiennes, américaines, néerlandaises afin de « concevoir » les prochaines générations de puces, constitue un exemple de coopération

⁹ Les nanosciences et nanotechnologies reçoivent donc une dotation budgétaire supérieure à celle allouée à l'aéronautique et à l'espace dans le cadre du 6^{ème} PCRD.

internationale. Les investissements prévus d'ici à 2007 se monteraient à près de 3 milliards d'euros. Le laboratoire devrait employer 1 200 personnes d'ici à 2005. Il se constitue donc un pôle européen « nanotechnologies » à Grenoble et dans ses environs.

Les innovations dans le secteur sont permanentes et la veille scientifique constitue une véritable exigence stratégique. A cet égard, la création de l'observatoire des micro et nanotechnologies (MONT) par des chercheurs du CEA et du CNRS est à souligner. Il s'agit, par cet observatoire, de suivre et d'évaluer les publications, d'analyser les brevets... Bref, de suivre la stratégie ou les stratégies étrangères jusque et y compris par l'analyse des mouvements financiers (souligne dans un entretien au quotidien « *Les Echos* », le responsable des programmes de recherche du LETI de Grenoble, M. Jean-François Clerc). L'observatoire suit actuellement parmi cinq thèmes : les nanotechnologies¹⁰.

Dans le secteur privé depuis quelques années les investissements sont de plus en plus importants. Toutes les grandes compagnies mais aussi les « start up » investissent dans les nanotechnologies. A cet égard, une note de l'ambassade de France aux Etats-Unis¹¹ vaut d'être rappelée. Selon ses auteurs, vu des Etats-Unis, on peut comparer l'industrie « nanotech » d'aujourd'hui à celle des ordinateurs dans les années 1960 ou à celle des biotechnologies dans les années 1970. On comprend donc aisément l'implication des firmes américaines et non des moindres dans ce « secteur ».

C - QUELQUES UNES DES APPLICATIONS DES NANOTECHNOLOGIES

L'ordinateur sera - selon les experts - le premier bénéficiaire des nanotechnologies. En réduisant la taille des composants, notamment des transistors disposés sur des puces, les ordinateurs acquièrent à la fois plus de rapidité, plus de puissance et leur coût de fabrication diminue.

La course à la miniaturisation et surtout ses résultats sont assez éloquentes. En 1971, le premier microprocesseur d'Intel comptait 2 300 transistors sur une surface de silicium de 13,4 mm². Sa vitesse (sa fréquence) était de l'ordre du mégahertz. Le dernier-né d'Intel concentre aujourd'hui près de 55 millions de transistors sur une surface de 146 mm² - pour une fréquence de 1,5 giga hertz (1 500 fois plus). Le courant passe plus de 1 milliard de fois par seconde dans chaque composant qui peut exécuter plus de 1 milliard d'instructions par seconde.

¹⁰ Les quatre autres thèmes particulièrement observés sont l'électronique moléculaire, l'instrumentation pour la biologie, les microsources d'énergie, les matériaux et composants pour l'optique.

¹¹ C. Farvacque et B. Grenier chargés de mission et S. Hagege, attaché pour la science et la technologie ambassade de France aux Etats-Unis « *Des nanosciences au nanobusiness, un modèle à l'américaine* » - septembre 2002.

Cette course à l'infiniment petit est loin d'être terminée. En effet, les recherches actuelles devraient conduire à la commercialisation de processeurs à 20 gigahertz avant 2010. Avant cette date, dès 2004 INTEL devrait mettre sur le marché une nouvelle génération de processeurs réalisés avec une finesse de gravure de 0,09 micron (90 nanomètres) contre 0,13 micron actuellement.

Les nouvelles puces devraient intégrer sur la galette de silicium de 30 mm de diamètre, 120 milliards de transistors. Le nombre de transistors augmentant, la tension électrique doit, elle aussi, croître. L'effet est alors d'accroître la déperdition d'énergie et le dégagement de chaleurs, ce qui peut engendrer des risques de destruction du processeur. Pour y remédier on a recours à un nouvel isolant *high K gate dielectric* et à l'épaississement du canal de transfert de l'électricité (technique du *depleted substitute transistors*).

Le but de cette course est de répondre aux exigences de puissance requises par les applications de reconnaissance vocale, de traduction instantanée et de rendu graphique de qualité vidéo en temps réel.

Comme tend à le démontrer cet exemple, la loi de Moore verra sa durée de vie prolongée encore pendant plusieurs années¹².

La mise au point d'un ordinateur « moléculaire » avance, en outre, à grand pas. Ici, apparaît l'alternative au silicium comme filière « exclusive ». La technique dite du *bottom up* c'est-à-dire une technique dans laquelle une molécule est utilisée comme composant de base, voire, comme circuit intégré, remplace celle dite du *top down*, technique adoptant la miniaturisation de la filière silicium actuelle, en prenant en compte les phénomènes physiques complexes et nouveaux qui apparaissent aux faibles dimensions. Selon les experts du CEA, le développement de l'électronique moléculaire est vécu comme un véritable défi par la communauté scientifique. Les ressources de la chimie et de la physique doivent être conjointement sollicitées puisqu'il faut penser la science à l'échelle de la molécule ou de l'atome et le procédé industriel performant en parallèle. Cette convergence entre sciences fondamentales et techniques informatiques est assez essentielle également dans le domaine de la santé, y compris au sens le plus large du terme. Ainsi, les responsables du NNI estimaient, il y a peu, que les nanotechnologies permettront de concevoir des systèmes de filtrage de l'eau beaucoup plus efficaces que ceux existant actuellement. Des nanoparticules particulièrement efficaces seront capables d'éliminer les impuretés contenues dans l'eau, mais devraient aussi filtrer les émissions de dioxyde de carbone répandues dans l'atmosphère. Déjà, en 2002,

¹² La loi de Moore est d'abord une constatation. Gordon Moore remarquait, en effet, que la capacité des microprocesseurs doublait pendant une période de temps constante : de fait tous les 18 mois. La loi de Moore s'observe aussi dans le coût du stockage sur disque dur qui, à capacité égale, baisse de moitié tous les 18 mois, tandis que la densité double dans le même temps. A titre d'exemple, en 1973 le prix de 1 million de transistors équivalait à celui d'une maison coûtant 76 000 euros (500 000 F) en 2000, il était de 0,06 euro et 2005 il devrait se monter à... 0,004 euro c'est à dire selon la revue « *les défis du CEA* » le prix d'un post-it.

une entreprise de Floride a obtenu un contrat de la NASA pour installer un nanofiltre (NANOCERAM) dans la future station spatiale internationale. Ce filtre d'une taille de deux nanomètres serait capable de supprimer « 99,999% » des virus et bactéries contenus dans l'eau potable. Les recherches portent actuellement sur le filtre lui-même, lui permettant de se régénérer et donc de servir plusieurs fois. La commercialisation de masse de ces nanofiltres est envisagée d'ici à quatre ans.

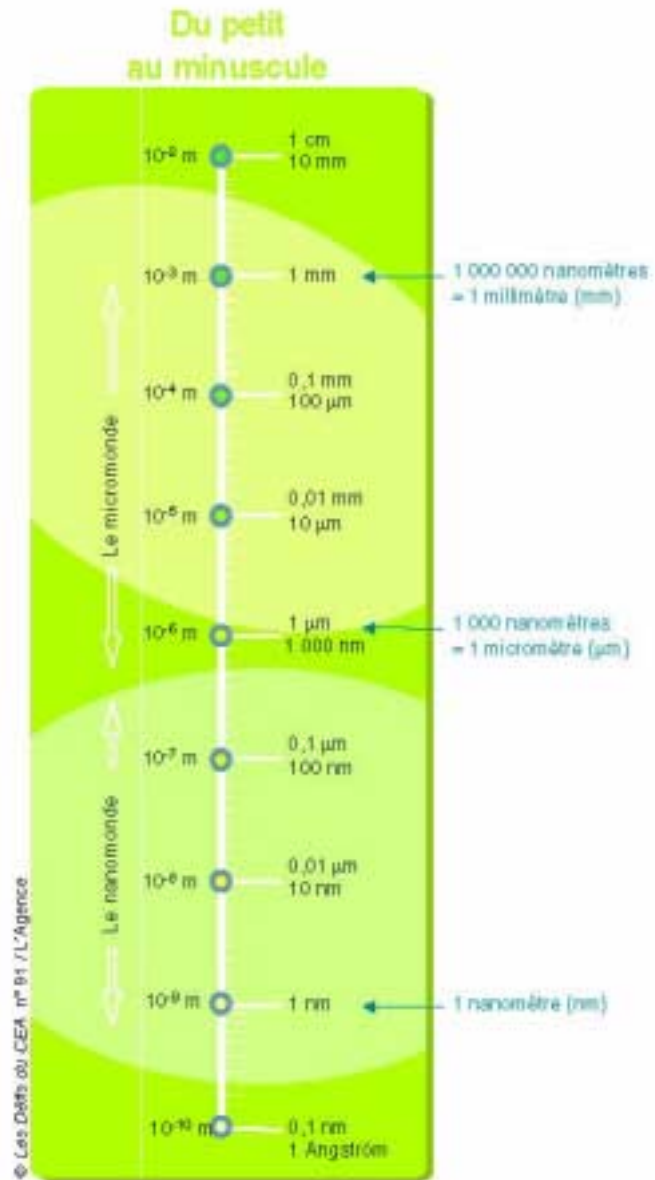
D'autres recherches se font à des fins purement médicales, par exemple pour détecter des facteurs de risques de maladies très graves. Certains spécialistes, comme le directeur de l'institut des nanotechnologies de la « *northwestern university* » estiment que d'ici à quelques années, on pourra installer des *buckyballs* découverts fin de la décennie 1980 (molécules de carbone de forme sphérique ayant des propriétés spécifiques permettant d'observer comment les atomes se structurent) dans des récepteurs présents à la surface de certaines cellules de l'organisme. Ces éléments, chargés de médicaments nécessaires, pourront interrompre le cycle des cellules. De telles expériences sont déjà tentées. On évoque aussi les nanotubes de carbone qui peuvent servir pour développer des pansements spéciaux pour les diabétiques, ainsi que les nanomoteurs qui pourraient placer exactement où cela est nécessaire un médicament et lutter ainsi de manière plus efficace contre les cellules cancéreuses.

Dans l'industrie aussi, les nanotechnologies sont présentes. Les produits finis de l'industrie incorporent de plus en plus de nanocomposants. Selon une étude de « Nano mat » (société d'études de marché), le chiffre d'affaires annuel généré par les produits incorporant les nanotechnologies dépasse déjà 25 milliards de dollars.

Les applications sont très diverses : des lunettes de soleil à la production d'énergie. Ainsi, par exemple, la pile rechargeable au lithium-ion, construite à partir de nanoparticules serait capable d'emmagasiner l'énergie à partir de nanotubes de carbone. Ces batteries pourraient se recharger pendant et du fait de la marche d'une voiture. Les matériaux composites naturellement intéressent l'automobile mais aussi l'aviation et l'espace, puisqu'il s'agit toujours d'alléger le poids des véhicules quels qu'ils soient. Parmi les avancées à attendre de l'apport des nanotechnologies on évoque encore les matériaux dits « avancés » ou fonctionnalisés ou encore « intelligents » c'est-à-dire des matériaux capables de réagir à des sollicitations extérieures ou à une commande par modification de leurs propriétés : thermiques, électroniques...

Au vrai, le bouleversement attendu des nanotechnologies devrait plutôt s'opérer sur la société elle même que sur la technique. En effet, les systèmes seront toujours sous contrôle car, à l'échelle quantique alors atteinte, les lois de la physique s'appliqueront toujours. Il s'agira alors à la société de « s'adapter » à l'infiniment petit, à ses potentialités, à sa rapidité...

Schéma 1 : du micro au nanomonde



Source : « Des défis du CEA » - n° 91 - mai-juin 2002.

II - LES NOUVEAUX MATÉRIAUX : L'ARRIVÉE DU COMPOSITE ET DE LA MATIÈRE INTELLIGENTE

La complexification des matériaux, leur sophistication poussée jusqu'à cette appellation étrange et presque antinomique de « matériaux intelligents » est indissociable de la progression des connaissances et de l'application croisée de sciences aussi diverses que la biologie, la chimie, la physique etc.

Les nouveaux matériaux constituent une autre illustration de l'immensité des bouleversements que la société des savoirs et de l'immatériel est susceptible d'engendrer, des applications aujourd'hui inconcevables auxquelles elle ouvre la voie et des approches nouvelles qu'elle implique dans les métiers, les loisirs, la santé etc. et, d'une manière générale, dans tous les domaines de la société dont l'organisation sera probablement à terme elle même affectée.

A - DE LA MATIÈRE BRUTE AUX MATÉRIAUX INTELLIGENTS

De tout temps l'homme a emprunté à la « nature ». De l'utilisation de la pierre, du bois, aux os, cuirs et fourrures, puis au lin, chanvre et autre coton, l'avancée de la civilisation s'est opérée au rythme de ses capacités à introduire du savoir et de la technique pour maîtriser ces matières brutes et les adapter aux besoins humains en améliorant continuellement leur performance.

La matière devient matériau lorsqu'elle quitte son état naturel pour acquérir une fonctionnalité : c'est le cas du bois lorsqu'il devient poutre puis charpente, la ronce lorsque, tressée, elle devient panier, la pierre, une fois extraite de la carrière, est calibrée.

Métal, fibres synthétiques et, surtout, plastiques de grande consommation (dont l'expansion commerciale date de la seconde guerre mondiale), les matériaux artificiels se sont peu à peu substitués aux matières naturelles qui, pour leur part, ont également intégré du progrès technique dans les différentes phases de leur transformation.

Le développement au milieu des années soixante des « plastiques techniques » (polyamides, polyesters etc.), dont les applications variées se sont révélées fondamentales dans l'essor de certaines branches industrielles comme le secteur automobile et l'électroménager, a constitué une première étape vers l'ère des nouveaux matériaux ainsi définis : *« les matériaux nouveaux comprennent des matériaux organiques (notamment des plastiques hautes performance et élastomères), des matériaux inorganiques (principalement les céramiques), des métaux et alliages de composition de structure et de pureté améliorées et des matériaux composites »*¹³.

¹³ « Le développement fonctionnel du marché des matériaux vers les hautes performances et les hautes fonctionnalités » M. Giget, Euroconsult 1987.

Parmi ces nouveaux matériaux, les céramiques ont pris une ampleur nouvelle. Si elles existent depuis plusieurs millénaires, elles peuvent être qualifiées de matériaux nouveaux lorsque les matières premières utilisées pour leur élaboration ne sont plus issues du sol mais résultent d'une chimie de synthèse complexe et lorsque leur usage devient technique et non plus ménager.

Alors que la plupart des matériaux subissent des dégradations importantes avant d'avoir atteint une température de 1 000 degrés, les céramiques conservent leurs propriétés bien au-delà. Toutefois, dénuées de souplesse, elles se fissurent, s'émiettent et même parfois se cassent lorsque la sollicitation est trop forte : en revanche le composite métal/céramique plie... mais ne rompt pas !

L'élaboration de composites consiste donc à combiner deux matériaux de façon à conserver les avantages du premier (résistance, légèreté) tout en éliminant les inconvénients (fragilité, densité, corrosion...) par l'association avec un second.

Aux premiers composites (pour la plupart des résines de polymère renforcées par de la fibre de verre, puis de carbone) se sont ajoutés d'autres types de produits (comme le kevlar, né du mélange de résine et de fibre d'aramide) aux performances croissantes. Les composites sont alors devenus des structures complexes capables d'agencer leurs divers composants à la topologie définie par les fonctions de la pièce.

Ces nouveaux matériaux, caractérisés par des performances techniques exceptionnelles ils engendrent des procédés industriels nouveaux qui aboutissent parfois à l'intégration même de plusieurs fonctions dans une même pièce, générant éventuellement des gains de productivité.

Lorsque les matériaux deviennent multi-fonctionnels et qu'ils sont capables de s'adapter à leur environnement, on aboutit aux matériaux « intelligents » dont les fonctions sont inscrites dans la forme et dans la matière

Nés au début des années quatre-vingt aux Etats-Unis dans le secteur aérospatial, ils se sont progressivement étendus à des secteurs d'activité de plus en plus variés.

B - LES GRANDES FAMILLES DE MATÉRIAUX INTELLIGENTS ET LEURS APPLICATIONS

« Un matériau intelligent est sensible, adaptatif et évolutif. Il possède des fonctions qui lui permettent de se comporter comme un capteur (détecter des signaux), un actionneur (effectuer une action sur son environnement) ou parfois comme un processeur (traiter, comparer, stocker des informations). Ce matériau est capable de modifier spontanément ses propriétés physiques, par exemple sa forme et sa connectivité, sa viscoélasticité ou sa couleur en réponse à des excitations naturelles ou provoquées venant de l'extérieur ou de l'intérieur du matériau... ».

Cette définition proposée par M. Joël de Rosnay¹⁴, auquel nous emprunterons ici beaucoup, permet de mesurer l'ampleur de ce que l'auteur qualifie de « *révolution pour le XXI^{ème} siècle* ».

Ces matériaux, dont la conception est basée sur l'observation, la connaissance et la reproduction de modèles biologiques, permettent une nouvelle stratégie industrielle où l'objectif n'est plus la production de masse mais au contraire le sur mesure. L'adaptation fine à une fonction ou à un ensemble de fonctions est la caractéristique de ces matériaux, d'où d'importants bouleversements dans les cycles de production : au lieu d'être une donnée à partir de laquelle un concepteur doit s'adapter pour construire sa pièce, le matériau est élaboré en vue de cette pièce. L'ensemble des fonctions à remplir étant défini, on détermine les propriétés nécessaires à leur accomplissement et, de là, naît le matériau adéquat par l'association de molécules contenant les différentes propriétés requises.

L'élaboration de ces matériaux engendre un potentiel immense d'innovations par les effets de synergie entre conception de la pièce, conception du matériau et procédés de fabrication.

On peut regrouper les matériaux intelligents connaissant des applications multiples dans des secteurs d'activité très variés en trois familles principales : les alliages à mémoire de forme (AMF), les métaux piézo-électriques, les électrostrictifs et magnétostrictifs.

Les alliages à mémoire de forme sont, le plus souvent, fabriqués à base de Nitinol (un mélange de nickel-titane) auquel on ajoute d'autres éléments (cuivre, fer, aluminium etc.) pour permettre une déformation du matériau et sa recomposition en fonction de la température.

Cet alliage est utilisé dans l'électronique, l'armement et plus récemment par la médecine sous forme de filtres à mémoire de formes capables de piéger les caillots sanguins : froids, ces filtres entrent facilement dans les cathéters. Placés sans intervention chirurgicale au cœur d'une veine, ils se déploient à température et prennent la forme de filtres capables de piéger les caillots qui finissent par se dissoudre...

Les montres à quartz fonctionnent grâce aux matériaux piézo-électriques qui sont donc dans certaines de leurs applications d'un usage grand public. Constitués de céramique et de polymère, ils se déforment ou produisent des tensions électriques lorsqu'ils subissent une contrainte mécanique. On les utilise également pour amortir les vibrations et réduire les bruits.

Une application d'avenir de ces matériaux est leur utilisation dans les ponts, les barrages et autres ouvrages dont les structures porteuses peuvent intégrer du « ciment intelligent » : un capteur piézo-électrique pourra détecter et analyser des défauts comme des fissures, trous et autres dégradations qui, en se

¹⁴ Définition proposée par M. Joël de Rosnay, directeur de la Prospective et de l'Evaluation à la Cité des Sciences et de l'industrie lors d'une conférence au CNAM le 4 octobre 2000.

constituant, génèrent des vibrations. Les ingénieurs seront ainsi avertis des zones de fragilisation aux endroits même où elles se produisent.

Cette application pourrait être également étendue aux carlingues d'avions.

Les matériaux magnétostrictifs et électrostrictifs se déforment sous l'action d'un champ magnétique et s'adaptent à leur environnement en adoptant des formes utiles en réaction à des sollicitations extérieures d'ordre acoustique, vibratoire, mécanique ou thermique.

A ces trois familles principales s'ajoutent les fluides électrorhéologiques (pouvant se rigidifier sous l'action d'un champ électrique grâce à l'orientation de particules polarisables suspendues dans un liquide), les polymères conducteurs, les polymères à transparence variable en fonction de la température (utilisés dans les vitrages), le procédé sol-gel permettant la conception de nouveaux matériaux hybrides organiques-inorganiques capables d'identifier des molécules chimiques ou biologiques.

La liste n'est pas exhaustive mais trop technique pour que nous allions dans un descriptif trop « pointu », et toujours susceptible d'incorporation complémentaire.

Il convient toutefois également d'y ajouter, outre les céramiques déjà évoquées plus haut, les matériaux supraconducteurs qui connaissent déjà des applications importantes.

On peut notamment citer celles qui touchent le domaine médical (l'induction magnétique des IRM est obtenue grâce à des aimants supraconducteurs), la fusion nucléaire (les tokamaks - qui permettent le confinement sous forme d'anneau torique des matières résultant de la fusion - nécessitent des inductions très élevées), et la propulsion (les trains à lévitation magnétique dont le principe repose sur la répulsion entre le train et des plaques conductrices placées sur la voie)

Qu'il s'agisse de l'un ou de l'autre de ces matériaux, c'est l'ampleur des bouleversements qu'ils engendrent et la variété de leurs applications qu'il convient d'approcher.

C - L'AVENIR TEL QUE LE DESSINENT LES MATÉRIAUX COMPOSITES INTELLIGENTS

A la différence des matériaux passifs capables de lutter contre le bruit, la chaleur etc. les matériaux intelligents peuvent s'adapter d'une manière très fine à leur environnement.

Ainsi, par exemple la maison du futur devient totalement interactive. Avec les matériaux intelligents les murs et les vitrages réagissent, absorbant l'humidité ou au contraire humidifiant une atmosphère trop sèche, ventilant et supprimant les odeurs indésirables, tuant bactéries et acariens, assombrissant les lieux lorsqu'il y a trop de soleil, éliminant bruits et vibrations d'une manière plus fine qu'autrefois.

Avec l'arrivée des capteurs biométriques l'identification de la personne pénétrant dans une pièce est immédiate et l'adaptation des paramètres créés à sa convenance devient instantanée.

Les emballages connaissent également une petite révolution : que ce soit dans la pharmacie, les cosmétiques ou l'alimentaire ils pourront bientôt réagir au taux d'humidité et s'adapter en conséquence pour éviter les dégradations des produits, modifieront leur couleur pour filtrer la lumière ou serviront de barrières contre les microbes en ayant des fonctions intégrées de stérilisation et anti-oxydants...

Quant à l'emballage au gluten de blé, il est bien évidemment biodégradable mais, de surcroît, comestible !

Les biomatériaux constitués par les biopolymères trouvent de nombreuses applications dans les biotechnologies et la médecine. Les biomatériaux peuvent être implantés grâce à des capsules qui diffusent dans le corps des molécules traitant les affections les plus diverses. D'autres peuvent servir de prothèses, filtres ou valves, comme nous l'avons vu précédemment.

L'ère du génie cellulaire n'en est qu'à ses balbutiements, les matériaux de soutien intelligents étant appelés à jouer un rôle de plus en plus déterminant dans les traitements en profondeur des maladies : les polymères de synthèse exercent une influence directe sur les cellules qui les reconnaissent, se rassemblent et s'organisent biologiquement, reconsolidant les organismes fragilisés.

Il ne s'agit plus ici de se substituer aux organes naturels comme il est de mise avec les implants, mais d'assister l'organe défaillant, l'aider à s'auto-réparer.

S'inspirant de plus en plus des modèles biologiques qu'ils arrivent à comprendre et à reproduire, les chercheurs ont affiné d'une manière extraordinaire leur capacité d'assemblage des structures moléculaires à l'échelle atomique : c'est l'ère des nanotechnologies précédemment étudiée.

On notera que l'on retrouve, lorsque l'on étudie ces nouveaux matériaux, le phénomène évoqué à propos des nanotechnologies, de conjugaison recherche fondamentale/recherche appliquée, évolution des procédés et les promesses d'application quasi infinie que cet effet systémique est susceptible d'engendrer.

Parmi les autres applications attendues des nouveaux matériaux on a beaucoup évoqué les « textiles intelligents » qui concernent une gamme étendue de vêtements allant du collant à la robe de soirée en passant par les tenues de sport et les uniformes militaires.

S'apparentant de plus en plus à une nouvelle peau, les fibres textiles intelligentes s'adaptent aux conditions sensorielles et corporelles en libérant des micro-capsules chimiques réagissant aux messages qu'envoient la lumière, la chaleur, les frottements.

Ils peuvent alors spontanément modifier leur couleur, leurs propriétés thermiques, diffuser des odeurs, former des barrières anti-pollution ou anti-

bactériens, produire des effets de massages et pourquoi pas, de relaxation voir guérison...

Grâce aux micro-capteurs qui se trouvent dans les tissus, un médecin peut alors suivre les paramètres biologiques de son patient lors de son jogging, les entraîneurs mesurer les performances des sportifs, un fabricant de vêtements suivre l'évolution de ses stocks et fidéliser sa clientèle en repérant ses habitudes d'achat etc.

En matière militaire on imagine bien l'intérêt de tels matériaux capables de se modifier au contact de leur environnement, ce qui facilite grandement les techniques de camouflage.

L'élaboration de textiles intelligents est présentée comme pouvant permettre aux pays hautement industrialisés de maintenir un secteur textile face à la concurrence internationale. Ainsi, cité par *The Economist*, le doyen de « l'Institut des textiles » de Philadelphie M. David Brookstein observait que (dans ce secteur) « *la force de l'Amérique et de l'Europe résidait dans la propriété intellectuelle. Nous ne pouvons plus fabriquer de textiles, mais nous pouvons produire des idées*¹⁵ ».

Les progrès combinés de la chimie, des biotechnologies et des nanotechnologies ouvrent la voie des matériaux intelligents dont les applications ne font que commencer. L'intégration et l'interaction de plus en plus fines des matériaux à leur environnement, à commencer par l'homme, pose bien des questions : arriverons-nous à l'homme bionique composé de matériaux artificiels directement intégrés aux tissus humains et qui amélioreront ses performances ?

Cette hypothèse de roman de science fiction n'est plus aujourd'hui tout à fait fantaisiste...

D - LA NÉCESSAIRE PLURIDISCIPLINARITÉ

La conception de matériaux intelligents découle pour beaucoup de l'observation des systèmes vivants et de la capacité croissante des hommes à les imiter et les reproduire dans d'autres fonctionnalités comme se loger, s'habiller, se soigner etc. de manière de plus en plus performante.

Le fil de la toile d'araignée, de par ses qualités extraordinaires, est un modèle pour les concepteurs de fils de même qu'avec leurs formes complexes les coquilles d'oursins sont une source précieuse d'inspiration pour les concepteurs de matériaux à haute performance.

L'accroissement des connaissances de ces phénomènes est donc primordial et implique l'association de plus en plus étroite entre les scientifiques relevant de disciplines aussi variées que la biologie, la chimie, la physique, les sciences des métaux etc. La progression des savoirs et des applications qui en découlent, ne peut désormais s'opérer que dans un cadre pluridisciplinaire.

¹⁵ « Clever Stuff » – *The Economist* 28 mars 2003.

III - DES ROBOTS À TOUT FAIRE

Les histoires de robots sont un vieux mythe de la littérature de science-fiction. Le cinéma nous a familiarisé avec un monde de robots imaginaires. Le sympathique robot D2R2 de « *La guerre des étoiles* » reste dans toutes les mémoires. Ce mot de « robot » a été inventé en 1921 par l'écrivain tchèque Karel Capek pour les besoins de sa pièce de théâtre RUR (*Rossum's Universal Robots*). Robota, en tchèque, signifie corvée, travail obligatoire. Avec RUR, Karel Capek met en scène le mythe du robot qui cherche à détrôner l'homme en commençant par prendre la place des ouvriers dans les usines. En voici un extrait :

« *Les bureaux de la direction des usines RUR. Par les fenêtres on voit les bâtiments des usines alignés à l'infini.*

- *Venez voir. Que voyez-vous ?*
- *Des maçons*
- *Ce sont des robots. Tous nos ouvriers sont des robots. Et là-bas que voyez-vous ?*
- *Un bureau*
- *C'est la comptabilité. Et là...*
- *Et là il y a beaucoup d'employés*
- *Ce sont des robots. Tous nos employés sont des robots. Quand vous verrez les ateliers... On entend les sirènes de l'usine.*
- *Il est midi. Les robots ne savent pas à quel moment on doit arrêter de travailler ? A deux heures, je vous montrerai les pétrins.*
- *Quels pétrins ?*
- *Les cuves où est malaxée la pâte pour mille robots à la fois. Puis il y a les pétrins à foie, à cerveau etc. Je vous montrerai aussi l'atelier des os. Et la filature*
- *Quelle filature ?*
- *La filature des nerfs. Des veines. La filature où on déroule des kilomètres et des kilomètres de tube digestif. Puis cela passe aux ateliers d'assemblage (...) . Ensuite le produit va aux séchoirs et au dépôt où on le laisse travailler.*
- *Comment ? Ils travaillent déjà au dépôt ?*
- *Non, je me suis mal exprimé... Ils travaillent comme travaille le bois de nouveaux meubles, par exemple. Ils s'habituent à leur existence (...) Vous comprenez, il faut laisser un peu de temps à leur évolution naturelle. Et en attendant, on les charge.*
- *Comment ça ?*

- *C'est la même chose que l'école chez les humains. Ils apprennent à parler, à écrire, à calculer. Comme ils ont une mémoire sans faille, vous pouvez leur lire vingt volumes d'une encyclopédie et ils répéteront tout dans le même ordre. Mais ils n'inventent jamais rien. Ensuite, se font le tri et l'expédition. Quinze mille pièces par jour, si je ne compte pas un petit pourcentage d'exemplaires défectueux qu'on envoie à la casse... ».*

Cette vision du robot anthropomorphe fabriqué à la chaîne restera du domaine de la science-fiction. En revanche, l'utilisation de machines robotisées, programmées pour accomplir des gestes, des mouvements, des actions est bien entrée dans le réel de l'acte productif.

A - DU ROBOT INDUSTRIEL...

Les premiers robots sont issus de deux concepts techniques complémentaires : d'une part les systèmes de télé-manipulation, en interaction permanente avec l'homme et d'autre part, les robots manipulateurs, outils programmés par l'homme et fonctionnant de façon indépendante de celui-ci.

Les premiers télémanipulateurs qui permettent à l'homme de manipuler à distance des objets par l'intermédiaire d'un système électromécanique ont été conçus après la seconde guerre mondiale pour répondre aux besoins de l'industrie nucléaire. Il s'agissait de systèmes simples composés d'un bras-maître avec une poignée et d'un bras manipulateur muni d'une pince, reliés par des câbles et des poulies. La vision de l'espace de travail était directe, à travers un hublot protecteur. Les limites de la liaison purement mécanique sont apparues avec le besoin de prendre en compte l'existence d'une distance entre l'espace où se trouve l'opérateur et celui où l'on doit intervenir. En 1954 a été mis au point le premier télémanipulateur à articulations motorisées électriquement. L'idée de rendre les manipulateurs plus polyvalents a abouti au concept de robot manipulateur industriel développé entre les années 1950 et 1960. C'est à cette époque qu'est installé aux Etats-Unis le premier robot industriel programmable pour la manipulation des pièces de fonderie dans la production automobile. D'emblée, cette industrie s'est imposée comme le principal client de la robotique, suivie plus tard par celles de l'électroménager et l'électronique grand public, s'élargissant enfin vers l'ensemble du secteur de la mécanique, des fonderies aux constructions navales. Les fonctions remplies étaient alors principalement la soudure par point, l'assemblage simple et, plus tard, la peinture et la finition.

L'apparition de l'ordinateur a permis de passer d'une programmation rustique à des techniques plus évoluées. Parallèlement, les progrès en matière de technologie de capteurs ont permis aux robots de disposer d'outils de perception de leur environnement ou de mesure de la qualité d'accomplissement de leur tâche. Côté télémanipulation, l'intégration de fonctions plus avancées, par exemple de locomotion, de perception ou de décision, a permis une évolution

progressive vers la télé-opération. Cet accomplissement à distance de tâches complexes nécessitant des déplacements, des mesures, ainsi que l'utilisation d'outils ou de dispositifs particuliers a ouvert de nouveaux champs d'application : domaine sous-marin et spatial, aide aux handicapés, interventions et services. L'intégration d'ordinateurs a permis de mettre en place un partage des tâches de contrôle, de perception et de décision entre l'homme et la machine, améliorant de la sorte l'efficacité globale du système.

B - ...AU ROBOT MOBILE

Les années 1980 ont vu se développer de façon significative les robots mobiles. Depuis Shakey, le premier robot du *Stanford Research Institut* (Californie) conçu en 1973 qui mettait des heures à calculer un plan de déplacement, les réalisations se sont multipliées. Les robots à roues, à chenilles ou à pattes ont été progressivement capables de se localiser, de reconnaître un environnement simple et de planifier des trajectoires. Beaucoup de ces systèmes étaient des prototypes spécifiques comme les robots utilisés pour l'exploration des planètes ou des fonds sous-marins, les robots d'intervention en site contaminé ou les robots de service en hôpital. Quelques vraies applications industrielles commencent à se développer avec les robots de nettoyage pour les couloirs du métro par exemple.

Bien que la robotique industrielle classique continue à se développer, c'est la robotique non manufacturière qui connaît la plus grande expansion. Les trois domaines classiques d'exploitation des robots non manufacturiers sont le nucléaire, le spatial et le sous-marin :

- le nucléaire est un grand utilisateur pour la maintenance, le démantèlement d'installations, la décontamination, l'inspection et éventuellement l'intervention en cas d'incident ;
- la robotique spatiale a vraiment progressé dans les années 1980 grâce au bras équipant la navette spatiale américaine et utilisé pour agripper les satellites à dépanner. Après une période où l'on a privilégié l'option des vols habités, la robotique est revenue en force avec l'exploration martienne. L'assemblage de stations orbitales est également une application envisagée ;
- dans le domaine sous-marin, la variété des applications s'étend de la recherche océanographique fondamentale à l'ingénierie. On peut citer l'inspection de structures artificielles immergées comme les pipelines, plates-formes, la cartographie des fonds sous-marins, l'inspection d'épaves comme celles du *Titanic* ou de l'*Erika*, l'observation de la faune, de la flore, l'étude de la géologie.

Avec des succès inégaux, de nombreux autres secteurs sont concernés par la robotique : l'agriculture avec quelques prototypes de robots cueilleurs de fruits, planteurs, tondeurs de pelouse, vendangeurs ou moissonneurs, l'exploitation forestière avec des machines à pattes, la sécurité civile avec les

robots démineurs. La robotique concerne également les robots de surveillance en raffinerie, sans oublier le bâtiment, l'exploitation minière, la desserte de stations scientifiques en Antarctique, l'exploration de volcans, les activités ludiques et artistiques.

C - LES ROBOTS AU SERVICE DE LA SANTÉ ET DES TRANSPORTS

L'un des secteurs les plus innovants de la robotique est certainement celui de la microrobotique qui implique, du fait du changement d'échelle, l'utilisation de technologies nouvelles. La miniaturisation des systèmes s'appuie sur des matériaux intelligents, à mémoire de forme, des polymères ioniques, etc. Les fonctions mécaniques des microrobots n'utilisent plus des mécanismes mais des structures déformables sous l'action d'actionneurs répartis. Enfin la commande de ces dispositifs distribués doit être intégrée selon les procédés de la microélectronique. Les deux domaines qui bénéficient de façon la plus significative des progrès de la robotique depuis la fin des années 1990 sont la santé et les transports.

Le monde de la santé sera au cours du XXI^{ème} siècle l'un des principaux utilisateurs des techniques de robotique, depuis la microrobotique jusqu'aux manipulateurs de grande échelle. Des robots permettent déjà de positionner dans l'espace des capteurs d'échographie ou les patients eux-mêmes pour les examens. Dans les hôpitaux des prototypes de robots mobiles circulent dans les couloirs et les chambres pour livrer des médicaments et plateaux-repas. Dans certains laboratoires, on étudie des déambulateurs actifs ou des robots pour l'aide à la rééducation fonctionnelle. Des robots d'usinage spécifique, couplés à des systèmes de mesure en trois dimensions peuvent aider à la réalisation de prothèses dentaires.

Les applications les plus impressionnantes sont certainement celles de la chirurgie. Plusieurs types de chirurgie comme la neurochirurgie, l'orthopédie, la microchirurgie, la chirurgie cardiaque bénéficient de l'apport de la robotique. Concrètement, la chirurgie robotisée couvre toute la procédure opératoire depuis l'acquisition et le traitement des données jusqu'au contrôle post-opératoire. En phase préparatoire, il s'agit de modéliser les organes visés par l'intervention. Les structures anatomiques mises en évidence par l'imagerie médicale (IRM, scanner, échographie...) sont utilisées lors de la préparation du planning opératoire et sa simulation. Ce planning est ensuite mis en correspondance avec le patient au bloc, en phase préopératoire. Le système robotique peut alors fournir une aide active en guidant et en contraignant les mouvements du chirurgien pour la réalisation précise de la procédure planifiée dans le cas de robots porteurs de guide d'aiguille à biopsie en neurochirurgie par exemple. Dans certains cas, le robot peut agir de façon autonome pour réaliser tout ou partie de la procédure opératoire envisagée. Il existe, ainsi, des robots actifs réalisant le fraisage du fémur lors de la pose de prothèse de hanche. Dans le cas des robots chirurgicaux télé-opérés, le chirurgien, à partir d'une console, dispose d'une vision agrandie de l'organe à opérer. Les mouvements du chirurgien sont

filtrés, réduits et transférés au robot distant qui réalise le geste chirurgical pour faire un pontage en chirurgie cardiaque par exemple. Au delà des robots médicaux invasifs actuels, des microrobots permettront dans le futur de traiter des lésions en opérant sans inciser le patient.

La robotique progresse aussi dans le domaine des transports avec le développement de véhicules automatiques. Les recherches en assistance à la conduite, incluant une automatisation partielle de celle-ci, utilisent largement les résultats des travaux en localisation, évitement d'obstacles, planification de mouvement, effectués en robotique automobile. Les constructeurs et équipementiers automobiles investissent de façon significative dans ce domaine (cf. supra).

D - VERS L'AVÈNEMENT DES ROBOTS « SOCIAUX »

Dans les années à venir, les robots devraient gagner en autonomie. Ils se déplaceront dans les lieux publics, comme un robot guide de musée ou chien d'aveugle. Des interactions plus fortes se produiront pour les robots destinés à des applications de service direct aux humains, comme l'aide à domicile de personnes âgées ou handicapées. Au Japon, on cherche à progresser sur la voie de l'humanoïde polyvalent, dont l'acceptabilité passerait par la familiarisation avec des robots « animaux de compagnie » tel le chien « *Aibo* » de Sony, commercialisé à la fin de 1999. En Occident, les chercheurs sont essentiellement guidés par des objectifs utilitaires spécifiques.

Technologiquement, la robotique va continuer à intégrer les progrès de l'informatique et, en premier lieu, bénéficier d'algorithmes de plus en plus complexes exécutables en temps réel. Via les techniques d'accès sans fil aux réseaux, les robots seront en interaction avec les systèmes d'information de leur environnement. Dans le cas de l'hôpital par exemple, le robot de service pourra prendre en compte immédiatement les évolutions associées à chaque patient. Plus largement, un couplage avec de futurs agents intelligents sur Internet permettra par exemple à un robot « de compagnie » d'être aussi une interface pour accéder aux connaissances réparties dans le monde entier. D'un point de vue architectural, les robots bénéficieront d'une structure modulaire : composants mécatroniques, capteurs intelligents et microcontrôleurs sur un réseau interne à haut débit. La standardisation de ces éléments sera un facteur de fiabilité et de baisse des coûts. Un problème technologique majeur reste cependant à résoudre : le stockage de l'énergie pour les robots mobiles. Des progrès décisifs restent à accomplir pour aboutir à des batteries plus légères et moins encombrantes. Les modes de programmation des robots du futur devront aussi évoluer car il sera impossible d'explicitier tout ce qui intervient dans la tâche assignée. Ce besoin de spécifier à un robot ce qu'il doit faire plutôt que comment le faire est à l'origine d'un foisonnement dans la recherche en intelligence artificielle. A partir d'un constat des limites actuelles de la modélisation formelle, sont proposés depuis quelques années de nouveaux paradigmes comme celui de l'intelligence collective pouvant émerger dans un

ensemble de robots simples en forte interaction. Pour les mêmes raisons de difficultés de modélisation, se développent également des techniques dites d'apprentissage, par exemple à partir de réseaux de neurones.

Malgré les pas de géants accomplis par les roboticiens en l'espace de cinquante ans, on est encore très loin de la prise de pouvoir des robots sur l'acte productif comme se plaisait à l'imaginer Karel Capek. Cependant, la réflexion sur l'installation de robots dans l'acte productif est naturellement fertile au regard de l'asservissement de cet acte à des protocoles précis qui concernent aussi les opérateurs.

IV - AU CŒUR DE LA VIE

A - L'IRRUPTION DES BIOTECHNOLOGIES DANS LE QUOTIDIEN

Historiquement, le phénomène est moins nouveau qu'il y paraît, car les techniques biologiques appliquées à l'alimentation sont aussi anciennes que la pratique de la culture et l'élevage. La sélection des espèces végétales ou animales, en fonction de leur rendement ou de leur adaptation à un environnement climatique particulier, relève d'un savoir expérimental aussi remarquable qu'immémorial. Moins ancienne sans doute, mais multimillénaire tout de même, est la technique de la fermentation pour produire et conserver aliments et boissons. L'emploi de la levure pour produire la bière ou le pain constitue une des plus anciennes formes artisanales de bioindustrie.

Ce qui est manifestement plus nouveau, réside dans le surcroît formidable de capacité d'action donné à l'homme par les sciences biologiques modernes : hier, par la microbiologie et la découverte des vaccins qui ont permis de faire reculer de façon décisive la plupart des grandes maladies infectieuses ; aujourd'hui, par les progrès remarquables de la génétique et de ses applications dont l'accélération introduit une véritable rupture par rapport aux époques antérieures.

Les techniques de base du génie génétique ont été découvertes dès les années 1970. Les chercheurs ont appris très vite comment isoler un gène ou un fragment de gène en sectionnant la séquence d'ADN avec les ciseaux chimiques que constituent les enzymes de restriction. Ils ont également appris à le synthétiser à partir de ses composants chimiques, à le multiplier pour pouvoir l'étudier, à l'introduire dans un être vivant soit par utilisation d'un vecteur qui peut notamment être un virus rendu inoffensif et transformé en « cheval de Troie », soit directement par transfert d'ADN « nu ». Des efforts considérables ont été accomplis dans l'amélioration des techniques afin de les rendre plus précises, plus rapides, plus faciles à mettre en œuvre grâce à la robotisation et à l'informatisation et pour étendre leur domaine d'application. C'est ainsi que le transfert des gènes, d'abord limité aux bactéries, s'est opéré sur des êtres vivants de plus en plus complexes. On a cherché de plus en plus à utiliser des vecteurs à la fois inoffensifs, n'entraînant pas d'effets secondaires et spécifiques, c'est-à-

dire capables d'atteindre de façon sélective la seule zone désignée. Enfin, la technique de marquage radioactif des gènes transférés, associée aux appareils d'imagerie médicale a permis de suivre leur cheminement et leur localisation au sein de l'organisme.

L'essor de la biologie moléculaire, symbolisé par la découverte de la double hélice de l'ADN en 1953 et celui des biotechnologies qui l'a suivi, datent de moins d'un demi-siècle. On peut considérer que l'alphabet de l'hérédité est connu depuis que l'on sait lire l'ADN et que le code génétique est déchiffré. On commence à lire la bibliothèque, c'est à dire le génome des différentes espèces et sa traduction fonctionnelle en protéines. On peut dire que la biologie du XX^{ème} siècle aura été celle de l'unification du vivant au travers de l'identification de ce qui, via les acides nucléiques, constitue sa trame. Cette nouvelle lecture est venue conforter les frontières séculaires établies par les hommes entre le végétal et l'animal, le paradoxe voulant que ces mêmes découvertes permettent la violation des frontières avec la création de plantes et d'animaux transgéniques.

Pour le XXI^{ème} siècle, beaucoup est à attendre de l'exploitation de la connaissance du génome pour une meilleure compréhension du développement de l'être vivant. L'homme dans sa dimension organique est, comme tout être vivant, programmé. La programmation de la croissance depuis la cellule germinale jusqu'à l'être vivant achevé et la différenciation cellulaire qui l'accompagne, sont inscrites dans les gènes. C'est également à travers l'expression de ses gènes qu'est assurée la régulation des grandes fonctions vitales de l'homme, la réparation des dommages subis par son organisme, la défense contre les agressions infectieuses.

Il est difficile d'anticiper quels seront tous les domaines d'application des progrès de la biologie moléculaire et des biotechnologies. Celles-ci sont d'ores et déjà entrées dans l'ère des applications à grande échelle en particulier dans le domaine de la santé humaine. En attendant que se concrétisent les espoirs mis dans la thérapie génique, l'apport des biotechnologies à la thérapeutique est déjà très important pour la production de substances à usage médical.

L'autre champ d'application majeur des biotechnologies est celui de l'agriculture et de l'élevage. Les motivations qui inspirent le développement des biotechnologies dans le domaine agricole sont, pour une part importante, les mêmes que celles qui sont depuis l'origine les moteurs du progrès agronomique : amélioration des rendements, de la résistance aux agressions de toute nature (insectes, parasites, mais aussi herbicides, pesticides), optimisation de l'adaptation des plantes à des environnements difficiles (excès de chaleur ou de sécheresse, salinité des sols).

A un degré moindre, les biotechnologies sont également mises en œuvre pour la production de certaines substances destinées à la chimie ou à l'industrie agroalimentaire (produits sucrants, arômes et additifs alimentaires). Dans le domaine industriel, les progrès du génie génétique permettront de créer des micro-organismes reconstitués dotés d'activités spécifiques encore mieux

adaptées aux processus industriels en cause. C'est ainsi que les propriétés des bactéries dites « extrémophiles », c'est-à-dire habituées à vivre dans des conditions extrêmes de température, de salinité ou d'acidité, pourront être utilisées par recombinaison génétique pour améliorer les capacités des enzymes employées en biochimie.

Parmi les domaines d'avenir, la contribution des biotechnologies à la protection de l'environnement et au traitement des déchets s'avère très prometteuse. L'utilisation de micro-organismes naturels est déjà largement répandue pour l'épuration des eaux usées. L'utilisation de bactéries génétiquement modifiées permettrait de remplir la même fonction dans des conditions plus performantes, par exemple d'éliminer spécifiquement, à la demande, un polluant précis. Le cas des métaux lourds (mercure, plomb, nickel) par exemple est illustratif, puisque des végétaux capables de fixer et de concentrer les résidus ont été identifiés. Leurs performances pourraient être améliorées par le génie génétique.

B - DE LA GÉNOMIQUE À LA PROTÉOMIQUE : LA TRAQUE À L'INFINIMENT PETIT

L'élucidation des composants de la matière et des organismes vivants résulte de l'incessante traque à l'infiniment petit pour en connaître les propriétés. Cette traque, apanage de l'être humain, ne cesse de dévoiler ce que l'entendement d'hier n'aurait su envisager. La preuve de cette incapacité à envisager est donnée par le vocabulaire lui-même frappé d'obsolescence. Entre autres ici, le terme « atome » qui en grec signifie « insécable » ne vaut plus pareillement puisque les chercheurs ont cassé l'atome pour dévoiler plus petit. Élémentaire de la physique du début du XX^{ème} siècle, l'atome a cédé la place au quark. Particule élémentaire du physicien d'aujourd'hui, le quark a dix ordres de grandeur inférieur à l'atome. Prudents et modestes, les physiciens se méfient des notions d'ultime composant élémentaire, car plus élémentaire pourra peut-être être dévoilé par l'investigation scientifique. Ce faisant, c'est le pari sur le caractère inépuisable de la matière qui est fait.

Ainsi ce que les scientifiques discutent, en termes ésotériques pour le profane, entre avec délai dans la préoccupation commune, un jour ou l'autre. Cela s'est produit avec les concepts du transistor et de l'informatique, l'exploration de la matière met en jeu les concepts les plus fondamentaux de la physique.

Quitter le domaine de l'atome et de la physique pour celui du vivant illustre pareillement l'impossible atteinte de « l'insécabilité » absolue. Là aussi la frontière s'éloigne comme l'horizon de la terre pour le marcheur. Le travail des scientifiques en est la cause par cette règle qui veut que toute élucidation est provisoire et ouvre à l'attaque de la résistance de ce qui reste obscur. A titre d'exemple, l'aventure du séquençage du génome peut servir d'illustration. A certains, l'exploration du génome humain devait livrer le secret de la vie. Or l'état actuel du savoir prouve qu'il n'en est rien. Sur le point intéressant ici, le

gène peut être assimilable à l'atome dans la définition qu'en donnaient les Grecs « insécable ». Or, à peine achevé, le séquençage des gènes révèle ses limites. Il ne livre pas les clés du fonctionnement d'un organisme vivant car les gènes ont pour unique fonction de « guider » la synthèse de protéines. Autrement dit, pour bien comprendre le rôle des gènes, et donc leurs différentes implications, dans les maladies par exemple, il faut étudier les protéines qu'ils produisent. Ce sont elles qui forment la charpente physique des organismes vivants et qui leur permettent de fonctionner. Elles remplissent quantité d'activités à l'intérieur et hors des cellules ; elles servent ainsi de messagers lorsqu'elles sont circulantes comme les hormones et elles participent même à l'expression des gènes. Bref, elles sont totalement impliquées dans le fonctionnement, qu'il soit normal ou pathologique, des êtres vivants.

C'est ainsi qu'après la « génomique » place à la protéomique qui consiste à cataloguer et analyser l'ensemble des protéines - ou protéome - d'une cellule, d'un tissu, voire d'un organisme. A première vue, pour les protéines de l'homme, la tâche semble d'une ampleur phénoménale : si le nombre de nos gènes se situe entre 30 000 et 50 000, celui de nos protéines est bien plus élevé. Le chiffre d'environ 100 000 protéines distinctes est avancé, certaines sont toutes petites, alors que d'autres sont géantes et deux cents fois plus lourdes.

La protéomique entend cataloguer, caractériser et quantifier ces protéines, mais aussi déterminer leur localisation, leurs modifications, leurs interactions, identifier leur rôle fonctionnel et comparer leurs variations sous différentes conditions, par exemple dans un organe sain versus le même organe malade, le tout étant réalisé à grande échelle et de manière automatisée.

On attend des études à venir, outre un afflux de connaissances fondamentales sur le fonctionnement des organismes vivants, toutes sortes d'applications, notamment en médecine humaine ; par exemple, trouver en quelques heures des « profils » protéiques (nombre, qualité et fonction des protéines exprimées) caractéristiques de la transformation cancéreuse d'un tissu ou de l'apparition d'une autre maladie, ou bien encore élucider les mécanismes de toxicité de certains médicaments. Un programme spécifique a été créé en février 2001 : le programme HUPO (*Human proteome organization*). Soulignons, enfin, que l'identification des protéines pour leur utilisation à des fins pratiques autorise la brevetabilité des découvertes.

C - LE GÉNIE GÉNÉTIQUE : UNE NOUVELLE « USINE THÉRAPEUTIQUE »

Le premier médicament issu des biotechnologies arrivé sur le marché américain au début des années 1980 a été l'insuline humaine recombinante pour le traitement du diabète. Depuis lors, la FDA (*Food and Drug Administration*) a enregistré plus de 95 médicaments et vaccins. En Europe, l'agence européenne du médicament compte plus de 60 produits médicaux dérivés des biotechnologies. Certains sont devenus de véritables succès commerciaux. L'érythropoïétine utilisée contre le déficit de globules rouges responsable de

l'anémie a réalisé un chiffre d'affaires de 4,1 milliards de dollars en 2000. Son équivalent pour les globules blancs affiche un chiffre d'affaires de 1,5 milliard de dollars. Les vaccins contre les hépatites A et B génèrent quant à eux plus de 1 milliard de dollars de chiffre d'affaires par an. Ces produits font partie de la première génération de médicaments « biotech » nés entre 1985 et 1995. On y trouve l'interféron alpha prescrit dans de nombreuses indications dont les hépatites, l'interféron beta contre la sclérose en plaques, des interleukines pour le traitement de certains cancers... Ces protéines, appelées « protéines recombinantes » sont obtenues par génie génétique : le gène d'une protéine naturelle est modifié et introduit dans un organisme hôte, par exemple une bactérie, pour lui faire produire une protéine modifiée (recombinante) utilisée comme médicament. L'ensemble de ces molécules a généré un chiffre d'affaires de plus de 16 milliards d'euros ou de dollars en 2000.

La deuxième génération de produits pharmaceutiques « biotech » est celle des anticorps monoclonaux. Les premiers anticorps, mis au point dans les années 1980 avaient été un échec en raison d'un fréquent phénomène de rejet de la part des patients. Depuis on a appris à faire des anticorps bien tolérés. Le *ReoPro* de *Centocor* et *Eli Lilly*, utilisé contre certaines complications des maladies coronaires a atteint un chiffre d'affaires de 341 millions de dollars en 2000. Le *Rituxan* mis au point par *Idex*, *Genentech* et *Roche* utilisé pour le traitement des lymphomes a réalisé 524 millions de dollars en 2000. *l'Enbrel* du laboratoire *Immunex* utilisé contre l'arthrite rhumatoïde a réalisé quant à lui un chiffre d'affaires de 165 millions de dollars pour le seul premier semestre 2001. Une centaine d'autres anticorps monoclonaux sont actuellement en développement clinique. On estime que 50 % des médicaments soumis actuellement aux autorités réglementaires sont issus des biotechnologies.

Pour soigner les maladies qui représentent aujourd'hui les plus forts taux de croissance comme les cancers, les maladies cardio-vasculaires, celles du métabolisme et du système nerveux central, on s'achemine vers une troisième génération de produits, guidée par les progrès de la génomique et de la protéomique qui est l'étude du rôle des protéines qui forment l'ADN dans la machinerie humaine. Les espoirs fondés sur cette troisième génération de produits reposent sur les avancées permises par le décryptage du génome. En connaissant les mécanismes moléculaires du métabolisme et des maladies, on devrait pouvoir sélectionner les médicaments capables d'intervenir directement sur les protéines régulant l'expression des gènes. On prévoit même d'adapter les traitements en fonction du profil génétique de chaque individu, pour plus d'efficacité et moins d'effets secondaires. Ce nouvel univers thérapeutique est appelé « pharmacogénétique ». Mais il faudra encore attendre avant de parvenir à soigner avec la génétique. On entrevoit que le génome offre des ressources immenses, mais il faudra au préalable apprendre à connaître ses dédales pour pouvoir l'exploiter.

D - LES BIOPUCES : DES MACHINES À DÉCRYPTER L'ADN

L'ADN (acide désoxyribonucléique) est une molécule constituée de deux brins formant une double hélice. Ses quatre bases constitutives sont l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T). Chaque cellule de toutes les parties d'un organisme contient une copie du même ADN qui correspond à son génome. Celui de l'homme contient 3 milliards de paires de bases mises bout à bout en nombre et en ordre variable, découpées en 23 paires de chromosomes. Au même titre qu'une encyclopédie, le génome renferme l'intégralité des informations sur les caractéristiques biologiques d'un organisme, sur sa constitution et ses fonctions. Encore faut-il, pour pouvoir bénéficier de toutes ces connaissances, repérer les mots (les gènes ou fragments d'ADN les contenant) et leur emplacement dans chacun des tomes (les chromosomes), puis les orthographier un à un (identifier leur séquence, c'est à dire l'ordre des quatre bases). Ces opérations correspondent au séquençage de l'ADN, une première étape incontournable avant de procéder à la traduction des mots, au décodage du message contenu dans chacune des séquences d'ADN identifiées. Quant à la « faute de frappe » (une mutation), sa détection se révèle fort utile dès lors qu'elle peut modifier le sens d'un mot ou le rendre incompréhensible et conduire ainsi à un message déformé (une pathologie).

Déterminer le message de milliers de gènes, savoir comment ils fonctionnent selon les situations physiologiques, pouvoir les retrouver dans un génome est une entreprise délicate qui est réalisée par un outil miniature aux potentialités immenses : la biopuce. Une biopuce peut être comparée à une usine biologique miniature qui analyse simultanément des milliers de fragments d'ADN. Sur un support en silicium sont greffés des morceaux d'ADN dont la séquence et la localisation sont parfaitement connues. Chacune de ces séquences peut se coupler avec l'ADN complémentaire, contenu dans une solution comprenant l'ADN cellulaire dont on veut effectuer l'analyse. La présence du double brin formé par hybridation est ensuite détectée par un procédé optique ou électrique. Le cycle complet peut être réalisé en quelques heures. On reconnaît ainsi un matériel génétique significatif d'une mutation ou d'une susceptibilité à une maladie donnée. Ces biopuces utilisées actuellement à des fins de recherche pourront prochainement connaître des applications prometteuses dans le domaine du diagnostic médical. Cependant, l'obstacle à surmonter est de parvenir à produire à faible coût (une dizaine de dollars) des biopuces de faible densité, alors que celles fabriquées aujourd'hui pour les laboratoires de recherche sont des biopuces à haute densité, vendues plusieurs centaines de dollars l'unité. A plus long terme, on peut aussi envisager l'utilisation des biopuces pour la toxicogénomique qui essaye d'établir une corrélation entre une réaction à un toxique (une nouvelle molécule par exemple) et un changement dans le profil génétiques des cellules ou des tissus exposés. Une autre application potentielle est la pharmacogénomique qui cherche à établir un lien entre la réponse des patients à un médicament et leur profil génétique, ou encore le suivi des traitements dans le cas des maladies cancéreuses ou virales comme le sida.

E - DE LA SÉLECTION À LA RÉVOLUTION DE LA TRANSGÉNÈSE DANS LE DOMAINE AGRICOLE

Des plantes sans père (la gynogénèse), des plantes sans mère (l'androgénèse), des plantes sans père ni mère régénérées à partir de fragments (les protoplastes), des microboutures cultivées in vitro, telles sont les technologies qui ouvrent de nouveaux horizons à la sélection végétale en compléments des techniques traditionnelles par voie sexuée. La culture in vitro permet de multiplier à grande échelle un matériel qui existe en faible quantité, de conserver telle espèce rare ou en voie d'extinction, de débarrasser les plantes de virus, de créer de nouvelles plantes. Cette possibilité d'obtenir une plante entière à partir d'une seule cellule végétale a ouvert la voie à de nouvelles pratiques d'amélioration des plantes. La multiplication végétative in vitro, utilisant la faculté de bouturage des végétaux, permet de fabriquer plusieurs plantes identiques à partir d'un individu, la plante-mère. Cette méthode offre la possibilité de sélectionner les individus les plus performants pour les multiplier à volonté sans modification de leurs caractéristiques génétiques. Elle permet aussi des gains de temps (variables selon les espèces) dans la reproduction des plantes.

L'haplodiploïdisation est une technique qui permet de produire des plantes parfaitement homozygotes, c'est-à-dire possédant des chromosomes provenant uniquement des organes mâles ou femelles, alors qu'une plante obtenue par fécondation possède habituellement des chromosomes à la fois mâles et femelles. L'haplodiploïdisation offre un gain de temps important dans la mise au point de lignée par rapport à la méthode classique. Elle permet de créer des variétés et des lignées hybrides et donne naissance, à terme, à des plantes plus faciles à manipuler.

L'intérêt de cette méthode est d'être peu coûteuse, mais son usage est pour l'instant limité à quelques espèces.

Cependant, la transgénèse apporte une véritable révolution par rapport aux méthodes classiques des biotechnologies appliquées à l'agriculture. Elle permet non seulement de régénérer des plants dont la qualité se détériore avec le temps, mais de modifier le patrimoine génétique d'un végétal ou d'un animal et l'adapter aux besoins du producteur en lui intégrant un ou plusieurs gènes. Le gène introduit dans le patrimoine génétique fait exprimer par l'organisme transgénique la protéine recherchée. Les perspectives d'applications de la transgénèse sont extrêmement variées :

- protéger l'organisme contre un prédateur ou contre un insecticide ou herbicide et assurer son développement malgré la présence du prédateur ou de l'herbicide ;
- intégrer au patrimoine d'une plante un gène codant pour une protéine toxique d'un ravageur (insecte par exemple) ;

- transformer un organisme pour modifier son fonctionnement permettant ainsi par exemple :
 - d'obtenir du riz susceptible de prévenir les carences en vitamine A dans les pays en développement ;
 - de produire un animal moins gras, digérant mieux, résistant au froid ;
 - de mettre au point des végétaux nécessitant moins d'eau, mûrissant plus lentement ou plus vite, conservant leur aspect plus longtemps ;
 - d'améliorer le goût d'un fruit, sa durée de fraîcheur ;
 - de rendre une plante plus digeste ou efficace pour l'alimentation animale ou humaine ;
 - de faire produire une substance nouvelle ou de meilleure qualité par un animal ou un végétal, telle l'hémoglobine humaine dans du tabac ou du lait de vache.

Avec la transgénèse, on passe de la sélection variétale à la construction d'un OGM dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne se produit pas naturellement par multiplication et/ou recombinaison naturelle. Il s'agit d'une véritable création variétale. L'OGM peut être un microorganisme, une plante, un animal.

Le clonage complète la transgénèse. En matière végétale, c'est un procédé classique de culture. En revanche, en matière animale, c'est une innovation, car la reproduction sexuée, hors le cas des jumeaux homozygotes, entraîne toujours un brassage génétique entre les gènes des parents, et chaque individu est génétiquement unique. Les clones ayant le même patrimoine génétique offrent un intérêt en matière de production agricole pour la stabilité de la matière première. Ils permettent aussi de préserver un capital génétique en le reproduisant à l'identique. Combiné avec la transgénèse, le clonage animal offre des perspectives pour l'élevage, en particulier la mise au point d'animaleries transgéniques dont l'expérimentation médicale a besoin. Cette technique est également susceptible de sauver ou développer des espèces menacées et de favoriser ainsi la biodiversité.

La sélection assistée par la connaissance des génomes permet, en élevage, de sélectionner des bêtes selon leur caractéristiques génétiques précises, pour les produire ensuite par procédé classique de croisement ou pour repérer et écarter des dispositions génétiques pathologiques.

On attend de ces techniques un accroissement des bénéfices, des gains en qualité, en rendement, en temps, de nouveaux produits, une économie de moyens (moins de traitements) ou encore des effets bénéfiques sur l'environnement (moins d'insecticides, de traitements chimiques, d'effluents) et une diversification de la ressource agricole. Si ces produits sont actuellement surtout modifiés pour faciliter la culture ou l'élevage, les laboratoires cherchent aussi à mettre au point des OGM aux qualités susceptibles de séduire le consommateur.

F - LE VIVANT, NOUVEAU CARBURANT DE L'INDUSTRIE

L'industrie humaine a, de tout temps, exploité les caractéristiques des organismes vivants (bois, fibres et sucres végétaux, graisses animales...). La révolution de la chimie au XIX^{ème} siècle a permis d'obtenir les mêmes fonctionnalités à partir d'autres matériaux en fractionnant les molécules du pétrole et du charbon, c'est-à-dire de matériaux vivants réduits par le temps à l'état de fossiles. A l'aube du XXI^{ème} siècle, les progrès obtenus dans l'ingénierie à l'échelle nanométrique des organismes vivants permettent d'extraire la même brique de base, la molécule de carbone et de la transformer, comme le fait la pétrochimie, en lessives, textiles, plastiques, carburants, etc., tout en réduisant l'impact sur l'environnement.

Les grands domaines d'application des biotechnologies concernent le remplacement des matières premières d'origine fossile d'une part, et le remplacement de procédés chimiques par des bioprocédés d'autre part. Dans le premier cas figurent les biocarburants destinés à remplacer l'essence et le fioul. Les plastiques représentent l'autre grand domaine où les matériaux issus de la pétrochimie peuvent être remplacés par des bioproduits. *The US Biomass R&D Board* estime ainsi à 500 millions de tonnes sur 40 milliards de tonnes de matières plastiques, la production mondiale actuelle de bioplastiques. Les coûts de production les cantonnent encore à des applications très spécifiques, infaisables ou trop coûteuses pour la chimie traditionnelle. Cependant, *Cargill Dow* a ouvert en janvier 2002 une gigantesque « bioraffinerie » capable de produire 140 000 tonnes de PLA (polylactides) fabriquées à partir de sucres végétaux issus de l'amidon de maïs, et destinées au marché des plastiques d'emballage.

Un publicitaire avait popularisé, voici une vingtaine d'années l'existence des enzymes « gloutons », (sic) présentées comme des dévoreuses de saleté. Mais les enzymes ne servent pas uniquement, et loin de là, à augmenter le pouvoir détergent des lessives. Cette propriété de biocatalyse des enzymes a permis à la société *Genecor* de mettre au point une enzyme qui donne aux jeans leur aspect délavé, alors que l'industrie utilisait jusque-là un effet d'usure mécanique obtenu à partir de pierres volcaniques avec lesquelles les pantalons devaient tourner en machine pendant des heures avant d'obtenir l'effet désiré. Avec 3 400 brevets et licences, *Genecor* est l'un des leaders mondiaux des technologies de l'interface entre biologie et industrie. Outre les détergents, l'entreprise travaille sur les enzymes de fabrication des biocarburants pour le gouvernement américain, de la vitamine C pour *Eastman Chemical*, de polyester biologique avec *DuPont*, de sucres pour les fabricants de sodas. L'entreprise travaille également la mise au point d'enzymes de fabrication de protéines hypoallergéniques pour s'ouvrir le champ de la cosmétique, de l'hygiène du corps, mais aussi de l'industrie pharmaceutique.

Au-delà du remplacement des matériaux, ce sont les procédés de fabrication eux-mêmes qui peuvent être bouleversés par les nouvelles méthodes d'ingénierie du vivant. Certaines de ces méthodes qui utilisent des bactéries ou des enzymes pour obtenir une fermentation ou une catalyse, sont aussi vieilles que la bière, le pain ou les détergents. La connaissance de plus en plus fine du comportement des micro-organismes et des fonctionnalités des protéines permet de mieux repérer, provoquer, reproduire et contrôler les réactions recherchées : c'est la « biocatalyse », équivalent du « cracking » dans les raffineries de pétrole et les réacteurs chimiques, mais avec une consommation d'énergie moindre, une biodégradabilité supérieure, et surtout une matière première inépuisable. Une étude prospective de *McKinsey* rendue publique en septembre 2001 estime que 20 % du marché mondial des produits de base de l'industrie chimique (60 % pour la chimie fine) pourraient être remplacés par des bioproduits d'ici à 2010.

A ces méthodes traditionnelles, s'ajoutent les possibilités infinies de modification des paramètres du vivant grâce à la manipulation de l'ADN des micro-organismes utilisés. Les recherches s'orientent aujourd'hui vers le développement de biomatériaux alliant matières inertes et vivantes, l'état du premier étant modifié par les réactions du second aux modifications de son environnement. Les applications de ces polymères intelligents concernent notamment l'électronique, les testeurs et les capteurs. Ils permettent par exemple de capter ou obturer la lumière, retenir ou délivrer une protéine ou un courant électrique. On estime qu'il faudra une bonne dizaine d'années de développement avant la mise sur le marché de ces biocapteurs ou biosenseurs.

Mais il faudra du temps pour que l'analyse du comportement des organismes vivants débouche sur des applications moins onéreuses que les méthodes traditionnelles, afin que les biotechnologies deviennent une réalité économique rentable.

V - L'OMNIPRÉSENCE DES TIC

Le secteur des « TIC », des technologies de l'information et de la communication couvre plusieurs domaines. Les deux premiers : l'informatique et les télécommunications comprennent à la fois industries et services ; le troisième domaine : l'électronique est lui spécifiquement industriel ; le dernier (l'audiovisuel) est essentiellement orienté vers les services.

Cela dit, les TIC se distinguent par leur rôle catalyseur. A la différence des autres techniques incarnées dans des processus et des produits, les TIC travaillent l'immatériel. Leur matériau est constitué d'informations et de données comparables à une enzyme dans leur mode d'intervention. Par sa seule présence, l'enzyme déclenche une réaction qui n'altère pas sa substance. Il en va de même pour les données et informations qui ne se détériorent pas à l'usage. On peut même soutenir le paradoxe inverse concluant que données et informations s'enrichissent à l'usage. Cette fonction de catalyseur n'épuise pas les potentialités des TIC qui conditionnent l'accumulation de services.

Comme et peut-être plus que d'autres, l'univers des TIC ne cesse d'être travaillé par l'innovation. Cette dernière se déploie comme une réaction en chaîne, une innovation phagocytant l'autre, sans pour autant la frapper de caducité. C'est notamment cela qui explique l'interrogation du prix Nobel américain, Robert Solow, constatant que les comptes des entreprises et du pays ignoraient les TIC, alors que ces dernières conditionnent l'essentiel de l'accroissement de la productivité. La contribution des services et technologies de l'information et de la communication est aujourd'hui considérée comme déterminante de la croissance économique par l'importance de ses effets d'entraînement sur la modernisation, la productivité et la compétitivité, jusqu'à représenter 50 % des facteurs de croissance.

Naturellement, plus qu'ailleurs, le champ concerné ici est mondial. Cela rend utile un aperçu de données économiques sur le secteur des TIC, dans le prolongement d'un voyage au pays des télécommunications.

A - VOYAGE AU PAYS DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Emblématique de l'innovation est l'Internet surgi dans l'univers du travail et de l'activité productive il y a moins de dix ans.

L'Internet est le résultat de deux innovations technologiques majeures :

- la mise sur le marché à grande échelle du « micro ordinateur » qui a ouvert ainsi l'accès à l'informatique pour tous. Mis en réseaux, les micro-ordinateurs ont bénéficié du développement considérable de l'offre de services qu'ils ont « boostée ». Dans le même temps, les progrès accomplis dans l'ergonomie et la convivialité des outils a facilité l'usage de l'ordinateur par tout un chacun dans les différentes composantes de sa vie à des fins professionnelles, personnelles et familiales ;
- la mise en œuvre intensive des technologies numériques aux dépens des procédés analytiques. Une fois l'information codée en langage informatique binaire (avec une succession de deux valeurs 0/1) qui s'applique à tous types de signaux (texte, son, image), le signal numérique présente de nombreux atouts : une qualité irréprochable, une totale « inaltérabilité », une large possibilité de manipulation ou de retraitement, enfin, et non le moindre, une forte capacité de compression. Dès lors, les données « codées » peuvent être acheminées indistinctement d'un point du globe à l'autre étendant ainsi considérablement l'offre de services sur des canaux de diffusion à grands débits : câbles téléphoniques, réseaux hertziens locaux ou spatiaux.

Concrètement, le comité des politiques de l'information, de l'informatique et de la communication (PIIC) de l'OCDE a donné des TIC la définition suivante : « *ensemble des secteurs d'activités économiques qui contribuent à la visualisation, au traitement, au stockage et à la transmission de l'information* ».

par des moyens électroniques ». Cette définition est naturellement susceptible d'évoluer au fil du temps.

Notre assemblée consacrant un rapport particulier aux échanges numériques les développements que l'on lira ci-après ne prétendent évidemment pas épuiser l'ensemble du sujet¹⁶.

1. Les mutations dans les télécommunications : un processus lent

Les évolutions dans le domaine des télécommunications se font lentement, sur un cycle proche de celui des générations : de vingt à trente ans. Cette lenteur en contradiction bien souvent avec les discours enflammés développés à propos des technologies de l'information et de la communication, s'explique par différents facteurs spécifiques de l'activité économique de ce secteur. Les secteurs des télécommunications reposent à la fois sur une économie de réseaux et une économie de services.

- Les réseaux nécessitent de lourds investissements - l'OCDE évoque un montant total dans le monde pour l'année 1999 proche de 200 milliards de dollars - leur temps de retour est proche de celui de l'industrie lourde. Certes, les données de base de l'économie des télécommunications se sont radicalement transformées depuis une décennie mais elles se sont transformées essentiellement pour le secteur des services de télécommunications et non pour les réseaux eux-mêmes. Un des éléments d'explication de la crise actuelle de ce secteur est le coût élevé de déploiement des fibres optiques, pourtant révolutionnaires dans le gain de débit de transport de données, et donc dans la rapidité des services, gain néanmoins qu'il faut amortir sur de longues années.
- Les services de télécommunications fonctionnent naturellement sur le même schéma économique que les autres activités de service. Leur développement suppose dans bien des cas l'existence de marchés de masse. Plus encore, ces services transforment profondément l'organisation sociale et technique des secteurs concernés : par exemple modification de l'organisation de la production, des modes de commercialisation etc. L'acceptation, dans un premier temps, puis l'appropriation de ces services et de ces outils de communication supposent une transformation des habitudes et des usages, une transformation de l'organisation socio-économique des secteurs concernés. Ces transformations, même si elles sont rapidement intégrées par les « premiers adoptants », ne diffusent que lentement au sein de la société¹⁷. Peut-être est-il utile de rappeler ici que les créateurs

¹⁶ « *Les échanges électroniques : l'engagement de la France dans l'économie numérique* », rapporteur M. Martin Vial.

¹⁷ Selon l'OCDE, cependant, le nombre total d'abonnés aux réseaux et mobiles a presque doublé entre 1995 et 2000 : de 563 millions à plus de 1 milliard. Parallèlement le nombre d'hôtes internet serait passé de 5 millions en 1995 à plus de 110 millions début 2001, mais les taux de croissance varient de beaucoup d'un pays à l'autre.

de la téléphonie n'en surent configurer les usages. Ceux-ci ont été inventés par les usagers qui se sont emparés de la technique pour en faire ce qu'aucun ingénieur n'était en mesure de concevoir. Mais n'en est-il pas ainsi de toute technique nouvelle ?

L'histoire des télécommunications est riche d'enseignements sur le rythme de la diffusion des technologies : le téléphone en France ne s'est diffusé – un siècle après son invention – dans tous les foyers que grâce aux efforts importants et conjugués de la direction générale des télécommunications, et des collectivités territoriales, la première au niveau technique, les secondes au niveau financier, et ce durant la période d'application du septième plan (1975/1980) qui en avait fait une priorité.

Le minitel n'avait pas atteint 20 % de pénétration « active » des foyers avant qu'Internet ne vienne le concurrencer. Internet lui-même n'atteint que 25 % des foyers français. Il s'agit bien de raccordement effectif à la toile, l'usage lui-même est bien en deçà de ce pourcentage. Étudiée par le prisme des fonctionnalités mises en œuvre, la question de l'usage fait apparaître des populations d'usagers distribuées sur une palette des plus larges entre celui qui n'utilise que la messagerie et « l'accro » inventif.

L'innovation technique entraîne des mutations sociales, des nouveaux métiers. Cela suppose du temps et la mise en place d'organisations et la modification de pratiques.

En raison de ce rythme lent d'irrigation de l'innovation et tout particulièrement de la lenteur des transformations sociologiques que les outils de communication impliquent, ceux-ci et les techniques de communications qui seront intégrés dans les pratiques quotidiennes des années 2020 existent aujourd'hui dans les laboratoires. En effet, la recherche dans le domaine des « TIC » se poursuit à un rythme toujours soutenu.

2. Dissémination des outils et systèmes de communication

Cette dissémination aura des effets importants tous azimuts.

Si l'on considère les outils de communication du seul point de vue de leur capacité intrinsèque à échanger des données soit de machine à machine, soit de machine à personne, soit enfin de personne à personne, la transformation importante à venir est la dissémination de « machines à communiquer » dans le moindre équipement ou le moindre outil.

Des puces ou des capteurs associés à des systèmes émetteurs et/ou récepteurs vont être installés dans de nombreux outils et équipements. Des systèmes logiciels « enfouis » seront présents dans les équipements de toutes natures, tant pour des usages professionnels que privés.

Leurs fonctions étant de collecter et diffuser des informations sur l'état d'une machine, d'un équipement, on pourra être informé en temps quasi réel de

la situation de tel ou tel objet, de telle ou telle machine, de telle ou telle personne...

La traduction positive de cette dissémination est par exemple le vêtement équipé d'un tel système qui permet la localisation d'un naufragé ou d'une victime d'une avalanche. On peut également envisager des parents inquiets du sort de leur progéniture qui souhaiteraient équiper leur enfant d'une technologie combinant téléphonie mobile et GPS pour le localiser sur le chemin de retour de l'école ; l'offre d'un équipement de ce type, combinant GPS et GSM était annoncée. Cet équipement sera dans l'avenir miniaturisé et pourra être rendu invisible à son utilisateur. Bien évidemment, ce type d'outils se déclinera de multiples manières dans la vie professionnelle aussi bien que dans la vie privée. Cet exemple est emblématique de la capacité de ces outils à se couler dans certaines formes d'organisation sociale tout autant que dans celles de la production.

Puisque la nature de toute forme de travail est un processus de transformation de l'homme et de la matière, la dispersion de ces outils d'information sur l'état des êtres et des choses a des effets positifs et négatifs sur le processus de travail. Il renseigne à chaque instant et à distance sur ce processus avec bien sûr des possibilités de rétro-action. Il s'agit toujours de surveiller et... produire. Ce type d'outils va sans aucun doute dans le sens du soulagement de la charge de travail, de la surveillance, de la délocalisation...

3. Le développement des commandes « naturelles » et des systèmes de médiation

Pour réduire l'obstacle majeur à la diffusion élargie des outils de communications que représente leur maîtrise technique, dans les années qui viennent on progressera dans la mise au point de commandes « naturelles » de ces outils qui permettront l'identification et l'authentification automatiques des personnes par commandes vocales ou gestuelles...

Tous ces points critiques pour élargir aujourd'hui la diffusion de ces outils : apprentissage des logiciels, compréhension des menus « déroulants », fonctionnement du « mulot », ne le seront plus à terme, du moins pour un usage banal et quotidien de ces services.

Ces techniques permettent d'accéder à des systèmes de recherche, à des pilotages simplifiés de commandes complexes, grâce notamment à la reconnaissance vocale.

A l'inverse, on peut penser qu'à l'échéance d'une génération, la génération « informatique » actuellement sur les bancs de l'école ayant tâté de ces outils dès la maternelle, n'aura plus besoin de ces commandes naturelles.

Plus que toute autre technique, le développement des systèmes de médiation « électronique » va influencer l'organisation de la production, notamment en raison du contexte économique de mondialisation des échanges.

La médiation est bien la dématérialisation complète des processus d'échange qui se passaient jusqu'à présent dans des relations de personne à personne.

« Les services de médiation sur Internet ont pour but de le rendre (ce processus) plus simple, plus sûr et plus utile économiquement, en apportant des services à valeur ajoutée aux internautes, qu'ils soient consommateurs ou fournisseurs de prestations. Les fournisseurs de contenus et de biens se voient proposer des outils et systèmes qui faciliteront les transactions et le paiement (relations d'humain à machine), et les internautes se voient dotés de fonctions facilitant leur mise en relation (d'humain à humain)¹⁸ ».

- Mutualisation des savoirs et de l'expertise

La première mutualisation possible touche à l'information. Le processus de mutualisation déjà largement amorcé sur la toile continuera de se développer grâce aux annuaires de toutes sortes et aux moteurs de recherche. Déjà, ces annuaires et ces moteurs de recherche ont dopé les échanges d'informations. Les futurs moteurs de recherche basés, entre autres, sur des travaux de neuro-linguistique, accéléreront l'accès à des bases de savoirs.

- Développement de systèmes de courtage

Là aussi le contexte d'échanges mondialisés sera un terrain favorable à tout ce qui peut, dans un domaine commercial, rapprocher une offre d'une demande. Les outils actuels de comparaison de prix sont une pâle préfiguration des outils de courtage qui accéléreront les échanges mais en même temps modifieront les rapports de force entre les parties négociantes.

- Développement des « bases de connaissances » sur l'usager ou les interlocuteurs

Ces systèmes appliqués à la recherche aussi bien qu'au commerce reposent sur une connaissance fine des profils, attentes, besoins, caractéristiques des partenaires en relation. Qu'il s'agisse de l'authentification de ces partenaires, de leurs caractéristiques aussi bien professionnelles que privées, de leurs demandes, de leur solvabilité, ceci ne se fera que grâce au support de bases de données associées à des procédures de vérification de ces données, et à la création d'intermédiaires électroniques certifiés : les tiers de confiance.

L'analyse des conditions juridiques et réglementaires reste à construire, avec toutes les zones d'ombre et possibilités d'intrusion dans des espaces personnels ou confidentiels que cela suppose.

¹⁸ Rapport au comité scientifique de France Télécom sur la convergence télécommunications et audiovisuel.

4. La convergence réseaux de télécommunications/multimédia

Cette convergence est le « marronnier » des prospectivistes du secteur des télécommunications. Si techniquement la convergence est déjà faite, les structures économiques des secteurs des télécommunications, de l'édition, de l'audiovisuel ne la mettent pas en œuvre dans la production de contenus et de services. Les ambitions de convergence du groupe VU ont fait long feu. Les pratiques actuelles de consommation des services de communication et leur cloisonnement actuel entre travail et loisirs, entre espace public et espace privé ne facilitent pas non plus cette convergence dans les services.

Pourtant en matière d'organisation du travail et de choix de lieux de production, l'accélération de cette convergence technique aura des effets importants sur le travail et les modalités de ce travail. La capacité à transporter facilement de l'image et du son, qu'ils soient structurés en contenus éditoriaux ou organisés en échanges communicants (visioconférence) sera un important levier de transformation de secteurs d'activité, avec des effets sans doute très différenciés selon les secteurs.

- Dans l'enseignement initial, à l'université ou en formation continue, l'effet majeur devrait se situer au niveau de la transmission des savoirs. Les pionniers de ce qui adviendra apparaissent avec tout ce qui concerne le « e-learning ».
- Dans le secteur de l'industrie, cette convergence devrait être un facteur de rééquilibrage des territoires et des pays. Il faut cependant tempérer les espoirs d'égénéralisation des chances dans l'accès aux TIC : les réseaux de télécommunications et notamment ceux à haut débit sans fil, par satellite ou autre, ne livreront pas à l'entrée d'un village auvergnat la même autoroute de télécommunications qu'à Paris.

5. Technologies de communication et réorganisation managériale

Ce registre est vaste. Il concerne tout autant les incidences des réseaux de communications à distance et des outils logiciels sur le contenu et les pratiques quotidiennes de travail et l'organisation du processus de production. Il est aussi fécond tant les déclinaisons des effets des TIC sont multiples. On peut trouver des conséquences des différentes déclinaisons de ces effets sur le travail en réseaux, le télétravail, le temps contraint, l'utilisation des expertises distantes et bien sûr la « gestion des ressources humaines ».

La capacité à échanger rapidement les données, à contrôler à distance une production d'une part, d'autre part la capacité à échanger rapidement des savoirs, à transférer des technologies de communication y compris de haute technologie représente un enjeu important pour l'emploi et le type de travail dans nos sociétés occidentales ou non : pilotage à distance des cerveaux et des industries et notamment des industries high-tech de l'Asie ou concurrence entre industries high-tech asiatiques et occidentales ?

D'un côté, on peut mettre en avant que l'intégration dans les processus de création de services électroniques ou d'applications informatiques, de développements logiciels sous-traités à des informaticiens de pays en développement n'a pas donné les résultats escomptés en terme de productivité et de qualité des logiciels livrés.

A l'inverse, on peut souligner que, par exemple pour la téléphonie mobile, si la conception des puces pour les nouvelles générations de téléphone se fait toujours en Europe ou aux Etats-Unis et la sous-traitance de l'exécution aujourd'hui en Asie, demain cette situation pourrait s'inverser.

Les bons niveaux de formation dans certains de ces pays, en Chine notamment, la puissance d'un capitalisme d'Etat, déjà présent en Corée et en croissance rapide en Chine, le faible coût des salaires leur permet de concurrencer, dans le domaine de la high-tech, l'hégémonie occidentale. Au niveau de la conception des produits, le transfert est en cours et demandera certes plusieurs années. Il reste aux Occidentaux le niveau de la conception de services. Ce niveau d'intervention, pour pouvoir être transféré ou délocalisé, exige sans doute une compréhension de type culturel des modes de consommation.

Certes cet aspect a une incidence directe sur la production immatérielle : qu'en sera-t-il du travail dans une nouvelle répartition internationale des tâches ?

B - APERÇU DES DONNÉES ÉCONOMIQUES DES TIC

1. Dynamique globale du marché des TIC

Dans le numéro du Courrier des statistiques de l'INSEE (mars 1999) apparaissent les difficultés à cerner le secteur. On y lit :

« Il est difficile de donner une définition du domaine économique couvert par les TIC et au-delà, de l'économie de l'information. Si celle-ci englobe tout ce qui utilise, incorpore, transforme, transporte ou crée de l'information, alors, toute l'économie est information. Si par exemple on estime que l'économie de l'information doit inclure tous les produits qui incorporent un microprocesseur, il faut inclure de très nombreux produits comme l'automobile ou l'électroménager. La tentation inverse existe également en limitant par exemple l'économie de l'information aux activités mettant en jeu une technologie numérique, auquel cas les activités de transmission analogique, soit la technologie encore dominante dans l'audiovisuel, y échapperaient.

Un point commun à toutes les tentatives de définition d'un secteur des TIC est que celui-ci comprend la production de matériels de traitement et de communication de l'information et les services rendus possibles par l'usage de ces matériels. »

Des transformations importantes ne cessent de s'effectuer sur le marché des TIC. Dans les années 1990, ce dernier a connu une période de croissance inégalée jusqu'alors. Du côté de l'offre, ont joué notamment la mise au point et l'introduction de produits nouveaux et améliorés grâce à des investissements de

R&D et à une forte dynamique d'innovation. Un fait marquant de la décennie tient certainement à une meilleure disponibilité de capitaux à risque pour les investissements dans les TIC.

Une des évolutions technologiques majeures tient à la convergence entre télécommunications et informatique. L'économie numérique, fondée sur la convergence des systèmes d'information et de communication, a gagné progressivement tous les rouages de l'économie traditionnelle. Ces transformations ont entraîné des conséquences importantes. A infrastructure identique, les capacités de transmission des opérateurs de télécommunications ont augmenté massivement parce qu'il est plus facile de transmettre des zéros et des uns que le signal de la voix. Avec l'avènement d'Internet, ce qui circule dans les réseaux de télécommunication devient identique à ce qui est traité dans les mémoires d'ordinateurs et le couplage télécommunications/informatique est donc parfait. Comme on peut numériser non seulement la voix, mais aussi des textes, des sons ou des images, l'offre de services de télécommunications et l'offre audiovisuelle sont conjointement stimulées. On parle alors d'autoroute de l'information qui correspond à la convergence d'un certain nombre d'activités distinctes : les ordinateurs, les loisirs, le téléphone, la télévision sur le câble et l'Internet.

En termes de capacité productive en TIC ou de capacité d'innovations, l'intégration de l'informatique et des télécommunications signifie que ces deux domaines, autrefois bien séparés, deviennent de plus en plus complémentaires.

Sur un autre plan, les vagues d'innovation antérieures aux années 1990 se sont opérées dans un contexte de tendance à la concentration et à la monopolisation des marchés, alors que la phase actuelle se développe dans un contexte d'ouverture à la concurrence.

Le besoin de transmettre de larges volumes de données et de partager de l'information en temps réel stimule bien évidemment la croissance de l'Internet. Dans le même temps, s'opère un lent déclin du matériel informatique (en termes relatifs) dans les achats de TIC. Les systèmes mono-utilisateurs, principalement PC et stations de travail, ont connu une croissance vigoureuse, soutenue par l'utilisation accrue des réseaux informatiques et d'Internet pendant qu'un recul affectait d'autres catégories (systèmes multi-utilisateurs).

Il n'en reste pas moins que le secteur du logiciel et des services domine le marché et représente plus du quart des achats en TIC dans la zone de l'OCDE. Il constitue le principal moteur de la croissance des TIC. Parmi eux, les logiciels de communications et de réseau informatique augmentent le plus rapidement principalement du fait du « boom » du marché de l'Internet.

De son côté, le secteur des télécommunications (matériels et services) a bénéficié de l'émergence de la téléphonie mobile, dont l'essor a été favorisé par la forte dérégulation du marché des services.

2. Eléments de comparaisons internationales

2.1. la valeur ajoutée

Une étude réalisée au second trimestre 2001 pour le Commissariat général du Plan a établi des comparaisons à considérer pour les tendances générales qu'elles font apparaître. Cette étude concernait les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, l'Allemagne et la France. On trouvera en annexe quelques unes des données statistiques de référence. Cependant, ces travaux portant sur une période antérieure à l'éclatement « de la bulle internet » n'ont, dans ces conditions, pu prendre en compte les effets destructeurs des mouvements boursiers.

Parmi les commentaires qu'inspirent ces tableaux, il y a évidemment la supériorité des Etats-Unis et des considérations plus particulières d'un pays à l'autre. Sur un plan global, la part de la valeur ajoutée des secteurs technologiques dans le PIB est de 5,1 % pour la France, de 7,9 % pour les Etats-Unis et de 7,3 % pour le Royaume-Uni. De son côté, l'Allemagne a un poids comparable à la France (4,9 % du PIB pour les TIC hors audiovisuel contre 4,8 % en France).

Pour la France et l'Allemagne, le retard portait sur toutes les activités technologiques. Il était cependant beaucoup plus important pour les activités de production de matériels que pour les activités de services. Le poids des activités de production de matériels est proportionnellement 2,2 fois plus élevé aux Etats-Unis et 1,9 fois plus élevé au Royaume-Uni. Le poids des activités de services est plus élevé d'environ 30 % aux Etats-Unis et au Royaume-Uni.

Regrouper les activités précédentes autour de trois filières, informatique, télécommunication et diffusion audiovisuelle, conduisait à constater que l'écart de la France et de l'Allemagne vis-à-vis des Etats-Unis et du Royaume-Uni était sensiblement plus important pour l'informatique (3 % du PIB en France contre 4,9 % aux Etats-Unis) que pour les télécommunications ou la diffusion audiovisuelle.

Par ailleurs, la France et l'Allemagne accusaient un retard très important dans la production de matériel informatique : 1,1 % du PIB en France et en Allemagne, contre 2 % au Royaume-Uni et 2,3 % aux Etats-Unis.

Dans le segment des services informatiques (réalisation de logiciels et conseil en systèmes informatiques) le Royaume-Uni faisait aussi bien que les Etats-Unis.

Des quatre pays étudiés, la France était le pays où le poids des télécommunications était le plus faible : 1,4 % contre 1,8 % en Allemagne et aux Etats-Unis et 2 % au Royaume-Uni. Au sein des télécommunications, on doit noter que la fabrication de matériel, traditionnellement considérée comme le point fort de notre pays, ne représentait pas un poids plus important (0,4 % du PIB) en France qu'aux Etats-Unis ou au Royaume-Uni (0,5 % du PIB).

En conclusion, l'écart tendait à se creuser entre les Etats-Unis et le Royaume-Uni d'une part et la France et l'Allemagne d'autre part. En effet, l'écart sur le poids de la valeur ajoutée s'est fortement accru de 1990 à 1998 comme l'indique le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Le poids de la valeur ajoutée du secteur producteur de TIC
(en % du PIB)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Ensemble des TIC									
France	5,2	5,1	5,2	5,0	4,8	5,0	4,9	4,9	5,1
Etats-Unis	6,3	6,3	6,4	6,6	6,7	7,0	7,4	7,7	7,9
Roy. Uni	nd	nd	5,7	5,8	6,0	6,1	6,2	6,8	7,3
Ensemble des TIC hors diffusion audiovisuelle									
France	4,9	4,8	4,9	4,7	4,5	4,7	4,6	4,6	4,8
Etats-Unis	5,8	5,8	5,9	5,9	6,1	6,4	6,7	7,1	7,2
Allemagne	nd	4,7	4,6	4,5	4,5	4,4	4,2	4,6	4,9
Roy. Uni	nd	nd	5,4	5,4	5,6	5,7	5,8	6,3	6,8

Cette situation rejaillissait quasi mécaniquement dans l'emploi.

2.2. L'emploi

Au terme de l'étude à laquelle nous empruntons, proportionnellement à la population en âge de travailler, il y avait environ 40 % d'emplois de plus dans le secteur des TIC aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne.

S'agissant de sa dynamique, le taux de croissance annuelle de l'emploi dans le secteur était d'environ 0,8 % (soit environ 48 200 emplois en huit ans) en France, soit le double du rythme des créations d'emploi dans l'ensemble de l'économie (+ 728 000). Aux Etats-Unis, les industries des TIC avaient augmenté entre 1990 et 1998 au rythme de 2,6 % par an, créant plus de 1 000 000 emplois représentant 8 % des créations totales d'emplois.

Pour être plus complet, le développement de l'emploi a divergé entre le secteur manufacturier des TIC et le secteur des services. Pendant que le premier connaissait des gains de productivité dégradant l'emploi, le second a connu une croissance qu'attestent les chiffres. Là, ce sont les activités de logiciels et de services informatiques dont les effectifs ont été multipliés par 1,5 en quatre ans (+ 71 000 emplois) en France et par 1,7 aux Etats-Unis (+ 649 000), par 1,8 au Royaume-Uni (+ 181 000). La hausse est plus modérée en Allemagne (+ 58 000 emplois). Les services informatiques couvrent respectivement 0,8 %, 1,1 %, 1,5 % et 1,7 % des emplois totaux en Allemagne, France, Etats-Unis et Royaume-Uni.

Par ailleurs, entre 1990 et 1998, l'emploi dans les activités des télécommunications a stagné dans tous les pays (en termes de part dans l'emploi total) à l'exception notable de la Grande-Bretagne où le fort degré d'ouverture à la concurrence a engendré d'importants gains de compétitivité qui ont pesé sur l'emploi. Ce secteur représente 0,8 % de l'emploi total en France et en Grande-Bretagne, 1 % aux Etats-Unis et seulement 0,6 % en Allemagne.

Tableau 2 : Emploi total dans les secteurs producteurs de TIC en 1998

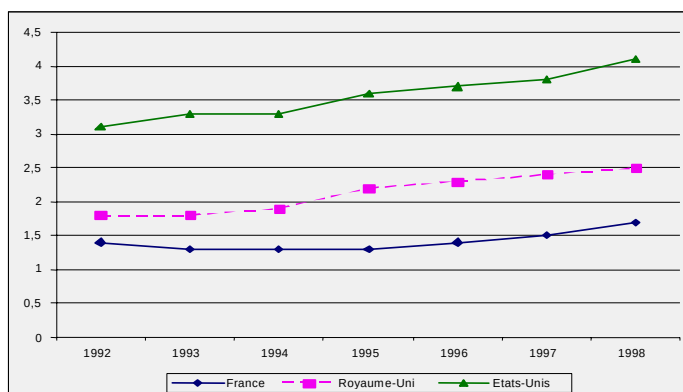
	France	Etats-Unis	Roy. Uni	Allemagne
Emploi total en milliers*	20 626	131 463	23 351	37 540
Taux d'emploi (%)**	60,3	74,2	71,5	67,1
Emploi* dans les TIC				
- en milliers	740,6	5 446	1 054,7	1 060,3
- en % de l'emploi total	3,6	4,1	4,3	2,8
- en % de la population en âge de travailler	2,2	3,1	3,1	1,9
* emploi salarié pour la France et la Grande-Bretagne				
** le taux d'emploi désigne le rapport du niveau de l'emploi à la population en âge de travailler				
Pour L'Allemagne, l'emploi dans les TIC ne comprend pas les activités audiovisuelles et n'est donc pas directement comparable aux autres pays.				

2.3. L'investissement en TIC

Le tableau ci-dessous fait apparaître qu'en 1998, la part de l'investissement du secteur privé non résidentiel en biens et services des TIC dans le PIB s'élevait à 1,7 % en France, à 4,1 % aux Etats-Unis et à 2,5 % au Royaume-Uni. Les Etats-Unis se détachent fortement, y compris du Royaume-Uni. En 1998, à titre de comparaison, les entreprises américaines investissaient 1,6 % du PIB en logiciels et services informatiques, soit un point de plus que les entreprises françaises. De même, les entreprises américaines consacraient 0,6 % du PIB à l'achat d'ordinateurs et de matériels périphériques contre 0,3 % pour les entreprises françaises.

Les entreprises britanniques consacraient quant à elles 1,6 % du PIB en achats informatiques (matériels et services) contre seulement 1 % pour les entreprises françaises. De plus, les niveaux de formation brute de capital fixe en biens et services des TIC divergent entre la France et les Etats-Unis. En valeur courante, l'investissement, en biens et services des TIC a plus que doublé aux Etats-Unis entre 1992 et 1999, de 198 milliards de dollars à 407 milliards de dollars. Alors qu'en France, la FBCF en TIC n'a augmenté que de 0,2 % du PIB entre 1990 et 1998, la hausse atteint 1,1 % du PIB aux Etats-Unis.

Graphique 1 : FBCF en produits et services des technologies de l'information
du secteur privé non résidentiel (en % du PIB)



2.4. La recherche et développement

En termes de R&D dans les secteurs producteurs de TIC, les Etats-Unis s'affirment comme le leader incontesté de la planète avec une dépense de R&D de 7,4 %. De leur côté, la France et l'Allemagne affichent une dépense en R&D dans le secteur des TIC de respectivement 3,6 % et 3,2 %. Entre la France et les Etats-Unis, l'effort de recherche dans les secteurs producteurs de TIC passe du simple au double.

Cela s'inscrit par ailleurs dans un contexte général qui voit l'ensemble des ressources consacrées par les Etats-Unis à la recherche et développement être à peu près égale au total cumulé de celles consacrées par l'ensemble des autres pays membres de l'OCDE, Japon inclus, comme le montre le tableau ci-dessous. Le fait que les Etats-Unis renforcent sensiblement les incitations fiscales à l'investissement du secteur privé en R&D, incitations déjà beaucoup plus importantes que celles dont bénéficient les entreprises françaises, risque de transformer le fossé d'aujourd'hui en véritable gouffre très prochainement.

Tableau 3 : Dépenses globales R&D :
comparaison Etats-Unis/Autres pays du de l'OCDE en 1998

	VOLUME (en milliard d'euros)	Part/OCDE en %
Union européenne	134,3	27,7
Etats-Unis	214,3	44,2
Japon	84,1	17,4
Total OCDE	484,4	100,0

Source : Observatoire des sciences et des techniques – indicateurs 2002.

CHAPITRE IV

POUR SE MOUVOIR DANS LA SOCIÉTÉ DE L'IMMATÉRIEL DE DEMAIN

La société des savoirs et de l'immatériel encore appelée société de la connaissance devient l'ordinaire d'un pays comme le nôtre. Celle-ci s'incarne dans la technique dont le processus est « irrésistible » ainsi que le considérait Raymond Aron. L'incoercible propension des êtres humains à toujours aller au-delà de l'élucidé conduit à ce que se dévoilent chaque jour des parcelles de connaissances susceptibles de générer de l'activité productive par technique interposée.

A un modèle finalement rassurant de développement, par une lente accumulation de richesses et de savoirs dont chacun pouvait recueillir les fruits d'une manière, certes, inégalitaire, mais réelle, tendrait à se substituer un nouveau modèle à partir duquel les positions acquises ne sont en rien assurées : de nouveaux concurrents font leur apparition, dotés d'avantages compétitifs qui peuvent s'avérer déterminants dès lors que des pans entiers de la production (et donc de l'acte productif) leurs sont transférés.

Cela rend l'avenir lointain illisible et l'avenir proche difficilement déchiffrable. Se trouve ainsi ajoutée de la difficulté à la prospective dès lors que celle-ci serait trop soucieuse de précisions sur le détail des temps prochains. A défaut de toute capacité à dessiner l'avenir par le menu, reste l'identification de ce qui le constituera. C'est affaire de tendance et de perspective, de socle et d'outils avec les enjeux qui peuvent être entrevus de ce qui vient et parfois déjà est là... Emergent alors des déterminants de l'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel, faisant apparaître, qu'en la matière, le dernier mot ne sera jamais dit et que l'effort d'adaptation de nos sociétés est au moins aussi intense et important que celui qu'elles ont eu à faire pour « gérer » les précédentes révolutions industrielles.

I - LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA TRANSFORMATION DE L'ACTE PRODUCTIF DANS LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS ET DE L'IMMATÉRIEL

A - LES TENDANCES DOMINANTES

1. La dématérialisation

Le processus, largement entamé, de substitution, de déplacement du « centre de gravité » de la production se poursuit, puisque, accentuant, voire amplifiant le mouvement, la force motrice du développement se déplace de la matière et de l'énergie vers l'information, le savoir...

Le point névralgique des entreprises ne serait alors plus l'organisation de la production, mais ce qui se passerait en aval et amont. A cette aune, il a même pu être considéré par certains que la phase matérielle du processus productif devenait résiduelle de son entour immatériel. L'idée de l'entreprise sans usine s'inscrit en prolongement de cette considération. Naturellement l'image née de cette idée ne résiste pas à l'analyse dès lors que l'usine reste le lieu d'incarnation de l'idée en biens et services. Reste que ce lieu de fabrication peut être délocalisé et articulé à son « cerveau » de multiples façons. Dans l'audiovisuel, par exemple, les activités de production d'émissions requièrent beaucoup moins de personnel technique que dans la décennie précédente. La conception des programmes, la connaissance des pratiques et des attentes de la clientèle, les méthodes de promotion ont acquis un tel degré de sophistication que la production d'une émission ne laisse plus de place à l'imprévu ou à l'improvisation. Tous les efforts sont mis sur l'amont (conception) et l'aval (diffusion, commercialisation, réceptivité...) de la production.

Toutes choses égales par ailleurs, ce qui se passe dans l'audiovisuel pourrait être appliqué à l'ensemble de toute l'activité productive. Le phénomène de dématérialisation serait partout à l'œuvre pour ordonner l'univers matériel. Apparaît, ici, l'erreur consistant à opposer matériel et immatériel ou encore industrie et services : l'un et l'autre ont partie liée dans un processus qui les combine. C'est ainsi que l'objet tout matériel s'il en est que constitue l'automobile ne serait pas, dans sa forme contemporaine, sans la puissance immatérielle mobilisée en amont et en aval de la fabrication du véhicule proprement dit c'est à dire dans la phase de commercialisation. Au-delà, où que porte le regard sur la production de biens ou de services, dans notre société il n'est pas d'activité qui ne soit, peu ou prou, sous tension immatérielle. Partout, la part du productif technique ou encore matériel semble s'ordonner autour du client « roi » qui fonctionne sur des ressorts qui ne se révèlent pas à l'œil nu. Tout résiderait dans l'art d'identifier et même de créer ces ressorts pour déclencher le désir d'acquisition du bien ou du service en cause dans une offre pléthorique. L'important reposerait alors sur la connaissance de l'état sociologique de la demande qui permet d'offrir le bien ou le service *ad hoc*. De son côté, la production se réalise avec des moyens infiniment plus efficaces et performants que par le passé. A tous égards, entendue au sens le plus large, la R&D devient le sésame de l'innovation de procédé et de produit qu'elle engendre. De fait, structurellement, tout le processus de production est progressivement placé sous tension immatérielle.

Cette évolution influe sur l'être humain. L'acte productif dématérialisé l'invite à exprimer des capacités que l'état antérieur ne mobilisait pas ou moins : l'appel à ces capacités pouvait être entravé par la pénibilité du travail. Dans cette perspective la dématérialisation peut conduire à l'humanisation ou encore à une nouvelle phase d'hominisation. Malheureusement l'inverse peut être aussi la déshumanisation.

Au regard de ce phénomène de dématérialisation et des conséquences qu'il pourrait emporter, les pratiques de réticence perdurent. Ainsi, par exemple, malgré tous les espoirs mis dans le travail à distance, celui-ci ne fonctionne que pour les activités où il y a du « livrable », un résultat concret, palpable comme la maquette d'un graphiste ou la saisie d'écritures bancaires. En d'autres termes, la dématérialisation possible ne se concrétise pas dans la réalisation de l'acte productif car tout un chacun a encore besoin de palpable et de proximité professionnelle. L'exercice intellectuel consistant à examiner les actes professionnels au regard de la localisation géographique qu'ils exigent fait apparaître le champ infini de ce qui pourrait se réaliser à distance. Cela ne se fait pas notamment à cause de résistances sociologiques et, également, des coûts relatifs...

2. La virtualisation

Jusque là, les images représentaient le réel. Celui-ci s'imposait. Le représenter allait jusqu'à le reformuler, le commenter, l'interpréter. Cela n'allait pas au-delà. Le modèle s'imposait avec ses lois et pesanteurs, quoi que l'on fît, on s'y trouvait lié, quelle que fût la distance prise.

Désormais, le virtuel permet de rompre le lien avec le modèle. Par le truchement de l'écriture numérique, les images modifient les modèles et simulent ce qui n'a jamais été réel, mais pourrait être. Jusque là, le réel précédait les images. Désormais ce sont les images qui précèdent le réel. Aujourd'hui, l'image peut virtuellement donner lieu au réel alors qu'il en fut toujours autrement, c'est le réel qui donnait virtuellement lieu à images. Avec la télévision et le cinéma, nous nous représentons le monde avec des images. Avec le virtuel, des images nous invitent à créer des mondes sans passé.

Avec le virtuel, la représentation de l'invisible devient possible. La réalité virtuelle devient alors un outil de compréhension où l'interaction avec un modèle virtuel abstrait permet de mieux comprendre le fonctionnement de systèmes complexes. Le virtuel peut alors devenir un outil d'optimisation et d'aide à la décision.

« Monde multidimensionnel, créé et fonctionnant avec l'aide d'ordinateurs reliés au sein d'un large réseau. Chaque poste de travail y est une fenêtre ouverte sur ce monde, où les distances paraissent abolies. Les objets vus ou entendus ne sont ni des objets physiques, ni nécessairement des représentations d'objets physiques, mais doivent plutôt être considérés comme de pures données, comme de l'information à l'état brut. Ces informations proviennent bien sûr, pour partie, des activités du monde naturel et physique, mais sont surtout le fruit du trafic immense d'informations symboliques, d'images, de sons, produits par toutes sortes de personnes dans le domaine des sciences, de l'art, des affaires et de la culture ». Ainsi parlait M. Benedikt, chercheur américain en 1994 à propos du virtuel.

Pour un autre américain, Carl Eugène Loeffler, « *les promesses de la réalité virtuelle ont enflammé les imaginations. Notre culture, nos sciences, mais aussi le commerce, l'éducation, les loisirs et l'industrie vont subir l'influence, et même être directement impliqués dans la mise en place des techniques du virtuel. L'un des grands défis à venir réside dans le développement d'environnements virtuels partagés par de grandes communautés d'utilisateurs, les réseaux de télécommunications vont donc se trouver au cœur des réalisations de demain. Les environnements virtuels se joueront des frontières et il est impossible aujourd'hui de prendre la mesure de ce qu'il pourra en résulter* ».

Par le virtuel, l'individu se libère pour partie de la pesanteur et des contraintes du monde physique. Il s'immerge dans un univers qu'il crée à son gré à la faveur de sa volonté de naviguer grâce à l'interactivité. L'expression « passer à travers le miroir » peut rendre partiellement compte de ce dont il est question avec une capacité nouvelle à agir avec de l'information.

Resté en prise avec le matériel par son corps, l'individu se trouve doté de capacités nouvelles à améliorer sa prise avec l'information dont le traitement est l'apanage de la pensée. Régis par des règles nettement différentes, monde matériel et monde de l'information se superposent chez l'individu. Le virtuel peut contribuer à faire interrégir ces deux mondes dans une combinaison nouvelle, toujours recommencée.

A ce stade, il serait présomptueux de tracer les contours du virtuel. Il en sera comme de toutes les techniques dont leurs créateurs ne savent jamais prévoir tous les usages. Il s'installera au gré de l'usager et remplira d'autant plus de fonctions que son maniement sera facile, que son « commerce » sera plaisant et qu'il sera de surcroît doté d'efficacité... Apparaît le moment où se nouera une alliance entre le jouet et l'outil alternativement dédiés au loisir ou au travail.

Par la fabrication des logiciels qui est, à tous égards, une activité industrielle, le virtuel accompagnera nombre d'activités dont il conditionnera l'existence avec un effet retour de celles-ci.

La question du développement des télécommunications comme celle de la technologie informatique est naturellement un enjeu majeur, car les environnements virtuels sont extrêmement gourmands en puissance de calcul si l'on veut disposer simultanément de toutes les fonctionnalités souhaitables pour parfaire l'illusion.

Spécifique au virtuel, toute une batterie de dispositifs se met en place, avec une industrie d'interfaces pour que l'individu donne ses ordres à la machine et pour qu'en retour celle-ci lui transmette l'état de l'environnement virtuel. Dans la panoplie, on trouve notamment le visiocasque qui isole l'individu du monde extérieur en occupant son champ visuel afin de l'immerger dans l'univers virtuel. On y trouve aussi des écrans spécialisés, des lentilles... Par ailleurs, la main elle-même, voire le corps entier, peuvent être équipés de gants et de combinaisons qui servent de périphérique d'entrée des données...

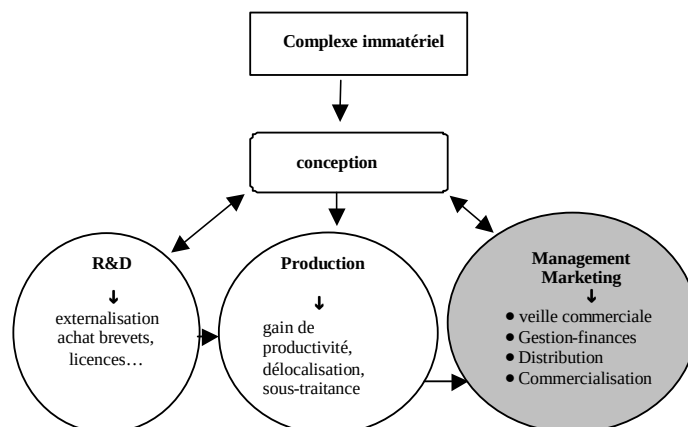
3. La tertiarisation

Dans la société de l'immatériel, tout devient « service », ou du moins est mis sur le marché comme tel. C'est ainsi, par exemple, qu'on ne vend plus une voiture mais un espace à vivre ; on ne vend plus de l'eau minérale mais de la légèreté, de la fraîcheur. Naturellement, il y a service et service, les services à forte valeur ajoutée comme les services d'ingénierie hautement qualifiés et les services de proximité comme les services d'aide à la personne incorporent de l'immatériel selon des intensités et formes différentes.

La tertiarisation du système productif éloigne du schéma classique et linéaire : R&D → production → marketing/distribution. Elle place le marketing en position centrale et névralgique. Tout devient systémique et interactif, le séquentiel le cède à l'interstitiel, le linéaire au simultané. Les fonctions de R&D ont pour mission de développer les nouveaux produits et services selon des process qui permettent des gains de productivité en temps et en main d'œuvre. L'exemple de la construction, dans laquelle on n'élève plus obligatoirement les bâtiments pierre par pierre, ni même parpaing par parpaing, mais par pans de murs entiers illustre bien cette tendance à la rationalisation des matériaux et des méthodes. Pour poursuivre sur cette métaphore du bâtiment, on peut dire que la R&D se fait par montage de briques de provenances diverses. Une des missions majeures du service interne de R&D sera d'identifier les briques correspondant aux orientations marketing et de trouver le liant pour en faire un édifice performant, mais évolutif. En effet, les « briques » doivent pouvoir être démontées et réassemblées en fonction de l'évolution du marché.

Hors du bâtiment, le responsable d'une grande firme automobile s'est récemment défini comme assembleur de briques de toute provenance. Reste stratégique pour lui, outre la collecte et l'assemblage de ces briques, la connaissance d'un client qu'il sait nomade, et adepte de voitures à vivre, et l'intelligence du système qu'il doit garder seul en apanage.

Le schéma suivant rend compte des tendances de la nouvelle organisation des systèmes productifs qui place les fonctions de conception en position centrale.



4. La marchandisation

Jusqu'à nous ou presque, l'activité productive du plus grand nombre mettait en œuvre des techniques grégaires disponibles à tous. Progressivement la donne a changé avec l'industrialisation qui repose sur des procédés et produits aux secrets à protéger. Désormais, la maîtrise et la protection des idées et des informations représentent un enjeu considérable pour la rentabilisation des investissements nécessaires à la mise sur le marché de produits ou services issus de ces idées et connaissances.

Né dans l'univers de l'industrie, le brevet y a une large étendue. Ainsi, par exemple, dans la chimie de synthèse on prend traditionnellement des brevets sur les nouvelles molécules et sur toutes leurs applications présentes et à venir. Par extension se profile la brevetabilité du vivant dans les mêmes conditions. Aux Etats-Unis notamment, les brevets sur des gènes sont généralement très larges, à l'image des brevets sur les molécules chimiques. Le bât blesse parce que si les gènes sont des molécules, ils sont d'abord des programmes de commande du métabolisme. Plus que partout, ils ouvrent des possibles si largement indéterminés que tout brevet peut entraver, plus qu'ailleurs, une occurrence imprévisible et empêcher que se développent des recherches susceptibles d'aboutir à des résultats conséquents par exemple en matière de santé. Au-delà, le point de vue éthique qui prône l'inaliénabilité du vivant, se trouve confronté au point de vue économique soumis à des contraintes de rentabilité. Le débat a pris une ampleur particulièrement aiguë pour tout ce qui touche aux manipulations génétiques.

Par ailleurs, dans le domaine des idées et de la production intellectuelle, la question du maintien du libreaccès à la culture, aux loisirs et aux savoirs se pose de façon nouvelle. Les nouvelles technologies permettent en effet la reproduction et la diffusion des œuvres dites de l'esprit à des coûts très faibles, rendant la culture théoriquement accessible à tous, soit directement en ligne, soit sur support numérique. Cette nouvelle facilité donnée à la reproduction des œuvres

d'art, des films, des jeux, des livres, des logiciels, des musiques... en fait des marchandises banalisées alors qu'elles sont le résultat d'un travail de l'esprit. La nouvelle situation suppose la mise en place d'un système qui ne spolie, ni les ayants-droits, ni les producteurs tout en permettant aux diffuseurs d'y trouver un intérêt financier. Naturellement il convient d'éviter la marchandisation, la privatisation des loisirs, de la culture, des savoirs et des moyens d'accès aux connaissances et à l'information. Les idées et les biens immatériels ne sauraient devenir des objets de propriété privés.

Cela rend la réflexion urgente pour cantonner le privatisable nécessaire à l'activité économique dans l'immatériel. Laisser libre cours à la privatisation contrarierait les enseignements de l'histoire. Celle-ci enseigne que, de tout temps, c'est la libre circulation des idées qui a conditionné le développement scientifique, économique et culturel.

Enfin, la communication d'entreprises (dont la publicité qui constitue une forme particulière des œuvres de l'esprit) représente une part de plus en plus importante des investissements intellectuels. Elle est devenue aujourd'hui suffisamment puissante pour contribuer à la création de nouveaux marchés. Elle est également le reflet de l'état de la société et contribue à entretenir les valeurs hédonistes. Par exemple, on ne vend plus des yaourts mais de la santé et du désir.

5. La « nomadisation »

Le nomadisme professionnel n'est pas nouveau. Il fut longtemps la règle et revêtit un caractère massif quand s'opéra le déversement des travailleurs, en surnombre dans le primaire, vers l'industrie puis le tertiaire. La nouveauté des temps actuels est liée au changement de nature du phénomène. Aux temps anciens du déversement, les capacités pour exercer dans les différents secteurs de production ne différaient pas significativement. Par ailleurs, la stabilité caractérisait l'univers professionnel avec des carrières susceptibles de se dérouler au long cours sans transformation significative du contenu du métier exercé.

Désormais, la métamorphose que cause l'imprévisibilité technologique bouleverse la donne. Ainsi, par exemple, sur le plan spatial, de plus en plus de travail peut s'effectuer à distance et en tous lieux. Avec les nouveaux moyens de communication, la frontière entre le temps privé et le temps professionnel tend à s'estomper. Tout instant peut devenir productif grâce à l'ordinateur portable. De leur côté, cadre expert, ingénieur consultant, commercial, technicien... peuvent travailler à temps partagé, pour plusieurs clients.

6. L'accélération

La nouvelle perception de la relation espace-temps liée au « nomadisme » fait apparaître des pratiques et des exigences croissantes d'ubiquité et de temps réel. Auparavant on disposait d'un temps pour chaque chose : le temps de travail, le temps du repos, le temps de la formation. Il était loisible de laisser du temps au temps. Aujourd'hui, sous la pression du fonctionnement en flux tendu, la

respiration professionnelle disparaît. A l'instar de leur ordinateur, les hommes et les femmes au travail deviennent « multi-tâches », capables d'effectuer un grand nombre de choses en même temps et en tous lieux. De plus ils doivent faire face à un rythme d'informations en continu qui met à mal le temps de réflexion et une certaine prise de distance. Dans le même temps et grâce aux mêmes outils, le contrôle en temps réel du système productif permet d'éradiquer les temps improductifs et d'estimer à chaque instant la performance de chacun.

La mondialisation, conjuguée à l'usage des TIC, a parmi ses effets la contraction de l'espace et du temps. La circulation de l'information en temps réel permet de réaliser du « juste à temps » de façon de plus en plus fine dans l'organisation de la production et dans la satisfaction de la demande. Auparavant la conquête des marchés se faisait par l'espace. L'objectif était d'étendre son territoire. Aujourd'hui, elle se fait aussi par le temps : le plus rapide et plus pertinent sera le gagnant. Si la variable « temps » reste incontournable dans la gestion de projets, l'objectif est de parvenir à compresser les différentes étapes et à réaliser le projet au plus près du besoin, voire de n'engager la production du bien ou du service qu'une fois la commande passée. Le client participe alors d'une certaine manière au processus de conception/production et à la définition même du produit. Production et consommation ne participent alors plus à deux sphères distinctes : leur mode d'interaction devient une source essentielle de création de valeur.

La rotation rapide des produits et services implique que les entreprises aient toujours un produit disponible, y compris virtuellement, pour ne pas être prises au dépourvu par rapport aux « nouveautés » et innovation de la concurrence. La course pour l'offre nouvelle constitue dès lors un important facteur de stimulation de l'innovation.

Malgré cette accélération des rythmes d'appropriation des techniques, les poussées technologiques qui s'auto-alimentent sous l'effet de la recherche peuvent devenir plus rapides que la capacité des hommes à se les approprier et les mettre en œuvre. Dans le même temps certaines technologies peinent à trouver leur champ d'application et risquent d'être frappées d'obsolescence avant même d'avoir trouvé leur marché.

7. La déconnexion

L'exigence de performance, « surperformance » et « hyperperformance » auxquelles doivent faire face les systèmes productifs, crée une mise sous tension permanente et ne tolère guère l'échec. De surcroît, une réussite n'est jamais définitivement acquise. Cette situation nécessite des capacités d'adaptation et des ajustements constants qui conduisent à la déconnexion puis à l'exclusion des individus et des entreprises qui ne peuvent pas suivre.

En conséquence, plus complexe, le monde est également plus précaire, aussi bien du point de vue de l'emploi que des biens et services produits : l'éphémère devient la règle. Les connaissances et avancées technologiques progressent très rapidement, ce qui présente un risque permanent d'obsolescence des savoirs. Cette obsolescence rapide des savoirs a des conséquences sur l'emploi, ses conditions d'organisation et les individus. Cela peut conduire des entreprises à privilégier le recours à de jeunes recrues. Les entreprises préfèrent souvent renouveler les jeunes recrues afin d'avoir un personnel toujours au meilleur niveau de l'état actuel des connaissances dans un domaine donné, sans considération de l'expérience. Cela conduit, par un effet de boomerang, à ce que la capacité d'un salarié passe du jour au lendemain de la pertinence à l'impotence, de l'articulation à la déconnexion.

La frontière entre la déconnexion et l'exclusion est d'une porosité telle que son franchissement peut avoir un caractère rédhibitoire à l'insu même de l'individu concerné qui se réveille un jour « largué » sans retour. Une cruauté nouvelle apparaît ici et fait rupture de ce qui hier n'était que fracture. Des êtres humains qui auraient eu leur place chez Taylor sont « exclus ».

B - LES SOCLES ET LES OUTILS DE L'ACTE PRODUCTIF

1. Le savoir

Tout au long des derniers siècles, la recherche n'a cessé de dévoiler les constituants de l'ordinaire de la vie, d'aller au-delà du déjà su. Des bonds considérables ont été réalisés dont le dernier dans la connaissance de l'infiniment petit, perçant ainsi des secrets insoupçonnés de la matière et du vivant.

Cette découverte du toujours plus petit se poursuit et permet d'accéder à la compréhension des éléments de la complexité et de leur combinaison dans des processus en jeu dans les différents domaines scientifiques.

Cela répercute directement ou avec retard des effets dans l'activité productive qui s'organise progressivement autour de la technique. C'est ainsi que les nouveaux produits et services qui remplacent les anciens et donnent à leur producteur un avantage comparable à une monnaie d'échange supplémentaire naissent de l'intelligence incarnée. Cela place connaissance et savoir dans une position plus éminente que jamais, dès lors que produits et services nouveaux résultent de moins en moins de l'exploitation des ressources matérielles de la nature et de plus en plus de l'usage des composants de cette dernière que l'être humain a identifiés et qu'il combine en fonction de ce qu'il sait.

Pour faire face, les synergies entre les disciplines sont devenues indispensables. De ce fait on assiste à une emprise croissante de l'esprit de recherche de base ou appliquée. Telle découverte dans une discipline est susceptible d'avoir un effet « papillon » entraînant des répercussions sur un ensemble considérable et insoupçonné de domaines. Pour ne citer qu'un exemple, il suffit de se référer à la technologie du laser née bien avant que

quelques applications ne se profilent et pour laquelle des applications nouvelles sont sans cesse mises au point. De son côté, l'informatique constitue en quelque sorte la clé de voûte du nouvel édifice des avancées scientifiques et de la mise à disposition des connaissances, à tel point que dans un domaine comme les sciences du vivant, le biologiste doit se faire aussi informaticien.

Avec les synergies et peut-être d'abord se posent les questions de l'accès et de la capitalisation des savoirs, liées à la liberté de création et de circulation des idées et des connaissances. Actuellement la presque totalité des capacités scientifiques technologiques et informatiques de la planète est en passe d'appropriation privée empêchant la majorité de la population mondiale d'y avoir accès. Enjeu démocratique du monde actuel, le savoir doit devenir l'objet d'une réflexion pour aboutir à la création et à la protection d'un domaine public. La facilité à échanger des idées et des connaissances ne doit pas faire illusion et masquer la nécessaire aptitude à entrer dans le réseau pour accéder et naviguer dans l'information pertinente par rapport à l'expertise liée à l'objet de la recherche. Cet accès à l'information utile au progrès des connaissances, suppose la capacité d'identifier les nœuds du réseau selon un processus non linéaire qui suit un cheminement en zigzags, par rebondissements. Cela étant, le chercheur n'a plus nécessairement besoin de sortir de son laboratoire pour rencontrer et échanger avec ses collègues, accéder à de la documentation lointaine. La mise en relation des équipes peut être permanente aux quatre coins du monde grâce à Internet.

Par ailleurs, dans la société des savoirs et de l'immatériel, la recherche est en relation systémique avec la production : le va et vient entre recherche et production et entre production et recherche est permanent, si bien que la valeur ajoutée circule de l'un à l'autre de façon continue et se situe non plus d'une part ou d'autre, mais dans les trois composantes du système, le troisième étant la capacité à interagir.

2. La technique

Traditionnellement, le progrès s'est longtemps effectué, une fois la découverte réalisée, essentiellement par perfectionnements et greffes sur des techniques déjà maîtrisées. Elles étaient ainsi progressivement améliorées, perfectionnées, peaufinées. Aujourd'hui, on progresse toujours par développement, mais aussi et de plus en plus, par des sauts technologiques, des ruptures qui peuvent rendre brutalement obsolètes des techniques éprouvées. En même temps, le cycle de mise en application des résultats de la recherche s'est considérablement raccourci. Chaque découverte scientifique peut rapidement donner lieu à des innovations techniques. Cette capacité d'innovation est renforcée par l'hybridation des techniques et des technologies. Une avancée dans un domaine peut avoir des répercussions importantes dans un autre, connexe ou éloigné. Pour appréhender la complexité de l'imbrication des techniques, il devient nécessaire d'articuler le raisonnement par filière (physique, chimie, transport...) à un univers de convergence inter-filière (bio-informatique...).

A la faveur de la dématérialisation, le mouvement de la technique s'universalise. Il n'est plus de sanctuaire. Les conditions d'émergence et de déplacement des techniques sont liées à la fertilité du complexe immatériel qui lui-même n'est pas sédentaire. En outre, de cette fertilité et de l'imprévisibilité qui l'accompagne, toute technique aujourd'hui pertinente peut demain être déqualifiée par du nouveau efficace né aux antipodes...

3. Le capital

Le capital lui-même tend à devenir de plus en plus immatériel. Il circule au gré des opportunités constituant de la valeur ajoutée en mouvement. Il se joue des frontières. Cette ubiquité de la finance est à l'origine de nouveaux mécanismes d'investissements basés sur des stratégies de concentration visant à la domination de pans entiers de marché. Cependant, ces stratégies financières sont très sensibles à la confiance du marché et des actionnaires. Ils peuvent essuyer des revers en cas de crises dans lesquelles les médias jouent en amplificateur. Aujourd'hui, ce sont les comptes qui font la loi. Les logiques financières priment sur les logiques industrielles dans les grands groupes. Cette stratégie favorise la recherche de profit à court terme sous la pression des actionnaires. De ce fait les entreprises ne peuvent plus prendre aussi aisément, de paris sur l'avenir, comme cela a été le cas avec le lancement de l'A300 à l'Aérospatiale. Examinée selon les critères de rentabilité de 2002, la mise en fabrication de cet avion qui a été le point de départ d'une grande richesse pour l'entreprise aurait été jugée beaucoup trop risquée.

Les circuits financiers jouent alors un rôle accélérateur. L'argent circule en créant ou perdant de la valeur, sans que ces pertes ou profits soient directement liés à l'acte productif.

Cela se traduit pour les entreprises en rachats, fusions, acquisitions avec leurs conséquences sur l'emploi ; les stratégies financières de groupe prennent le pas sur les stratégies de métier de l'entreprise. La délocalisation est alors en filigrane. Pour l'entreprise mondiale, il ne s'agit d'ailleurs pas de délocalisation mais de recherche d'un optimum qui se joue des frontières.

Par nature intangible, l'immatériel crée des difficultés quand il faut estimer la valeur d'une entreprise dont la comptabilisation des actifs matériels rend très imparfaitement compte. Pour y parer, s'invite le *good will*. Ce critère subjectif tente de prendre en compte le capital immatériel, c'est-à-dire le capital humain et le capital confiance dans la marque, dans l'appréciation de la valeur de l'entreprise.

Naturellement, la compréhension des mécanismes financiers doit faire partie de la culture de base des cadres de l'entreprise. Il y a 25 ans, on pouvait être ingénieur et cadre en ignorant tout ou presque de l'argent, l'important résidait surtout dans le savoir-faire technique. Maintenant les ingénieurs doivent avoir la notion de l'ensemble des coûts financiers.

4. L'être humain

La transversalité des compétences, par exemple chimiste et biologiste et informaticien, ou agronome et économiste, est une exigence de plus en plus marquée pour faire face à la complexification de l'acte productif. S'y ajoute, particulièrement dans l'acte productif d'aujourd'hui, le savoir-être qui ne cesse de prendre de l'importance. Le niveau d'exigence porte sur la personne, et pas seulement ses capacités et actes. Les qualités requises pour exercer des fonctions d'encadrement ne sont plus seulement l'aptitude à l'animation d'équipes. Il faut savoir trouver ses repères dans un environnement en perpétuelle évolution. Cela nécessite de faire preuve d'une grande adaptabilité qui requiert polyvalence et sens du travail en réseau. L'imprévisible fait partie de l'horizon de travail comme jamais. Si, à court terme, les prévisions peuvent être maîtrisées, sur le moyen terme, il est un seuil, comme pour la météo, au-delà duquel les prévisions deviennent de plus en plus aléatoires. Le travailleur de l'immatériel doit donc apprendre à travailler avec une certaine dose d'incertitude sans se trouver déstabilisé.

Etant donné l'évolution rapide des savoirs, les entreprises ont besoin de travailleurs qualifiés. Cela dirige nombre de choix vers les jeunes mais se heurte au fait que, pour faire un ingénieur en normalisation par exemple, il faut dix ans. De même, un bon développeur informatique est quelqu'un « qui n'a pas fait que ça » et sait intégrer d'autres savoir-faire. Un des enjeux réside dans le maintien sur le long terme des savoir-faire permanents investis sur des personnes. C'est en restant dix ans sur un métier, qu'il devient envisageable d'intégrer des compétences polyvalentes et adaptables à de nouvelles problématiques. Cette utilité à envisager les choses dans la durée est entravée par les déroulements de carrière. Ainsi ceux qui souhaitent rester dans des fonctions d'expertise technique, se voient offrir des perspectives de carrière moins favorables qu'à leurs pairs émigrés vers le management. Dans la pratique, à qualification et ancienneté égales, le cadre technique sera moins bien rémunéré que le cadre manager. Cette discrimination a des répercussions sur les orientations des jeunes dans les écoles d'ingénieurs qui privilégient les options tertiaires sur les options techniques industrielles. Les effectifs des candidats pour les formations aux métiers de la banque et de l'assurance sont en progression constante, alors que les filières traditionnelles des écoles d'ingénieurs sont de plus en plus désertées.

5. Le réseau

La société de l'immatériel a vu l'avènement d'une nouvelle conception du réseau et des systèmes d'information qui encourage et favorise l'interdisciplinarité et l'hybridation des connaissances. On peut considérer ces réseaux comme de la connaissance mise en mouvement au service d'un objectif. Cependant la multiplicité et la complexité des réseaux soulèvent le problème de l'accès à la « bonne » information. Le « savoir naviguer » dans le réseau revêt une importance cruciale et porte le risque d'être maillon faible. Par ailleurs, ce passage obligé par le réseau soulève le problème du contrôle de son accès et de

la maîtrise du pouvoir d'ouvrir ou fermer « le robinet » de l'information. En effet, dans la société de l'immatériel, l'information est la matière première énergétique, le carburant indispensable au bon fonctionnement de la matière grise. Ainsi, on peut avancer que ceux qui ont su ou sauront s'assurer le contrôle des gisements d'information, s'assureront une position prédominante dans le contrôle de l'activité productive.

Concernant l'acte productif, peut-être l'appellation traditionnelle de « système de production » est-elle désormais trop restrictive car insulaire. Parler de « réseau de production » conviendrait mieux car restituant de façon plus adéquate la réalité du fonctionnement des entreprises. La notion de réseau induit le tissage de liens entre ses différentes parties et une organisation globale moins formelle ou en tout cas moins figée. Cette expression permet de rendre compte de la réalité de l'externalisation et de la sous-traitance qui mettent en jeu des acteurs qui, d'une certaine manière, font partie de l'entreprise sous une forme étendue. Pour comprendre comment fonctionne l'entreprise, il faut considérer l'ensemble des acteurs internes et externes qui concourent à l'acte productif. S'ajoutant à la sollicitation de l'innovation interne, l'achat de matière grise sur le marché du travail ou auprès de fournisseurs spécialisés, devient un enjeu capital qui contribue au fonctionnement en réseau de l'entreprise.

6. Le marché

Pour qu'une découverte scientifique ou une innovation technique donne lieu à une activité productive, il faut que celle-ci soit en phase avec la réalité socio-économique des consommateurs/utilisateurs. Pour cette raison, le concours Lépine est plein d'innovations trop en avance sur leur temps ou trop coûteuses à mettre en œuvre à l'échelle industrielle. Elles ne connaîtront dès lors jamais d'application à grande échelle. En revanche, certaines innovations qui ne représentent pas des innovations technologiques majeures peuvent être à l'origine d'une activité productive florissante comme le « baladeur » par exemple qui n'est autre que la version « mobile » du magnétophone à piles. Il s'agit là davantage d'une innovation d'usage qu'une innovation technique à proprement parler. Il est à noter que cette innovation a eu des conséquences positives sur une activité productive traditionnelle : l'édition musicale. Des recherches « déroutées » volontairement ou par hasard, peuvent conduire à des découvertes ou des applications donnant lieu à une activité productive importante. L'invention du micro-onde relève de ce cas de figure.

La société d'abondance donne une dimension nouvelle au marché car le consommateur n'est plus réceptif. En général existe toujours l'offre alternative à ce qui est proposé.

7. Les médias

Les médias représentent l'outil adapté à l'immatériel en ce sens qu'ils peuvent avoir un rôle d'accélérateur, de moteur dans la circulation de l'information. La dévolution de ce rôle d'accélérateur et de moteur ne préjuge

pas d'effets qui peuvent être bénéfiques ou maléfiques. Cela étant, on constate que l'information propagée par les médias est à l'origine de la création de besoins et de nouvelles formes de stratégies industrielles telles que l'intelligence économique, l'anticipation de produits ou services voire la propagation de rumeurs.

Dans la panoplie des médias, la télévision reste le vecteur privilégié pour toucher la corde sensible de l'émotivité qui met à distance le sens critique. Dans cette recherche de compassion, l'exploit d'un jeune garçon ayant sauvé un bébé d'une chute mortelle vient légitimement en ouverture de journal. La télévision est bon révélateur de cette tendance à tout montrer, à donner à chacun la possibilité de tout voir, de s'émouvoir sur des images et plus seulement sur des faits. L'émotivité peut l'emporter sur le sens critique.

C - LES ENJEUX ET LES RISQUES DE LA SOCIÉTÉ DES SAVOIRS

Les multiples changements qui se sont opérés progressivement pour atteindre l'actuelle société de l'immatériel, ont le plus souvent résulté de la préoccupation d'améliorer telle ou telle situation économique, sociale, éducative, grâce aux nouveaux outils et aux nouvelles méthodes. Force est de constater certains effets directs ou indirects, néfastes ou pervers, des nouvelles tendances qui sont susceptibles de constituer de véritables régressions. Contre celles-ci, la société devra agir.

1. Sécurisation-précaution

Un changement radical d'attitude par rapport au risque s'est opéré avec la tentation d'une société du « risque zéro » qui supprime l'exigence du « zéro défaut » ; or, le risque zéro n'existe pas.

Le bénéfice qu'en tire la société est une meilleure sécurité globale : moins de morts, moins de blessés, moins d'accidents tant dans la vie domestique que dans l'entreprise. L'ampleur des accidents du travail s'est énormément amoindrie depuis l'après-guerre. De même, la recherche et l'exigence de la qualité dans la production, l'établissement de normes au niveau d'un pays, d'un continent, permettent d'améliorer l'offre faite au consommateur de produits alimentaires sains, de voitures protégées, de services assurés.

D'un autre côté, le traumatisme collectif par rapport, par exemple, aux effets du sang contaminé a entraîné une évolution de la perception du risque pour soi d'une part (alimentaire par exemple) et pour la planète d'autre part comme en témoignent les sensibilités à la pollution et à l'effet de serre. Les craintes du public parfois largement amplifiées sinon encouragées, conduisent parfois à se référer abusivement au principe de précaution au moindre doute et surtout à la moindre contestation, ce qui induit, dans ce cas, un effet d'immobilisme dommageable à l'avancée des connaissances et de fragilisation des innovations.

Un mauvais usage du principe de précaution qui consiste à ne rien faire ou à édicter des lois en fonction d'un risque éventuel et/ou non avéré, est contraire à l'esprit de la recherche, fondé sur le questionnement et le doute. La vocation du principe de précaution est de faire avancer sereinement les connaissances. Dans l'univers productif, cette préoccupation de se prémunir contre le risque entraîne une montée en charge de la demande d'assurance.

La peur du risque est également à l'origine de l'émergence du rôle de l'expert. Le décideur, y compris le « politique », n'étant pas compétent sur des sujets scientifiques pointus, est conduit à s'en remettre à un expert ou un groupe d'experts pour statuer sur le danger ou l'innocuité d'une technologie en cause, en particulier pour tout ce qui relève des domaines de la bioéthique, du nucléaire, de la sécurité alimentaire, etc.

2. Judiciarisation-protection

Compte tenu de la mondialisation des échanges et de la formation d'entités économiques à caractère « supra national », les cadres juridiques nationaux sont peu à peu confrontés les uns aux autres. La dimension internationale s'impose.

L'harmonisation progressive des systèmes juridiques internationaux permet de plus en plus d'intervenir de manière concertée, dans le domaine du banditisme classique par exemple comme dans celui du piratage informatique récemment apparu avec la société mondiale informatisée. Convenons que nous ne sommes encore qu'au début du processus de rassemblement du puzzle des droits. Il existe de nombreux territoires « hors lois » qui permettent aux intervenants habiles de transgresser.

Cette emprise croissante de règles est un progrès. Prenons l'exemple de la question, emblématique, de la propriété intellectuelle dans la société de l'immatériel. Celle-ci prend naturellement une importance nouvelle et suscite un débat de grande ampleur sur les moyens de sa protection. Citons, aussi, l'apparition de normes environnementales destinées à imposer enfin au monde un comportement susceptible de préserver l'éco-système nécessaire à sa survie. Par ailleurs, les exigences de protection du « patrimoine d'idées » des entreprises représentent un enjeu particulièrement délicat. Dans l'activité immatérielle, bien souvent, ce qui est vendu est, au moins, autant la bonne idée que la capacité d'une équipe à la mettre en œuvre. C'est notamment le cas des entreprises de communication et d'évènementiel.

Mais d'un autre côté, la fragilité du système complexe de la société de l'immatériel et ses multiples incertitudes suscitent une tendance à se rassurer avec des lois, des normes. On assiste à une évolution de la normalisation qui prend de plus en plus en compte des caractéristiques immatérielles. « Trop de lois tue la loi ». En outre, le durcissement des situations concurrentielles et l'amélioration des systèmes de veille conduisent à des pratiques qui font que chaque idée est susceptible d'être reprise à son profit par la concurrence. Les compagnies qui inventent se trouvent donc devant le défi qui consiste à vendre

une bonne idée sans la dévoiler, sous peine de la voir réalisée par le concurrent moins disant. Enfin, sur un autre volet, la non-tolérance par rapport au droit à l'erreur génère un recours de plus en plus fréquent aux avocats et compagnies d'assurances, en particulier dans le domaine de la santé où certains médecins refusent d'intervenir par peur des éventuels procès.

3. « Scientophilie-scientophobie »

De tout temps, le progrès des sciences et des techniques a suscité fascination et suspicion. L'application à grande échelle d'une découverte ou d'un progrès scientifique a des effets secondaires, plus ou moins évidents, plus ou moins mesurables, plus ou moins identifiables à moyen ou long terme.

Facteur de progrès, les visionnaires comme Léonard de Vinci ou Jules Verne ont anticipé ce que l'homme serait capable de faire un jour : se déplacer dans des machines volantes, marcher sur la lune. Ainsi, la société de l'immatériel intervient à un moment où le rythme des découvertes tant scientifiques que technologiques s'accélère. Rappelons la loi de Moore sur le doublement de la capacité de l'unité informatique de traitement tous les dix-huit mois. Les progrès faits dans la gestion rapide et mondiale de l'information, la vitesse d'exécution des ordres et des tâches, la circulation des biens et des capitaux sont énormes.

Toutefois, le développement « trop » rapide de la science comporte des risques. S'y ajoute le caractère immatériel donc moins visible, plus complexe, des inventions qui accentue la suspicion et le doute. La littérature de science fiction regorge d'exemples de sociétés asservies à ceux qui détiennent le pouvoir scientifique et technique et l'utilisent à des fins de domination et d'exploitation des individus. Dans certains cas des savants sont dépossédés de leurs inventions par des intérêts privés ou publics.

De tout temps, les grandes découvertes sont d'abord utilisées à des fins guerrières. L'art de tailler le silex pour en faire des flèches a permis aux sociétés de l'époque d'assurer leur subsistance mais aussi de se défendre contre leurs ennemis. Quant au nucléaire, ses partisans y voient d'abord une source d'énergie propre, alors que ses détracteurs le considèrent comme un danger pour la planète. Or, si Pierre et Marie Curie avaient abandonné leurs recherches sur la radiologie parce qu'elles comportaient un danger pour le chercheur, la médecine n'aurait pas accompli le bond en avant globalement positif pour l'humanité.

Des exemples récents, moins planétaires que les gaz à effet de serre, ont réveillé les craintes vis à vis du progrès et de l'innovation. Les vertus de l'amiante sont aujourd'hui battues en brèche par les effets désastreux d'un usage immodéré avant que l'on se préoccupe de son innocuité pour l'homme. Les scandales du sang contaminé, de la vache folle ont suscité une vaste crise de confiance du public. A cela s'ajoutent les inquiétudes liées aux extraordinaires avancées accomplies dans la manipulation du vivant.

4. Abondance-rareté

Grâce aux TIC, l'abondance d'informations est la marque de la société de l'immatériel, mais cette information est à la fois pléthorique et bien souvent rapidement obsolète.

Côté progrès, l'accès à l'information est facile et plus largement ouvert au citoyen moyen. Les TIC représentent de puissants moyens d'information qui peuvent contribuer à l'autoformation au quotidien.

Le risque est, cependant, grand de se retrouver noyé sous une avalanche d'informations dont la portée opérationnelle se révélera réduite au regard du temps qui aura été passé à trier le bon grain de l'ivraie. Se pose la question de la hiérarchisation et de l'accès à l'information pertinente. Savoir éliminer le « bruit » dans la masse des informations qui arrivent quotidiennement et ne pas passer à côté des informations pertinentes représente un enjeu important de l'éducation et la formation au bon usage des TIC. En effet, les travailleurs de l'immatériel ont l'impression aujourd'hui d'être submergés par l'information dont le tri absorbe une part de plus en plus conséquente de leur temps. Au-delà, il restera toujours une part d'incertitude dans toute décision.

Oui, l'accès aux outils de la mise à disposition de l'information est condition nécessaire quand la condition suffisante est celle de l'accès éclairé.

5. Asservissement-liberté

Dans la course au progrès et à l'avancée technologique, les technologies du vivant vont être appelées à jouer un rôle de plus en plus important. Succédant aux indispensables méthodes de sélection des animaux et des plantes, les nouvelles découvertes sur l'information génétique et sur son traitement permettent d'ores et déjà d'améliorer la production alimentaire et la santé, de déléguer un certain nombre de travaux biologiques et chimiques aux bactéries et autres chaînes de développement. Ces sciences sont récentes. Leurs applications sont nombreuses. Beaucoup reste à explorer.

Néanmoins, leur soumission à une logique trop exclusive de profit aurait des conséquences rédhibitoires. Pour y parer il reste à mettre en place un « contrat naturel » afin de préserver les grands équilibres écologiques. A la perspective de l'irréversible dû aux gaz à effet de serre, s'ajoute la crainte d'un dérèglement autrement plus inquiétant lié aux manipulations génétiques. Au-delà du fantasme de l'homme qui joue à l'apprenti sorcier, les manipulations génétiques, que ce soient les OGM ou les techniques de clonage, représentent des manipulations dont on ne connaît pas les effets sur le long terme. Il s'agit d'une nouvelle donne dont l'activité productive doit tenir compte. Le devoir de responsabilité des chercheurs, des entreprises et des Etats impose une réflexion éthique accompagnant la mise en production de produits ou services qui risquent de porter atteinte à l'intégrité physique et morale de l'homme.

La société de l'immatériel doit se doter d'un système avec des règles éthiques qui permettent de décider que l'application productive de telle ou telle connaissance ne comporte pas de risques majeurs. Le devoir de précaution sur les nuisances que peut occasionner tel ou tel produit ou service doit devenir la règle dans la sphère productive. L'exigence croissante de traçabilité représente une première réponse à cette préoccupation de société qui pèse sur l'activité économique.

6. Personnalisation-massification

La recherche d'économie d'échelle dans la production et la distribution par la mise au point de produits visant un marché mondial conduit à élaborer des produits incorporant parfois beaucoup de technologies pour un prix moyen accessible au plus grand nombre.

De ce fait, les produits les plus simples qui répondent aux besoins quotidiens sont fréquemment enrichis et améliorés grâce à des astuces technologiques incorporées. La personnalisation de ces produits universels est obtenue par déclinaison d'un produit de base en une multiplicité de modèles qui permettent de rentabiliser la technologie incorporée (ergonomie, design, matière...). La tendance passe de la production de masse à la production à l'unité dans la série, au sur-mesure, assisté d'un marketing fortement orienté *one to one* comme en témoigne le développement des grandes bases de données. Ainsi les fabrications « standards » deviennent modulables en fonction des demandes. A partir d'un même yaourt, on peut décliner une gamme infinie de parfums. A partir d'un modèle de téléphone portable, il suffit de proposer toute une série de coques différentes pour obtenir un objet personnalisé.

Le risque majeur est toutefois qu'au lieu que la personnalisation finale soit un élément de diversité, « l'habillage » ne soit là que pour masquer la banalisation. L'exemple significatif est donné par le domaine des médias où la multiplication des chaînes de télévision n'a pas apporté l'enrichissement des contenus mais plutôt leur banalisation, où les télévisions et les journaux disposent toutes des mêmes sources d'informations et d'images. « L'habillage » devient la seule chose qui fasse la différence et l'identité de la chaîne ou du journal. Il n'y a plus de pensée originale, de multiplicité de points de vue. En outre, le marketing peut privilégier le pouvoir de séduction d'un produit à l'invocation de la longévité, de la robustesse, de la qualité. Dans le même temps, par effet de balancier, une demande implicitement personnalisée s'accroît.

7. Humanisation-déshumanisation

La société de l'immatériel contribue au reflux du travail physiquement pénible. Elle ouvre la voie à l'expression la plus aboutie de ce qui constitue l'apanage de l'être humain dans tout l'ordre vivant. Il s'agit là d'une promesse à tenir car il n'est pas de fatalité à un débouché massivement positif vers l'humanisation.

L'hypothèse que l'on voudrait retenir est celle que la société de l'immatériel privilégiera les facultés qui permettent l'avancée sur le chemin de l'humanisation, l'intelligence, la connaissance des autres et la liberté, la culture. Dans l'ordre de la production cela veut dire qu'elle reposera, toujours plus, sur les capacités de l'individu, reconnues dans l'entreprise à leurs justes valeurs, autorisant ainsi une gestion renouvelée des richesses humaines et d'autres relations sociales.

Une autre hypothèse, beaucoup plus pessimiste, a été évoquée, aux termes de laquelle le risque est grand de créer, de nouvelles formes de stress et pire encore, des exclus de « la sphère » de l'immatériel « rendus inutiles » et dont les conditions de travail se dégraderaient fortement. Une organisation productive à plusieurs niveaux se profilerait alors, groupant, d'une part, autour de 10 % « d'hyperactifs » 40 % « d'assistants », les « autres » étant alors exclus, voire considérés « inutiles ».

II - LES DÉTERMINANTS DE L'ACTE PRODUCTIF

A - LA MÉTAMORPHOSE DE L'ACTE PRODUCTIF

1. Les organisations de travail en mutation

Alors que le taylorisme avait apporté une forme de rationalisation de l'organisation du travail, basée sur une décomposition des tâches permettant l'exécution du travail par des personnes peu qualifiées, la recherche d'automatisation des tâches, y compris des tâches intellectuelles, dans la société de l'immatériel conduit à l'éviction des moins qualifiés. A une époque où tout se polarisait sur les gens de métier, détenteurs de savoir-faire multivalent – situation qui demeure et se développe dans l'artisanat - succède une époque où la priorité est plus largement donnée au travail de conception sur le travail d'exécution.

Ce travail de conception, organisé en réseau, assigne une place bien spécifique à chacun pour contribuer à la réussite de l'objectif commun. De ce fait, l'interchangeabilité des hommes devient limitée. De surcroît, ce type d'organisation comporte le risque du maillon faible, l'efficacité du groupe n'étant pas l'addition arithmétique de l'efficacité de chacun, mais le résultat d'une synergie entre chacun de ses membres. Si l'un d'eux est déficient, l'ensemble du groupe est pénalisé. L'addition des capacités intellectuelles n'est pas de même nature que l'addition des capacités physiques. Le système productif n'a plus tant besoin de bras que de matière grise. Les automates et robots en tous genres se substituent aux salariés affectés au travail physique, ce qui a conduit à un phénomène sans précédent de découplage du nombre d'hommes au travail par rapport à la productivité.

Si comme l'écrivait le centre des jeunes dirigeants en 1996¹⁹ « *le savoir de l'individu compte plus que le temps de la machine* », si comme le relevait le DRH du groupe Daimler-Chrysler¹ « *le comportement, les compétences sociales... des collaborateurs ont un poids croissant dans l'évaluation de leur travail lequel n'est plus évalué au nombre d'heures de présence mais sur la base des objectifs atteints et de la qualité des résultats* », dans cette nouvelle configuration, les systèmes d'organisation trop formels deviennent désavantagés par rapport à d'autres moins contraignants qui laissent plus de place à l'imagination et à la créativité. Le renouveau de l'organisation du travail entraîne une évolution des rapports sociaux du travail pour lesquels des relations directes par l'intermédiaire des mails, par exemple, viennent bousculer les modes traditionnels de circulation de l'information privilégiant la voie hiérarchique. Cela dit, les équipes subissent une mise sous tension permanente pour renforcer leur mobilisation à atteindre leurs objectifs. Parallèlement, on assiste à l'émergence d'une organisation du travail « immatériel » qui s'apparente au travail à la chaîne pour les intégrateurs informatiques ou les personnels des *call center* par exemple.

Le fait de travailler selon des horaires établis dans un bureau donné constituait un cadre structurant. Or on assiste à une perte des repères due au fait que le temps de travail effectif ne coïncide pas nécessairement avec le temps passé au bureau ou chez le client. La matière grise est toujours en alerte, d'autant plus que, dans l'activité immatérielle, le travail est toujours améliorable. Un travail même bien fait pourrait encore être peaufiné. Cette mobilisation permanente des neurones pour « faire plus et mieux » percute la frontière vie privée / vie professionnelle, d'autant plus que les outils de travail communicants permettent d'être sollicité en tout lieu, à tout moment.

Les systèmes de contrôle de l'activité productive, alimentés par la pratique généralisée du reporting, ont acquis un très haut niveau d'efficacité. La performance de chacun est évaluée quasiment en temps réel. Cependant, la mesure est un concept du monde matériel. Avant, il suffisait de comptabiliser les pièces produites, de mesurer le temps qu'il fallait pour les déplacer d'un point à une autre. Dans la société de l'immatériel on éprouve des difficultés à mesurer, observer, évaluer. On peine à évaluer l'immatériel, par définition non physiquement mesurable. On cherche des indicateurs qui sont des substituts plus ou moins pertinents comme le nombre de publications pour un chercheur par exemple. Dans le domaine productif, la réponse a été trouvée à partir de notions de qualité et de certification. Toutefois l'apport de cette démarche réside plus dans la réflexion que l'organisation est conduite à mener sur elle-même que dans la définition d'indicateurs immatériels proprement dits.

Par ailleurs, l'avancée considérable des moyens de communication à distance, conjuguée à la recherche de main d'œuvre bon marché a conduit à accentuer la séparation entre conception et réalisation. Les délocalisations

¹⁹ cf. A. Gorz - *L'immatériel* - Galilé Paris 2003.

massives de la production dans les pays émergents ont entraîné un transfert de la production dans ces pays. Ce transfert a été à l'origine d'un transfert de savoir-faire en particulier sur des produits à forte valeur ajoutée. C'est ainsi que la Chine est en train de devenir un producteur de rang mondial pour l'électronique.

2. De la division internationale du travail

La technique n'a pas de patrie. Elle s'installe là où les conditions de son accueil sont les plus favorables. Elle est sans domicile fixe, mondiale. De cela résulte qu'aucune contrée du monde ne saurait se prévaloir d'une vocation perpétuelle à l'excellence, mère de la prospérité. Si l'histoire l'enseigne, la plausibilité du nomadisme consubstantiel de la technique se vérifie sous nos yeux avec le constat de la montée en puissance de l'Asie.

Depuis 20 ans, les exportations asiatiques vers le monde occidental ont été le moteur du développement du Japon, puis des dragons (Taïwan, Corée du Sud, Philippines, Thaïlande, Malaisie, Indonésie...). Désormais, c'est le tour de la Chine et du Vietnam. Ces exportations continuent de croître vivement pour représenter 770 milliards de dollars (en 2001), soit 12 % du total du commerce mondial. Mais le commerce à l'intérieur de la zone progresse maintenant encore deux fois plus vite : de 1 % en 1975, sa part dans le commerce mondial est montée à 6,5 %.

Ainsi, l'Asie n'est plus une liste de pays qui chacun exporte en Amérique et en Europe, l'Asie devient un continent intégré avec une économie commune dans laquelle chacun se spécialise sur ses atouts. Tous y gagnent. L'Inde exporte en Chine des logiciels, de la pharmacie, de l'acier. La Chine exporte en Inde des matériels électroniques et des jouets. Le commerce entre les deux géants a triplé ces trois dernières années.

La décision de Pékin reconnaissant son déficit d'ingénieurs en logiciels informatiques de choisir NIIT Ltd., la plus grande société indienne de formation aux nouvelles technologies pour créer 125 écoles dans 25 provinces de Chine et enseigner à 25 000 élèves par an est, à ce propos illustrative. C'est le signe d'une donne nouvelle où les deux rivaux d'hier abandonnent les querelles de frontière pour laisser place au commerce...

Les conséquences géostratégiques de l'alliance qui se dessine entre les deux pays les plus peuplés de la terre sont incalculables. La banque *Goldman Sachs* estime, en prolongeant les courbes actuelles, qu'en 2050 la Chine serait devenue la première puissance économique mondiale devant les Etats-Unis, l'Inde étant troisième.

On a une idée de la vitesse d'intégration du continent en soulignant que, dans le même temps, la part du commerce intraeuropéen est passée de 24 % du commerce mondial à 20 % malgré la création du marché commun et des élargissements successifs !

En Asie, le schéma de développement de chacun des pays a été le même : s'appuyer sur ses bas coûts de main d'œuvre pour importer des composants, les assembler puis les exporter. Ensuite, au fur et à mesure que la population s'intègre dans les usines et voit son niveau de vie augmenter, passer progressivement à des produits de plus haute valeur ajoutée et laisser les ateliers de montage au pays voisin.

Une spécialisation « *verticale* » se fait jour pour les automobiles comme pour les téléphones portables, chaque pays se consacrant à une opération de l'ensemble du processus de production. Le Japon reste au sommet, conçoit, fabrique les composants complexes et les délocalise dans toute l'Asie ; la Chine occupe une place de plus en plus centrale de la fabrication à l'assemblage ; Singapour se veut un centre technique ; Corée et Taïwan abandonnent l'assemblage pour monter en gamme ; Malaisie ou Philippines demeurent uniquement des ateliers. Toute la chaîne s'imbrique : de la recherche à la vente. « *L'Asie est en train de devenir un nouveau centre de gravité non seulement en tant que marché ou atelier industriel mais aussi en tant que centre d'innovations* », selon Francis Lorentz, président de l'institut d'études en télécommunications, *Idate*.

Pour l'heure industriel, ce processus commence à s'élargir aux marchés des services, de la banque, du tourisme...

A l'aune de ce qui précède, l'interrogation sur le moment où la Chine s'éveillera est derrière nous. C'est l'Asie toute entière qui s'est éveillée et fait entrevoir un possible basculement du monde à partir des conditions favorables faites là-bas à l'accueil de l'activité productive ; que cette dernière soit à base de connaissances les plus avancées ou de la puissance physique la plus sommaire. S'y ajoute la bonne nouvelle du commerce pour construire la paix. C'est ainsi que la route qui joint l'Inde et la Chine en traversant l'Himalaya sera rouverte. Au début de novembre, les deux armées ont réalisé pour la première fois un exercice naval conjoint. Chine et Inde se retrouvent pour défendre une position commune dans les réunions de l'Organisation mondiale du commerce.

Sans angélisme, les armes de l'activité productive font taire les armes de la guerre par l'émulation ouverte sur l'infini de la création et de l'innovation qui se substitue à l'âpre et souvent cruelle lutte pour gagner sur l'autre, le jeu serait à somme positive.

En filigrane de ce passage par l'Asie apparaît l'enjeu capital que constitue la participation au processus d'émulation naturellement mondial.

Le grand chambardement, constaté au niveau du monde qui impose des conditions à l'émulation collective, se traduit chez les individus qui n'y peuvent rester étrangers. L'idée d'émulation peut servir de fil rouge dans l'acception qu'en donne le dictionnaire Robert : « *sentiment qui porte à égaler ou à surpasser quelqu'un en mérite, en savoir, en travail* ».

Envisager les questions se posant à chacun en terme d'émulation permet d'envisager les relations entre individus sous les auspices d'une tension réelle mais fertile dès lors que la perspective s'inscrit, toutes proportions gardées, dans celle des relations entre pays, dans un jeu à somme positive.

B - PRIORITÉ À LA RICHESSE IMMATERIELLE DE L'ÊTRE HUMAIN

1. L'éducation pour socle fondateur

« ...*Le vrai problème n'est donc pas de savoir ceci et cela, mais d'être de telle manière* ». Attribuée à Socrate, cette formule ne s'applique-t-elle pas tout particulièrement à un univers qui a quitté la linéarité pour la simultanéité et où règnent l'impermanence et l'imprévisibilité.

La posture assumée distribuera les individus entre la plus grande vélocité et ses antipodes qui s'appellent impotence.

La question est alors celle de l'édification des soubassements de la posture la plus favorable à chacun, dans le but de lui donner les moyens de l'explorateur de l'immatériel.

L'image du rhizome et du pivot fait apercevoir la double dimension du processus. Autour du pivot s'institue l'ancrage dans la discipline et le savoir précis quand le rhizome fait écho à la pluridisciplinarité, la polyvalence et à tout ce qui permet de se mouvoir dans tous les ordres de la vie, professionnelle et non professionnelle.

Hors toute considération sur les formes et lieux de l'édification des soubassements, il semble admis que la première étape, constituée par le jeune âge, soit cruciale. C'est alors que se dessinera l'orbite à partir de laquelle évoluera l'individu. L'orbite haute permet de voir venir et de dominer ; ce que l'orbite basse ne permet pas. La première posture ouvre des possibles éventuels interdits en orbite plus basse...

2. La formation continue pour la garde et l'amélioration de la capacité

La cause de la formation continue semble entendue. Quelle qu'en soit l'appellation, elle procède d'un impératif absolu dès lors que l'on accepte les perspectives d'une société de l'immatériel, donc de la connaissance, dont nous n'entrevoions que les prémices.

La partie à prendre est celui du mouvement perpétuel et universel. Tout bouge et ne cessera de bouger sans que davantage puisse être dit sur le sens et le rythme du mouvement.

Cette formation continue doit s'inscrire dans un double objectif de spécialisation et de polyvalence. L'idée de spécialisation est emportée par les objets de l'activité avec des exigences plus ou moins pointues mais toujours impératives. Quant à la polyvalence, il peut s'agir de parler l'anglais et maîtriser l'informatique devenue aussi nécessaire que de savoir conduire une voiture. Moins évidentes sont les capacités requises pour être en mesure de travailler en

équipe constructive avec les juristes et les financiers. Dans la mesure où le système productif fonctionne de plus en plus selon la forme d'une organisation par projet, les personnes impliquées doivent maîtriser une palette importante de savoir-faire au-delà de leur métier de base. Elles doivent savoir devenir tour à tour commercial, financier, marketeur.

A ce stade apparaît clairement l'articulation entre le socle fondateur évoqué précédemment et la formation continue. Le socle est ici pareil aux fondations de l'immeuble ou au porte greffe de l'arbre fruitier. Des fondations saines et solides et des porte-greffes vigoureux pourront accueillir des greffes et des superstructures renouvelées, inenvisageables en cas de fondations incertaines et de porte greffes souffreteux.

Par ailleurs, bien sûr, hors sa dimension professionnelle stricte, le socle initial le plus étendu ne cessera lui-même, par inertie propre, d'enrichir la posture de l'individu et son espace d'accueil à l'imprévisible. Là intervient la culture...

3. La culture pour la respiration des savoirs

Si la société qui la précède puisait ses racines dans le solide incarné, il n'en va pas de même de celle de l'immatériel. Rédigée à un autre propos, une phrase du Général de Gaulle peut ici aider à la réflexion : *« A l'antique sérénité d'un peuple de paysans, certain de tirer de la terre une existence modeste et assurée, a succédé, chez les enfants du siècle, la sourde angoisse des déracinés »*.

Parer à la sourde angoisse ne saurait s'envisager par le retour à un temps paysan ou un ordre paysan qui jamais plus ne sera. Les êtres humains des temps à venir s'enracineront ailleurs. De façon schématique, si les anciennes racines procédaient de l'univers de la terre et de la matière, les nouvelles sont à construire à partir des antipodes dans l'ordre de l'esprit.

Cela place les questions des affaires de l'instruction, sous toutes ses formes : initiale, continue, périphérique, interstitielle, sous un jour tout à fait particulier. Elles s'inscriront dans un horizon plus général de la culture entendue comme l'ensemble des facultés permettant à l'être humain de s'habiter le plus complètement.

Peut-être le terme d'apprenance peut-il ici recouvrir ces nouvelles racines qui puisent à l'infini... Affleure ici l'idée de l'incorporation de la dimension professionnelle de l'individu à un domaine plus vaste, constitué par l'ensemble de ce qui fait la vie de l'être humain... La problématique ancienne de l'éducation permanente peut resurgir ici avec la fertilisation croisée des diverses dimensions de l'individu, la professionnelle fertilisant son entour et réciproquement. C'est dans sa dimension globale qu'il apparaît alors nécessaire d'envisager l'être humain.

C - LA VEILLE ET L'INTELLIGENCE ÉCONOMIQUE POUR LA COMPÉTITIVITÉ

Dans un rapport paru en 1994, l'intelligence économique était définie comme « *l'ensemble des actions coordonnées de recherche et de traitement en vue de son exploitation, de l'information utile aux acteurs économiques, obtenue légalement dans les meilleures conditions de qualité, de délai et de coût* ». Quelques années plus tard, la définition s'est affinée pour devenir méthode de management, englobant la gestion de l'information et, surtout, des connaissances. Entre-temps, l'Internet a déferlé avec la masse d'informations au sein desquelles il est facile de se perdre.

Trop facilement assimilée à la guerre économique ou à l'espionnage, l'intelligence économique procède d'émulation dans la mondialisation et la complexité. Elle permet de produire de l'information utile à la prise de décision, dans une perspective de performance et de création de valeur. Mode de management systémique, l'intelligence économique doit permettre d'anticiper, plus aboutie que la veille qui se limitait à s'adapter.

Naturellement, la situation actuelle où les entreprises sont à la fois alliées pour des économies d'échelle et concurrentes, notamment pour l'innovation de procédés et de produits, crée des difficultés nouvelles. Ainsi, lorsque telle entreprise bâtit une usine dans le Nord de la France pour construire des monospaces, elle le fait en partenariat avec une autre entreprise avec laquelle elle est par ailleurs en concurrence frontale. Toute la difficulté pour un chef d'entreprise réside en ce qu'il doit à la fois protéger son entreprise mais aussi s'ouvrir, nouer des partenariats, développer des coopérations. Sur un marché totalement mondialisé, on ne peut pas gagner seul.

Cependant, veille et intelligence économique ne sont pas à sens unique et se développent tous azimuts. Ainsi par exemple, les facilités offertes par les TIC permettent un gain de temps et d'efficacité considérable. Pourtant, rien ne garantit qu'il n'y aura pas un voyeur-écouteur sur le réseau prêt à capter des informations dont il tirera profit au préjudice de l'émetteur. D'une manière générale, les entreprises sont très sensibilisées au problème de la divulgation involontaire d'informations qui pourraient être utiles à « l'ennemi », à tel point que certaines entreprises ont diffusé auprès des cadres une note leur recommandant de ne pas parler de leur travail dans les lieux publics.

D - LA SYNERGIE POUR LA COOPÉRATION NÉCESSAIRE

Pour faire face à la complexité de la société de l'immatériel une notion nouvelle de « collectif des savoirs » s'impose. Elle met en jeu l'organisation de la coopération des savoirs. Certes, le fonctionnement en réseau permet l'optimisation des performances individuelles au profit de l'ensemble, du résultat final, mais il comporte un risque de désociabilisation et d'isolement.

L'évolutivité incessante qui caractérise la société des savoirs induit une adaptabilité permanente non seulement des produits et services, mais aussi des hommes qui les conçoivent et les fabriquent. La mise en relation crée le liant et la dynamique entre les quatre faces de la pyramide formée par la technique, les savoirs, le capital et l'activité humaine. Cette mise en relation, pivot de la société de l'immatériel, est à l'origine d'une mise en mouvement autour de systèmes de valeurs partagés qui correspondent à la représentation de la culture du moment. Par rapport à l'acte productif antérieur qui mettait en jeu des actes, aujourd'hui la personne est totalement en cause et non pas seulement ses faits et gestes. Ainsi les exigences de la production pèsent sur l'implication totale de la personne et son intelligence des situations. La mise en relation contribue à une relation circulaire où la réciprocité tend à devenir la règle générale. Avec le développement de l'externalisation des tâches productives, le manager devient un assembleur, un assembleur de compétences plutôt qu'un chef d'orchestre. En effet, l'image du chef d'orchestre qui dirige le jeu des différents exécutants est de moins en moins pertinente, dans la mesure où les « exécutants » qui concourent à la réalisation du produit ou service sont de plus en plus souvent disséminés aux quatre coins de la planète. Il n'en reste pas moins que les technologies de l'information et de la communication permettent de coordonner et réguler à distance le bon ordonnancement de la production.

Pour les acteurs de la production immatérielle, l'enjeu consiste à trouver les moyens de préserver la fierté collective du travail bien fait. Dans le domaine de la production matérielle, la cristallisation des équipes autour de « la belle ouvrage » se faisait facilement. Pour la production immatérielle, les hommes et les femmes qui ont contribué à la réalisation d'un contrat réussi n'ont pas de support pour signifier l'importance du travail d'une équipe. De surcroît le monde des affaires est de plus en plus pragmatique et le client considère comme normal que le fournisseur accomplisse correctement sa mission, sans qu'il soit besoin d'en gratifier les artisans d'un « merci ». De même, l'employeur n'hésitera pas à rappeler à l'ordre un salarié qui ne donne pas satisfaction, mais il sera généralement avare de louanges pour celui qui s'est montré particulièrement efficace au service de l'entreprise. Cette absence de reconnaissance démotive certains jeunes diplômés qui en viennent à préférer après quelques années un salaire moindre pour une qualité de vie meilleure, où le temps dépensé sans compter est consacré à des activités d'épanouissement de soi, comme le théâtre, l'équitation ou encore à des actions humanitaires.

E - L'ÊTRE HUMAIN SOLLICITÉ

Du latin « *sollicitare* » traduit par le dictionnaire Robert en « remuer totalement » : le terme sollicité permet de rendre compte de la posture qu'est invité à prendre l'individu dans le travail immatériel.

Dégagé du corps à corps avec la matière, l'être humain peut, dans l'idéal, libérer les forces de son esprit que la peine physique entravait. Naturellement

cette libération postule des conditions nécessaires ancrées dans les capacités de l'individu à s'installer dans la société des savoirs et de l'immatériel.

Ces capacités puisent à la fois à l'expertise appelée par l'objet même du travail à accomplir et à des notions plus subjectives qui réfèrent au bien-être sans lequel l'expertise ne s'exprime pas à l'optimum...

Dans cette approche naîtront des conditions proches de celles définies par Stendhal pour le bonheur « *conjoncture du métier et de la passion* » ou encore Nietzsche appelant de ses vœux la société ou « *ne règnera plus le juge mais le créateur* ».

CONCLUSION

« Seule une personne de compréhension réduite désire arranger les choses en séries complètes. C'est l'incomplétude qui est désirable... »

En formulant ces quelques mots, Henri Michaux ne savait pas trouver écho en conclusion d'un rapport du Conseil économique et social. Pourtant, il offre la meilleure porte de sortie qui soit, en autorisant à frapper du sceau de la volonté ce qui doit davantage à une sorte d'impossibilité à aller beaucoup plus loin dans l'examen de l'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel.

Bien sûr plus ou autrement pourrait être dit et nombre de lignes écrites, glanées au hasard du rapport, justifieraient disputes, controverses et polémiques dès lors qu'elles se trouveraient soumises à l'examen clinique. Là, n'est-ce pas Talleyrand qui a dit qu'il saurait trouver dans trois lignes écrites par quiconque matière à le faire fusiller.

Cela dit l'impossibilité à dire beaucoup plus, est d'abord liée à l'immatérialité de l'immatériel installé, à bas bruit et à l'œuvre bien avant qu'on en ait claire conscience.

Quand Marcel Mauss affirmait que la pratique a toujours de l'avance sur les théories, il pointait ce phénomène que la métamorphose du monde place sous un éclat qui n'a pas de précédent.

Cette métamorphose sans pareille est générée et entretenue par l'incessante moisson de techniques cristallisant connaissance et savoir. Sollicitée plus avant, la métaphore de la moisson peut donner à comprendre ce qui advient. L'histoire nous a appris que la moisson est soumise au rythme des saisons. Tout se passe comme si dans l'univers de la technique, cela n'était plus, avec des moissons déconnectées de toute saisonnalité et se proposant la plus grande imprévisibilité.

Raymond Aron parlait du caractère irrésistible du processus de la technique. Pour d'aucuns, on peut aussi dire qu'il est impitoyable. Ces derniers qui à des degrés divers, comme tout un chacun, vivaient dans l'angoisse, peuvent sombrer dans le désespoir. Quand l'angoisse procède d'une inquiétude métaphysique née de la réflexion sur l'existence, le désespoir se définit par la situation de détresse en face d'une situation inextricable. Hugo en son temps a établi des degrés au désespoir : *« De l'accablement on monte à l'abattement, de l'abattement à l'affliction, de l'affliction à la mélancolie »*.

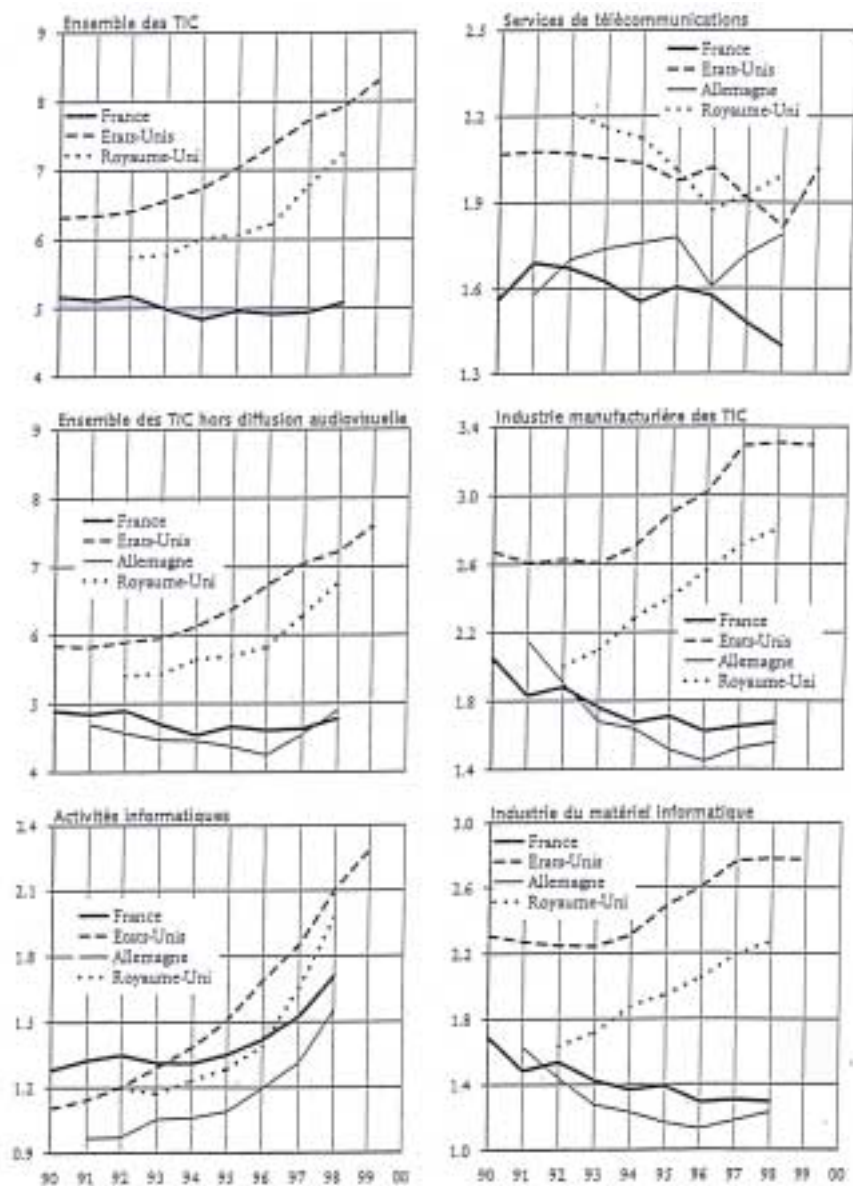
Quelqu'en soit le degré, le désespoir est délétère.

Même s'il ne peut être généralisé, le constat qui précède relève de l'élémentaire lucidité. Il ne saurait quitter l'arrière place de la réflexion quand arrive le moment de faire des propositions pour que « l'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel » ne génère pas de rupture entre des élus et des parias.

Naturellement, c'est du côté de la satisfaction des exigences de la société de l'immatériel que se trouvent les voies à rechercher pour éviter fracture et rupture. Ajoutons que la notion d'immatériel est à considérer dans une acception qui concerne l'individu dans toutes ses dimensions et pas seulement dans ses dimensions professionnelles. A ce stade s'invite tout naturellement le mot culture et le détournement de la formule attribuée à Malraux sur le caractère du XXI^{ème} siècle qui sera immatériel et culturel...

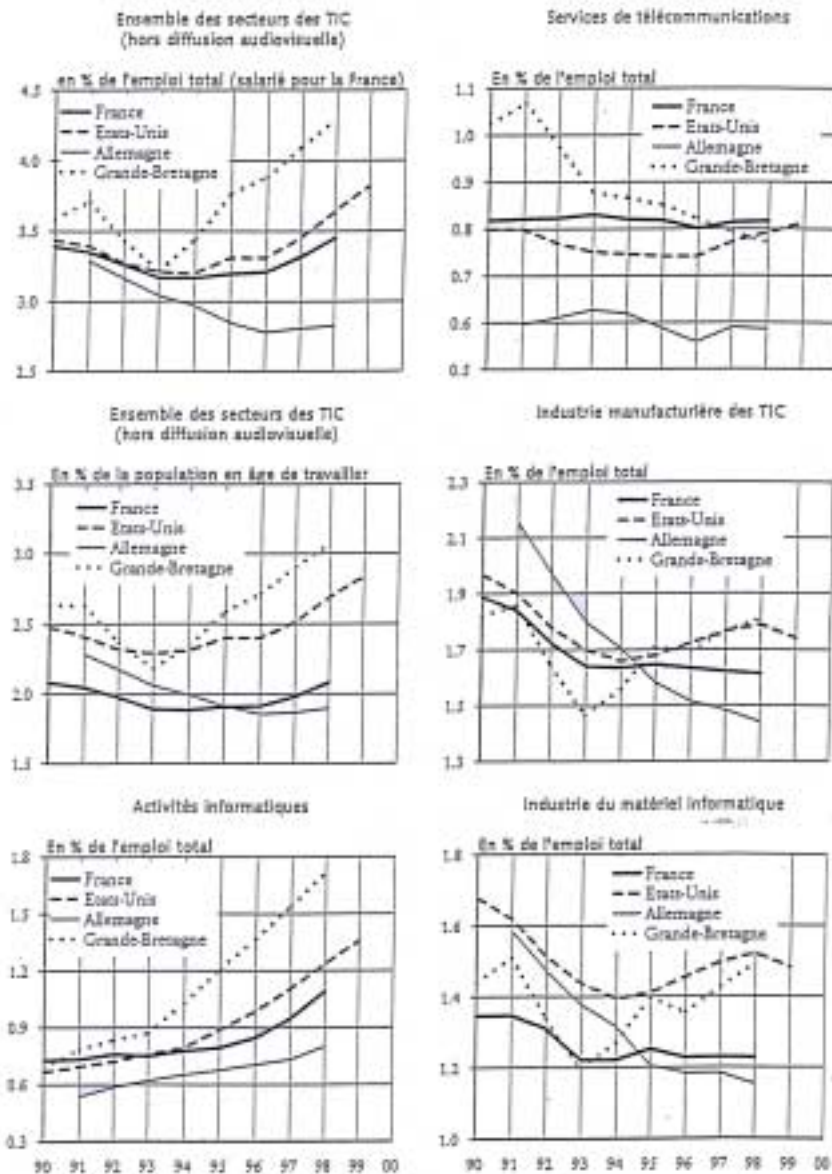
ANNEXES

Annexe 1 : Part de la valeur ajoutée des secteurs producteurs de biens et services des technologies de l'information et des communications (dans le PIB total du pays)



Source : Rexecode

Annexe 2 : Emploi dans les secteurs producteurs de TIC



Source : Rexecode

TABLE DES SIGLES

ACI	: Actions concernées incitatives
AMF	: Alliage à mémoire de forme
ANVAR	: Agence nationale de la valorisation de la recherche
ATP	: Adénosine triphosphate
CDI	: Cendre de documentation et d'information
EAO	: Enseignement assisté par ordinateur
ERTMS	: Système de gestion du trafic ferroviaire sur les grandes lignes européennes
FDA	: Food and drug administration
FRAC	: Fonds régionaux d'aide au conseil
GPS	: Localisation par satellite (<i>Global positioning system</i>)
HUPO	: <i>Human proteome organization</i>
LENS	: Modelage par ingénierie laser
LIUM	: Laboratoire informatique de l'université du Maine
LVA	: Limiteur de vitesse adaptatif
MAV	: Microdrone (<i>Micro air vehicles</i>)
NNI	: <i>National nanotechnology initiative</i>
NTIC	: Nouvelles technologies de l'information et de la communication
OGM	: Organisme génétiquement modifié
PHA	: Plate-forme haute altitude
PIIC	: Politiques de l'information, de l'informatique et de la communication
RMNT	: Réseau de recherche en micro et nanotechnologie
TICE	: Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation
UAV	: Avion sans pilote (<i>Unmanned air vehicles</i>)

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 :	Le poids de la valeur ajoutée du secteur producteur de TIC (en % du PIB)	125
Tableau 2 :	Emploi total dans les secteurs producteurs de TIC en 1998.....	126
Tableau 3 :	Dépenses globales R&D : comparaison Etats-Unis/Autres pays du de l'OCDE en 1998.....	127
Graphique 1 :	FBCF en produits et services des technologies de l'information du secteur privé non résidentiel (en % du PIB).....	127
Schéma 1 :	du micro au nanomonde.....	94

A bas bruit, l'immatériel saisit l'ensemble de nos actes. Autrement appelé « donnée » ou « information », il a gagné, après le monde de la production, celui de la vie quotidienne et personnelle de chacun d'entre nous.

Le Conseil économique et social examine ce processus qualifié, à un siècle de distance, « d'irrésistible » par Karl Marx et Raymond Aron et qui abolit les frontières et interroge sur la relation nouvelle au travail et à la production.