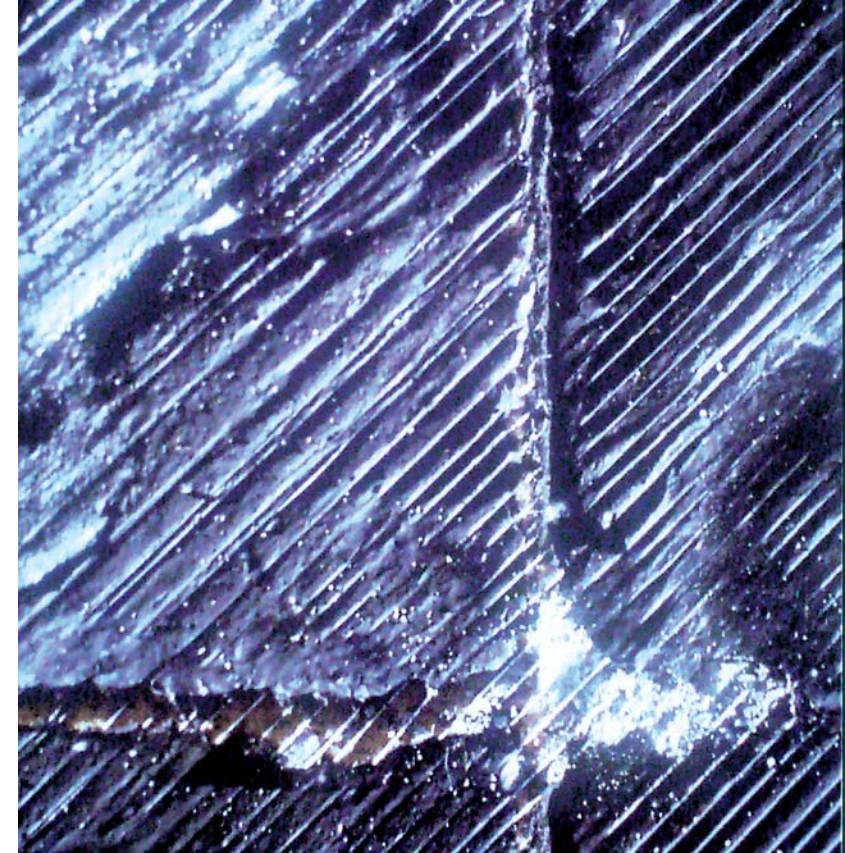


Réflexions autour de l'ouvrage
« LES MÉDIAS IMMERSIFS INFORMATISÉS
Raisons cognitives de la ré-analogisation »
par Marcin Sobieszczanski
MSHS Sud-Est
AXE 1 COGNITION & COOPÉRATION
& AXE 2 (TIC, USAGES ET COMMUNAUTÉS
02 avril 2015



Genèse de notre démarche

- L'article de 2011, « Hommage à : Paul Baran (1926-2011) » paru dans Hermès, publié à la suite de la disparition d'un des pionniers d'Internet, a eu pour moi une importance capitale. En effet, l'accès aux services en lignes de l'agence américaine The United States Patent and Trademark Office ainsi que la de-secretisation des brevets militaires des années 1960 m'ont permis de trouver une méthode efficace dans l'établissement des filiations technologiques. Cette méthode sera un des piliers de la factographie que j'ai confectionnée dans le cadre de ma recherche qui alimente l'ouvrage actuellement sous presse chez Peter Lang.

Le résumé de l'ouvrage

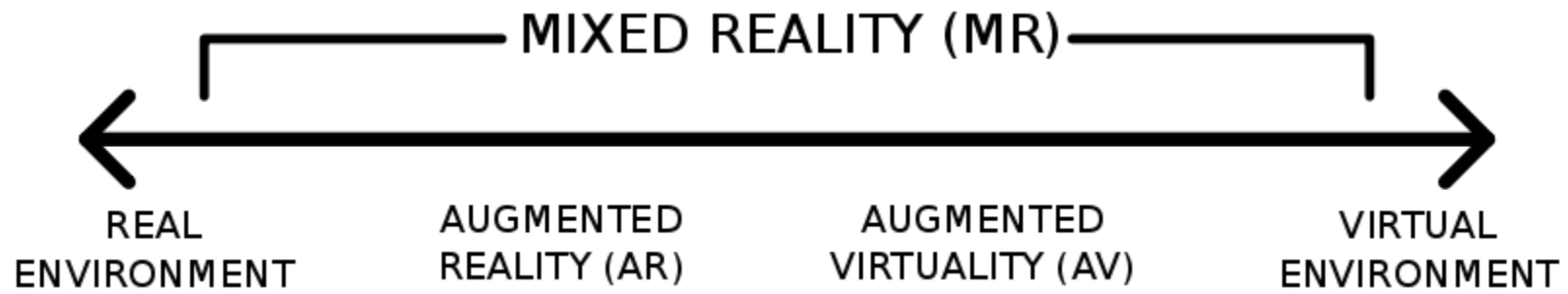
- « L'intention de l'auteur, dans cet ouvrage, est de mettre en parallèle l'évolution des médias informatisés (traditionnels ou exclusivement informatiques) et l'évolution des périphériques d'ordinateurs. Le matériel informatique utilisé afin d'assurer la communication entre l'homme, la machine et l'environnement, marque depuis quelques temps une tendance à la multi-sensorialité immersive. Alors que dans le milieu naturel la notion d'"immersion" signifie la prédominance d'un seul facteur sur les autres cofacteurs environnementaux, dans le milieu anthropien, cette notion renvoie plutôt à une reconstruction artificielle de la complexité des affordances sensorielles offertes aux agents cognitifs qui peuplent ce milieu.
- De cette reconstruction, assumée aujourd'hui principalement par les médias informatisés, émerge récemment un phénomène - que j'appelle le phénomène de "ré-analogisation" -, consistant à recourir à des solutions informatiques inspirées de la biologie, plus rapides que les algorithmes binaires, et auto-adaptables face aux changements imprévisibles des conditions dans lesquelles l'homme travaille. La ré-analogisation est cristallisée par la prolifération actuelle des environnements immersifs communicants que l'on discute à l'aune des concepts de naturalisation et d'environnementalisation. Ainsi la fonction principale des médias est-elle de produire des séquences multisensorielles, lors de l'émission ou de la réception, capables de déclencher des "effets" cérébraux spécifiques. C'est grâce à ces effets que les artefacts de communication (les contenus des actes de communication) peuvent efficacement se référer aux contenus mentaux de chaque protagoniste de communication. Ainsi, les outils informatiques de communication, partiellement ré-analogisés, deviennent de plus en plus de véritables agents communicants, aussi bien dans la prise d'informations, notamment par le biais sensoriel, que dans le traitement d'informations.
- L'immersion n'est donc pas une simple tendance qualitative des multimédias qui chercheraient à s'enrichir. Elle acquiert aux yeux de l'auteur une dimension philosophique singulière aboutissant à une vision originale de l'autonomisation de la sphère médiale. La culture créée dans le cadre de ces technologies dissoutes dans l'environnement humain accomplit une nouvelle étape de l'évolution humaine marquée par la rétroaction immersive. »
- L'ouvrage comporte 5 parties :
 - approche anthropologique : immersion naturelle / immersion anthropienne,
 - communication et industrie de l'immersion sensorielle,
 - hallucinations, conscience, mémoire,
 - jonction du cinéma et des environnements immersifs,
 - hypothèse immersive : médias en tant qu'externalisation du cerveau,et deux projets des recherches sur la sémantisation du « Web immersif et collaboratif ».

EIC... (*Environnements Immersifs Communicants*)

- Les prototypes de Réalité Virtuelle et de Réalité Augmentée, ainsi que les équipements produits industriellement sont bien connus du large public et leurs usages particuliers ou parfois détournés sont scrupuleusement repérés et agréés par un public averti, notamment par le lectorat du journal de référence publié depuis 1995 par Springer « Virtual Reality ». Les domaines d'application sollicitent également leurs nombreux publics spécialisés qui couvrent un large éventail de champs : entreprise, commerce et publicité, armée, éducation et apprentissage professionnel, spectacle, jeux, mode, sport, médecine, télécommunication, visualisation de données...
- Le lecteur francophone bénéficie, dans ce domaine, d'un ouvrage monumental en 5 volumes « Le traité de la réalité virtuelle » publié à l'initiative du Professeur Philippe Fuchs par les Presses des Mines - Transvalor.

Fuchs, P., Moreau, G., Berthoz, A., Vercher, J.-L., 2006, Le traité de la réalité virtuelle, vol.1, L'homme et l'environnement virtuel, Presses des Mines – Transvalor ; Fuchs, P., Moreau, G., Burkhardt, J.-M., Coquillart, S., 2006, Le traité de la réalité virtuelle, vol.2, L'interfaçage, l'immersion et l'interaction en environnement virtuel, Presses des Mines – Transvalor ; Fuchs, P., Moreau, G., Tisseau, J., 2006, Le traité de la réalité virtuelle, vol.3, Outils et modèles informatiques des environnements virtuels, Presses des Mines – Transvalor ; Fuchs, P., Arnaldi, B., Guitton, P., 2006, Le traité de la réalité virtuelle, vol.4, Les applications de la réalité virtuelle, Presses des Mines – Transvalor ; Fuchs, P., Moreau, G., Donikian, S., 2009, Le traité de la réalité virtuelle, vol.5, Les humains virtuels, Presses des Mines – Transvalor

- Vers le milieu des années 1990 voit le jour la théorie dominante des dispositifs immersifs, bâtie par Paul Milgram et ses collaborateurs d'Ergonomics in Teleoperation and Control Laboratory à Toronto. Cette théorie peut se résumer par ce simple schéma devenu classique :



Les publications de ce centre sont énumérées et souvent offertes en plein texte sur le site : <http://etclab.mie.utoronto.ca/index.php?on=publications>

Notre démarche diffère des stratégies heuristiques adoptées dans cette abondante littérature puisqu'au centre de notre visée ne se trouve pas la dialectique réel / virtuel mais la question de la sphère sensorielle des médias où la tendance à l'immersion figure parmi les courants forts de l'industrie actuelle de la communication et de la culture.

Propos

- La sphère sensorielle de l'informatique n'est pas là pour nous procurer une « bonne » illusion, une illusion « numérique » qui surpasserait en qualité les traditionnelles illusions « analogiques ».
- Elle assure la communication entre l'agent cognitif naturel et la machine de traitement d'informations, sur le canevas de laquelle se construit le rapport informationnel de la machine au réel.
- La problématique de la sensorialité artificielle des ordinateurs relève de la problématique du mécanisme de fonctionnement de l'information sensorielle engagée dans le processus de constitution de la représentation du monde par les agents humains et par leurs « substituts » machiniques, afin d'orienter des comportements adaptés à une situation réelle, et ceci sur le fond du *biofeedback* agent humain / environnement anthropisé.
- Le corolaire de cette affirmation veut que la sensorialité artificielle soit partiellement analogique... On peut en faire une conjecture, à partir des solutions techniques de plus en plus fréquentes dans l'industrie informatique actuelle, mais on peut également argumenter sur son caractère nécessaire. En effet, entre la technicisation analogique et la digitalisation, il existe bien un rapport historique de saut technologique qualitatif permettant de passer d'un traitement d'informations nécessitant les compétences intellectives humaines vers un traitement logico-algébrique reproduisant et automatisant ces mêmes compétences, mais il existe aussi un autre rapport, basé sur le principe d'économie praxique. Sur ce plan, on considère les conditions de la révolution de digitalisation (*analog-to-digital conversion*), prise dans son ensemble, en tant que numérisation des données, propre à toute l'informatique, ou uniquement en tant que révolution médiale de l'informatique, propre au multimédia. La conversion du signal continu en signal discrétisé ne s'est pas faite sans une perte considérable au niveau du temps de traitement (inconvenient aujourd'hui partiellement levé par l'amélioration des capacités des ordinateurs), mais avec les gains effectifs au niveau des possibilités de traitement d'informations. La situation actuelle de l'industrie de la culture et de la création nécessite la prolifération des conversions inverses - *digital-to-analog*, parmi lesquelles les procédés *analog-to-analog*, conjugués aux process informatiques, s'imposent en tant que solutions nécessaires puisque accomplissant le mieux le principe d'économie de temps. Si les calculs n'ont pas de dimension temporelle à proprement parler, dans le sens que leurs résultats ne dépendent pas, théoriquement, de la vitesse de leurs exécutions, les processus de constitution de corpus de données à partir de la perception (rafraîchissement des données environnementales) possèdent une temporalité, notamment celle qui est liée aux événements environnementaux qui conditionnent les états de l'agent traitant l'information. Au regard de cette évidence, les procédés *analog-to-analog* sont nécessairement un des horizons de l'informatique médiale moderne puisqu'ils sont véritablement consubstantiels aux liens causaux parcourant l'environnement. Ce sont aussi les seuls *procédés* véritablement rétroactifs, fidèles à leur étymologie émergeant de l'apposition du radical latin *cedo* (« je recule ») au préfixe latin *-pro* (« avant »).

Moteur de croissance de l'industrie des systèmes cognitifs artificiels

- Le progrès de l'industrie informatique n'est pas dans la miniaturisation des transistors, mais dans la façon dont l'industrie suit les résultats des sciences cognitives et spécialement les résultats portant sur la sensorialité au sens le plus large, incluant le traitement et la conduction neuronale de l'information. Autrement dit, l'industrie informatisée, tout comme le système nerveux, avance plus au niveau global, lié à ses capacités de produire des dispositifs de l'interaction système cognitif / milieu (le fameux *reality turn* de l'informatique) qu'au niveau élémentaire. C'est à la poursuite des recherches et des solutions techniques dans le domaine des interfaces sensorielles et au traitement de l'information de plus en plus complexe qui provient de ces périphériques que sert à présent l'accroissement des performances des processeurs des ordinateurs.

Un fait frappant du côté du substrat neurophysiologique de la perception et du traitement mental de l'information sensorielle : les cartes rétinotopiques

- La scène visuelle est liée au cortex visuel par ce qu'on appelle en mathématiques l'application bijective. La méthode des cartes rétinotopiques, comme l'affirment Wandell et Winawer, est actuellement, grâce à l'IRM anatomique, celle qui conforte le plus les bases de cette théorie posées dans les années 1990. La possibilité de dresser des cartes rétinotopiques sous-entend le principe qui se résume dans le constat que ce qui est typologiquement connexe sur la rétine activée l'est également dans l'activation des circonvolutions corticales. Puisque la topologie de la rétine est moins complexe que la topologie des plis corticaux, le rapport bijectif est difficilement observable et n'est pas toujours vérifiable. Mais au-delà de ces difficultés, la rétinotopie n'est que la partie émergée de l'iceberg de la compétence universelle que présentent les systèmes sensoriels, et particulièrement visuels, des animaux. Si la rétine est une surface quasi-standard, apte à recevoir la matérialisation 2D de l'information lumineuse, c'est un résultat de l'évolution assez compréhensible, puisque nécessitant le moindre effort algorithmique dans le traitement des déformations optiques. Mais avant l'activation effective des cellules rétiniennes, nous avons toute la complexité des problèmes liés à la structure et au comportement de la lumière, aux propriétés des surfaces de réflexion et des milieux transparents et semi-transparentes, ainsi que les problèmes géométriques de la projection conique et finalement les problèmes de la photosensibilité et de ses rapports avec les stimuli caractéristiques des niches écologiques occupées. De l'autre côté, au-delà de la rétinotopie, la compétence gnosique sensorielle sous-entend la résolution biologique des problèmes liés aux rapports entre la morphologie et la topologie des circonvolutions du cortex visuel et son mode de fonctionnement par des trains temporels de décharges synaptiques, rapports qui se perdent dans l'abîme du changement d'échelle depuis quelques centimètres vers quelques nanomètres. L'enchevêtrement de ces obstacles épistémiques fait que la compétence sensorielle, tout en restant véridique, n'est pas un fait empirique. C'est un horizon de la pensée scientifique, ou encore une « métaphore épistémologique », si joliment exprimée dans le texte visionnaire de Georges Didi-Huberman, « Celui qui inventa le verbe "photographier" », où la connaissance est littéralement le résultat de « l'insolation » des « interfaces » corporelles du chercheur de la vérité. Pour la revue de la littérature cf. Wandell, B., A., Winawer, J., 2011, « Imaging retinotopic maps in the human brain », Vision Research, 51 (2011), 718-737, <http://white.stanford.edu/~brian/papers/mri/2011-Review-VisionResearch-Wandell-Winawer.pdf>

Didi-Huberman, G., 1998, « Celui qui inventa le verbe "photographier" », in Phasmes. Essais sur l'apparition, Paris, Les Editions de Minuit, p.55

- **Schéma de la vision et des fonctionnalités associées**
- Le problème de la vision doit être pris dans sa globalité qui apparait dans son approche de réversibilité sur le fond de la coévolution darwinienne, que nous résumons par cette formule : « voir / être vu - ne pas être vu » :

Voir	Etre vu / ne pas être vu



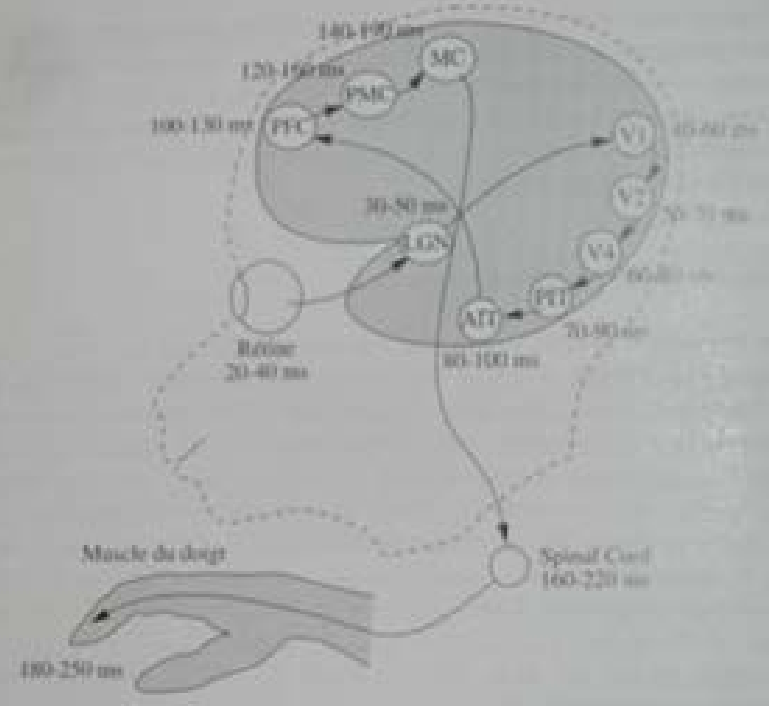


Figure 2.3. Schéma des structures impliquées dans la catégorisation rapide des stimuli visuels chez le singe. Pour chaque structure, le premier chiffre donne une idée des latences de réponse les plus précoces après stimulation visuelle, alors que

Secteur du système de la vision	Secteur industriel correspondant	Travaux, articles et réalisations	Offres industrielles
l'œil en tant qu'appareil optique, l'auto-régulation de différents paramètres comme l'ouverture de l'iris en fonction du signal reçu et mentalement traité	l'optique à réglages adaptatifs, camera plenoptique	Léna 90 Léna P., 1990, « Perspectives de l'optique adaptative en astronomie" in Optique Adaptative et VLT, Forum de l'Observatoire de Paris	ALPAO, fabricant d'optiques adaptatives pour la recherche et l'industrie http://www.alpao.fr/fr/ ; https://www.lytro.com/ ;
la rétine en tant que matrice photosensible adaptative (Stiles-Crawford effect)	le traitement logiciel des paramètres visuels et surtout de la couleur, inspiré de la physiologie rétinienne et neuronale, la mémorisation des métadonnées sur les conditions de capture, l'adaptation circonstancielle de la matrice	http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/17/85/98/PDF/hdr_258.pdf ; https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:mfnOsq7kEg4I:documents.revues.inist.fr/bitstream/handle/2042/29042/sicard_647.pdf%3Fsequence.+&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEEJ5Lu8sPkMHHGdsvidxJ8JxUwRH6jfsETMkRdIS8uKidli1fzmrygJkISZMLqTouCADZcb22YeNTO82h4zxaLF0xIHDxuVCHAvyW610yXiv-dgJ_yIILLGovIT8HGbrRXGqh&sig=AHIEtbQkOisS95qpHblWIV2cw6OFp5ifew	http://www.mesures.com/archives/745tendcapturescmos.pdf
la rétine en tant que surface de projection	les projections multiples et complémentaires, adaptatives par rapport aux surfaces de matérialisation de l'image, y comprises les surfaces non standards	http://narratologie.revues.org/6184 ; http://archives.sat.qc.ca/calendrier/2003/11-03/25_1103.html	http://www.ssidisplays.com/rear-projection-screens/intrigue
la rétine et les cellules ganglionnaires	la compression du signal la compression bio-inspirée	http://fr.slideshare.net/samir/compression-video-pour-la-diffusion-web https://www.researchgate.net/publication/224150495_A_novel_bio-inspired_static_image_compression_scheme_for_noisy_data_transmission_over_low-bandwidth_channels	
le nerf optique	la conduction de l'influx neuronal porteur du signal optique 2D encodé et traité par le cerveau en 3D	ftp://ftp.ids.prd.fr/local/caps/DEPOTS/RapportsStages2008/Sauvan_Jean-Baptiste.pdf ;	http://www.vsg3d.com/open-inventor/sdk ; http://www.vsg3d.com/avizo/overview
le cortex inférotemporal antérieur, communication intracérébrale entre les aires visuelles et les zones sensorimotrices	les caméras dotées d'un faisceau de mensuration de la scène visuelle, les systèmes d'auto-calibrage et d'ajustement virtuel de la position spatiale et de l'éclairage, les enregistreurs synchronisés avec différents événements	http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=336	
les structures thalamiques, le cortex inférotemporal postérieur	les dispositifs de gestion des ressources iconographiques basés sur le balisage sémantique et sur la reconnaissance de formes	http://edouard-lopez.com/fac/ICPS%20-%20S7/print/1%20-%20ChapReconnaissance%20-%20C.Marendaz.pdf ; http://asso-aria.org/coria/2009/99.pdf	
l'association vision / langage		http://www.bcs.rochester.edu/people/mtan/publications/2007Ferreira_JML.pdf	
les structures de décision comme le cortex frontal, des structures motrices comme le stratum	prise de décision assistée par les systèmes experts suite à la détection de sens de la scène visuelle	http://www2.ifi.auf.org/personnel/Alain.Boucher/cours/vision_par_ordinateur/14-Vision_cognitive.pdf	http://www.onera.fr/theses/journeesdestheses/tis/actes/articles/jdt-tis-2010-article-deplival-henry.pdf ; http://www.inria.fr/content/search/%28keyword%29/Reconnaissance%20de%20sc%C3%A8ne
les cellules neurales responsables de cross-modalité	l'intégration de plusieurs données sensorielles, les dispositifs d'affichage tactile et interactif par rapport aux éléments et les événements de l'environnement de visionnement	Nordahl, R., Serafin, S., Fontana, F., Brewster, S., 2010, Haptic and Audio Interaction Design: 5 th International Workshop, HAID ; http://hal.inria.fr/docs/00/57/56/50/PDF/RRTableRob.pdf	

Cognitive sensorielle : « analogisation » / « environnementalisation » des Machines Informatiques

- Dans le jeu de stratégies auquel se livrent actuellement les industries informatisées de l'image, le vrai fond problématique ne peut être caractérisé autrement que par le terme d'« analogisation ». Au sens étroit du terme, l'« analogisation » est un procédé relativement récent dans le design des masques photolithographiques servant à la production des circuits intégrés. Mais nous pouvons aussi l'utiliser dans son acception la plus large en tant que tendance actuelle de l'informatique à s'orienter vers l'automatisation et l'autonomisation. Ce mouvement d'autonomisation s'étend essentiellement à l'environnement des machines traitant l'information dans le processus d'acquisition des données sur le monde extérieur et sur elles-mêmes, par la bande.

Numérisation de l'analogique

- Rappelons, tout d'abord, le contexte industriel des années 1960, quand le numérique fait son irruption dans les technologies de la communication, respectivement dans l'enregistrement, le stockage, la transmission, le traitement et la restitution des données sensorielles. L'informatique en est à sa deuxième génération d'ordinateurs. Les Américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain introduisent la production industrielle des transistors, bien que des brevets similaires aient été déposés dans les années 1920 par Julius Edgar Lilienfeld de Lviv (actuellement en Ukraine), et notamment, en 1925, le fameux transistor MOS (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*). Celui-ci est l'ancêtre du transistor et du capteur CMOS ! Le procédé de la gravure des circuits intégrés a déjà été mis au point par Jan Czochralski (*the Czochralski method*) de Kcynia (actuellement en Pologne) en 1916-1917. La miniaturisation des ordinateurs peut enfin commencer dans ces années 1960, mais rares sont les ingénieurs qui envisagent la convergence du numérique avec les technologies de la communication et de la culture, même si à la même époque certains théoriciens, comme Turing, Wiener ou Ross Ashby, vont déjà beaucoup plus loin et développent l'idée générale de la bio-inspiration de l'informatique. Pour l'instant, dans l'industrie, la sphère sensorielle se contente de sa seule entité de base pour tout traitement possible : le signal analogique, une grandeur physique évoluant dans le temps simultanément et d'une façon corrélée avec le réel, une représentation physique variable et continue d'un réel lui-même changeant de manière continue. On sait combien les ingénieurs des années 1960 étaient perturbés par le passage de l'analogique au numérique. Un des pères fondateurs d'Internet, Paul Baran originaire de Grodno (actuellement en Biélorussie), écrit :
- « Les ordinateurs et les communications étaient, à cette époque, deux champs totalement différents. Il était difficile de parler de transmission sans erreur aux experts en transmission analogique qui n'avaient aucune idée de ce que la technologie numérique pouvait être capable de faire. [***] C'étaient là deux mondes complètement différents, la communication qui était analogique et les ordinateurs qui bien sûr étaient numériques. »
- **Multimédia**
- **(***)**
- **Ré-« analogisation » du numérique**
- Si le multimédia se développe généralement dans l'optique de l'amélioration de la qualité du signal numérique, le mouvement de reverse engineering revisite d'une manière fondamentale la question du réel sensoriel, de sa représentation analogique par une grandeur physique associée et du sens à donner à la numérisation de cette grandeur physique. Sous l'influence de la cognitive, la recherche scientifique et industrielle opère une sorte de critique du signal numérique sans pour autant chercher à revenir en arrière, comme le font les collectionneurs de microsillons et d'amplificateurs à lampes. Sur le plan du design industriel en informatique appliquée aux objets usuels on parle de « un-digitization trend ».
- Le processus de ré-analogisation essaie de pousser au maximum l'idée de la bio-inspiration dans le domaine sensoriel.
- Le système nerveux, sur ses périphéries, présente une nature double. Il est à la fois analogique au sens faible et analogique au sens fort. Le principe fonctionnel de l'influx nerveux est assimilable à une computation s'exerçant grâce à la dynamique du substrat biologique. Dans les parties proprement cérébrales du système nerveux, cette computation n'est pas directement destinée aux fonctions de contact avec le réel physique, elle peut donc s'éloigner de la fonction de contrôle perceptif du milieu (reality monitoring) afin de puiser dans ses propres ressources générées par des algorithmes complexes et étagés. Elle est aussi implémentée sur le substrat complexe, de par sa structure biochimique, et interconnectée, de par son architecture fonctionnelle. Dans les parties sensorielles, la computation doit être plus proche du substrat sur lequel elle est implémentée, et assurer les fonctions de réactivité simple et rapide. Ses algorithmes sont parfois implémentés sur un petit nombre d'états stables d'une seule molécule protéique, comme la rhodopsine et la métarhodopsine. Bien que progressant sans cesse sur les deux fronts, dans la simulation des fonctionnalités de haut niveau et dans l'exercice des fonctionnalités de bas niveau, jusqu'à présent la Machine Informatique numérique restait au-dessous de la complexité du substrat d'implémentation des neurones cérébraux et au-dessus de la simplicité relative du substrat d'implémentation des capteurs nerveux. En termes d'économie de moyens nous avons ici à la fois une carence et un débordement. La tendance actuelle à la ré-analogisation des médias informatisés vise à endiguer ce deuxième malaise industriel. Baran, P., Entretien avec Judy O'Neill (OH 182), Minneapolis, Charles Babbage Institute, Center for the History of Information Processing, University of Minnesota, 5 mars 1990, <http://special.lib.umn.edu/cbi/oh/pdf.phtml?id=295>, (notre traduction, Sobieszczanski, M., 2011, *op. cit.*).
- L'expression est utilisée par Jeanny Hérault de LIS/INPG à Grenoble qui dans la recherche anglo-saxonne se rapporte généralement au courant de l'informatique bio-inspirée.

Privat, G., 2012, « Phenotropic and stigmergic webs: the new reach of networks », *Universal Access in the Information Society*, aug. 2012, 11(3), 323-335, Springer

Pour terminer – un exemple concret d’une technologie ré-analogisée

Exemplarité des CMOS et de leurs dispositifs complémentaires

- C’est le capteur CMOS qui présente le plus grand parallélisme entre la transduction rétine / nerf optique et le passage effet photoélectrique / traitement numérique :
- « L’effet photoélectrique consiste en la création de paires d’électron - trou dans un matériau lorsque celui-ci est exposé à la lumière. Cet effet se produit dans les matériaux métalliques ou semiconducteurs dont la largeur de la bande interdite* correspond à la gamme d’énergie des photons. Toute l’énergie des photons incidents se transmet aux électrons des atomes du matériau sous forme d’état d’excitation, leur permettant ainsi de passer dans la bande de conduction. En présence d’un champ électrique, il se crée alors un courant photoélectrique. »
- Plusieurs matériaux produisent un effet photo-électrique mais le cas le plus étonnant est celui du silicium où les mêmes propriétés électriques, tantôt la semi-conduction, tantôt les propriétés qui lui sont physiquement complémentaires - les caractéristiques de la bande interdite, font de ce cristal à la fois un bon bistable et un bon photorécepteur :
- « Pour un photo détecteur travaillant dans les longueurs d’onde visibles, le silicium est un bon candidat, avec une bonne sensibilité et un bon rendement quantique. De plus, le silicium étant le matériau de base des circuits intégrés microélectroniques, la conception de photo détecteurs en silicium s’intègre parfaitement dans le flot de conception des circuits intégrés CMOS classiques (concurrément, de la simulation, au dessin des masques et à la fabrication). »
- L’utilisation du même matériau pour les circuits et pour les senseurs nous fait penser tout de même à l’émergence de la vie qui des propriétés quantiques de la matière abiotique entreprend de faire le moteur du principe de traitement de l’information, d’une mise à distance de l’élément en tant que propriétaire individualisé, à différents degrés, de son existence. Il est impossible de ne pas penser à cette occasion aux propriétés de la rhodopsine et à l’ancienneté de cette substance dans la biocénose terrestre. La fabrication et la programmation logique des circuits intégrés et des capteurs CMOS sont similaires mais en même temps cette « consubstantialité » débouche sur des processus se trouvant sur deux niveaux différents : d’un côté il s’agit de la prise d’informations par le contact physique avec l’évènement venant du monde et d’un autre côté il s’agit du traitement de ces informations.
- Des dispositifs complémentaires se greffent actuellement sur cette composante de base qu’est CMOS, toujours dans la même optique de réduire la longueur de la chaîne de traitement et d’adapter et de localiser le maximum de process dans les périphéries afin de réserver le maximum de capacités de traitement aux tâches tributaires des niveaux supérieurs de traitement de l’information. L’exemple typique est constitué par les mécanismes d’adaptation aux conditions de luminance qui dans l’œil évolué sont confiés à l’arc de réaction rétine (effet *Stiles-Crawford* / muscles oculaires / iris). Les travaux initiés à la fin des années 1990 à INPG débouchent actuellement sur des applications fonctionnelles :
- « Inclure un système adaptatif aux conditions lumineuses simple, donc peu coûteux en surface, afin de calculer en temps réel le temps d’intégration optimal adapté à l’illumination moyenne permettrait de faire d’une pierre, deux coups : Cet "obturateur électronique", intégré au pixel, permettrait d’améliorer le fonctionnement général du capteur et de simplifier aussi bien l’électronique située autour de la matrice que celle de la caméra. »

*Le terme a été bâti par le physicien Français Léon Brillouin dans Brillouin, L., 1934, « Les électrons dans les métaux, du point de vue ondulatoire », Actualités scientifiques et industrielles, n°88, Hermann

Labonne, E., 2007, Contribution à la conception de capteurs de vision CMOS à grande dynamique, thèse, Institut National Polytechnique de Grenoble, p.15

Sicard, G., Amhaz, H., Labonne, E., Rolland, R., 2009, Traitement de bas niveau intégré : Mise en œuvre d’une adaptation aux conditions lumineuses dans un capteur d’images CMOS, rapport sur la base de la thèse d’Hawraa Amhaz soutenue le 10 juillet 2012.

MERCI pour VOTE ATTENTION