

# LA PENSÉE GESTUELLE DANS LA PEINTURE, LA POÉSIE, LA MUSIQUE ...ET LA SCIENCE

Jacques Mandelbrojt

Peintre et physicien théoricien,

Professeur Emérite à l'Université de Provence,

Membre du MIM et du comité de rédaction de la revue LEONARDO

[jmandelbrojt@wanadoo.fr](mailto:jmandelbrojt@wanadoo.fr)

## RÉSUMÉ

Le rôle essentiel du temps, du mouvement, de la pensée gestuelle ou musculaire dans la création et la réception des œuvres d'art visuelles, poétiques, musicales est souligné et analysé.

Les USTs (Unités Sémiotiques Temporelles), plus courts éléments de musique susceptibles de transmettre une signification, sont définis et classés suivant les quatre éléments de Bachelard, terre, eau, air, feu. Ils peuvent aider divers arts à communiquer entre eux.

Une peinture peut être considérée comme constituée de signes assemblés selon un certain ordre. La création de signes par identification de l'artiste à l'objet, ainsi que les divers types d'ordres auxquels il peut se référer sont décrits.

Divers caractères de l'art technologique et de la peinture sont mis en contraste : Le temps est réel dans l'art technologique et virtuel dans la peinture ; inversement l'image de l'ordinateur est virtuelle alors que la peinture est réelle. Le rôle du spectateur dans l'un comme dans l'autre est examiné.

Enfin l'aspect dynamique, musculaire, non plus de la création artistique mais de la pensée scientifique telle qu'elle est vécue par les scientifiques eux-mêmes, est évoqué.

## 1. LA PEINTURE

« La peinture, c'est du temps devenu espace », affirmait le peintre Olivier Debré [5], fasciné par les relations entre le temps et l'espace, introduit par la Relativité.

Le temps qui devient espace, c'est le temps du geste du peintre, mais c'est aussi le temps de l'image mentale du peintre qui est à l'origine de cette peinture. Rappelons que Sartre écrit au sujet des images mentales « Ces déterminations de l'espace psychologique ne sont rien d'autre...que des impressions de mouvement appréhendées sous forme imagée » [20].

Inversement dans la perception d'un tableau, l'espace du tableau devient le temps du spectateur : le temps du mouvement de ses yeux qui parcourent le tableau, ou le temps de l'image mentale qu'il crée en lui. C'est par une identification analogue du spectateur au tableau ou au peintre que le spectateur ressent cet aspect musculaire et

kinesthésique, ce que Berenson appelait également les *valeurs tactiles* : « Je vois deux hommes lutter l'un contre l'autre : si mes images visuelles ne deviennent pas immédiatement des images musculaires, ne pèsent sur ma chair, ne se répercutent dans tout mon corps, je n'en serai guère plus affecté que si j'entendais dire voilà deux hommes qui se battent [voir illustration 1].



Illustration 1 : « Lutteurs », lithographie, 38 par 28cm, Jacques Mandelbrojt 1964

À vrai dire, Botticelli attache si peu d'importance au sujet même ou à sa représentation en général qu'il semble avoir été hanté par le désir d'exprimer les valeurs pures, les valeurs désincarnées du toucher et du mouvement. Or il existe un moyen de rendre les valeurs

tactiles avec un minimum de matière, c'est de les transformer en valeurs de mouvement... Valeur tactiles et mouvement, voilà l'essentiel dans les arts du dessin, et une peinture n'est vraie, elle ne vaut (en dehors de l'idée et du sujet) qu'à condition de déterminer en nous des idées sensorielles de toucher et de mouvement » [3].

On pense alors à ce qu'écrit Bachelard à propos des images mentales créées par la lecture de Lautréamont :

« Nous nous imaginons répéter ces mouvements, y mettre la vigueur qu'ils exigent, et sous le pouvoir de cet enchantement il nous semble que l'épais fluide de nos veines s'est mué en un merveilleux élixir vital » [2].

Le temps du spectateur d'une peinture est idéalement celui du temps du peintre comme le décrit Dubuffet « Le tableau ne sera pas regardé passivement, embrassé simultanément d'un regard instantané, mais bien revécu dans son élaboration, refait par la pensée et, si j'ose dire re-agi. La truelle qui a tracé quelque ornière, il en revivra et ressentira tout au long le mouvement, il se sentira labouré par le sillon de cette truelle, écrasé ici par le poids d'un paquet de pâte, égratigné dans sa chair par un trait de grattoir acéré. Toute une mécanique interne doit se mettre en marche chez le regardeur, il gratte où le peintre a gratté, frotte, creuse, mastique où le peintre l'a fait. Tous les gestes faits par le peintre il les sent se reproduire en lui. Où les coulures ont eu lieu, il éprouve le mouvement de chute visqueuse de la pâte entraînée par la pesanteur ; où les éclatements se sont produits, il éclate avec eux. Où la surface s'est plissée en séchant, le voilà qui sèche aussi, se contracte et se plisse, et si une cloque s'est formée ou quelque apostume, il se sent aussitôt pousser au plus intime du ventre la boursoufflure » [6].

Je parle évidemment de peintures pour lesquelles le geste du peintre a une importance ou encore d'une peinture qui traduit une sensation ou une image mentale du peintre. Il ne s'agit pas seulement de peinture gestuelle mais tout aussi bien de peintures comme celles de Rubens, de Tintoret, du Gréco... peintures que René Huyghe dans son livre *Formes et Forces* [8] classe parmi les peintures dues aux forces. René Huyghe distingue en effet l'art Classique basé sur les formes de la géométrie euclidienne, et l'art Baroque qui de façon générale n'est pas basé sur la géométrie mais sur l'effet du temps, des forces, par exemple les flammes, les tourbillons. On pourrait maintenant dire que cet art est également géométrique mais qu'il relève d'une autre géométrie, de la géométrie fractale [13] (encore qu'une géométrie ne peut rendre compte de l'élan de l'image musculaire qui constitue l'essentiel de l'art Baroque).

## 2. LA POESIE

Venons-en à ce que Bachelard écrit au sujet des images poétiques : « Ainsi le caractère sacrifié par une psychologie de l'imagination qui ne s'occupe que de la constitution des images est un caractère essentiel, évident, connu de tous : c'est la mobilité des images. Il y a opposition-dans le règne de l'imagination comme

dans tant d'autres domaines-entre la constitution et la mobilité. Et comme la description des formes est plus facile que la description des mouvements, on s'explique que la psychologie s'occupe d'abord de la première tâche.. C'est pourtant la seconde qui est la plus importante. L'imagination, pour une psychologie complète, est, avant tout, un type de mobilité spirituelle, le type de la mobilité spirituelle la plus grande, la plus vive, la plus vivante. Il faut donc ajouter systématiquement à l'étude d'une image particulière l'étude de sa mobilité, de sa fécondité, de sa vie. Cette étude est possible parce que la mobilité d'une image n'est pas indéterminée. Souvent la mobilité d'une image particulière est une mobilité spécifique. Une psychologie de l'imagination en mouvement devrait alors déterminer directement la mobilité des images. Elle devrait conduire à tracer, pour chaque image, un véritable holographe qui résumerait son cinétisme. C'est une ébauche d'une telle étude que nous présentons dans cet ouvrage » [1]. Ceci a amené Bachelard à classer les images poétiques d'après les quatre éléments, air, feu, eau, terre, chacun des éléments ayant son dynamisme propre.

## 3. LA MUSIQUE

En ce qui concerne la musique cette opposition entre constitution et mobilité me semble être la même que l'opposition que l'on pourrait faire entre les objets sonores de Schaeffer [21] et les USTs. définies par le MIM (Laboratoire Musique et Informatique de Marseille) [18].

Le MIM a en effet étudié et décrit les diverses façons pour les plus courts éléments possibles musique de se déployer dans le temps de façon à transmettre une signification, il s'agit, pour prendre une métaphore physique, d'atomes (c'est à dire insécables) de signification. Il a ainsi défini 19 USTs (unités sémiotiques temporelles). Là encore, la sensation musculaire joue un rôle essentiel dans la plupart de ces UST. Je n'en citerai que quatre qui ont pour particularité que la correspondance avec les quatre éléments de Bachelard est évidente : l'UST « avec lourdeur » peut être mise en parallèle avec l'élément terre, et la peinture de Dubuffet correspond à « avec lourdeur » et à cet élément terre. De même l'UST « élan » correspond à l'élément feu de Bachelard et correspond bien à la touche du Gréco ou aux peintures de Hartung. L'UST « qui tourne » correspond à l'élément eau et est bien adaptée à la peinture de Rubens. Enfin l'UST « en suspension » correspond à l'élément air et fournit une bonne description des peintures de Turner ou encore de Rothko.

Il faut remarquer que dans une peinture il n'y a en générale qu'une seule UST et pas une suite d'UST comme dans une composition musicale. Ceci est lié au fait que l'ensemble de la peinture est visible à chaque instant et donc cela nécessite une certaine homogénéité dans la peinture...Il y a exception par exemple chez Twombly ou souvent chez Klee.

Les UST fournissent ainsi l'ébauche d'un langage commun entre la musique, pour lesquelles elles ont été conçues, et la peinture, et aussi d'ailleurs la poésie.

J'ai décrit les USTs comme correspondant au dynamisme défini par Bachelard pour la poésie. En fait on peut tenter un regroupement des USTs suivant les quatre éléments qui servent à Bachelard dans son classement des images poétiques, les USTs seraient alors en quelque sorte une « structure fine » pour utiliser une expression scientifique de ces quatre éléments, c'est à dire que l'on pourrait les considérer comme des sous catégories de ces quatre éléments

La classification que je propose se clarifie sensiblement si l'on insiste comme le fait Marcel Frémont sur la notion d'énergie dans les UST.

En effet, ce qui caractérise l'intuition que l'on a du feu parmi les autres éléments, c'est la prédominance de l'énergie cinétique par rapport à l'énergie potentielle. Ainsi on classera dans le feu les UST dont au moins une des phases a cette propriété.

Dans l'air on mettra les UST qui correspondent à une énergie cinétique avec une faible masse dans  $mv^2$

L'eau correspond à un assez bon équilibre entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

Enfin dans la terre on mettra les UST à forte énergie potentielle. S'il y a une énergie cinétique elle correspond à une prédominance de  $m$  dans  $mv^2$

Plutôt que de parler de dynamique on pourrait également parler d'entropie, qui, si l'on se réfère aux travaux de Shannon [22], clarifie certains aspects de la linguistique.

Dans cet esprit il est clair qu'à la terre, à l'eau à l'air et au feu devront correspondre des UST ayant de moins en moins d'ordre (entropie)

FEU : Elan, contracté étendu, sans direction par divergence d'information

Ces trois UST ont pour caractéristique une certaine violence : Elan évoque une flamme vive, les deux autres chacune une explosion... On pense à l'expression « explosante fixe » de la formule d'André Breton « *La beauté convulsive sera explosante fixe, magique circonstancielle, érotique voilée, ou ne sera pas* » [4], formule reprise par Boulez.

AIR : En suspension, suspension-interrogation.

EAU : Qui tourne, par vague, en flottement, sur l'erre, chute.

TERRE : Stationnaire, Qui veut démarrer, qui avance, obsessionnel, Freinage, lourdeur, trajectoire inexorable, sans direction par excès d'information, étirement.

Chacun pourra juger d'après sa propre intuition de l'évidence de la validité de ce regroupement.

Peut-on appliquer utilement le concept USTs aux arts plastiques ?

Une peinture est dépositaire d'un temps, ce temps qui est devenu espace selon Olivier Debré. C'est un temps qui n'est pas explicite, qui est offert à sa concrétisation par le spectateur, comme on l'a vu plus haut, c'est idéalement le *temps retrouvé* du peintre.

Mais chaque spectateur retrouve-t-il le temps du peintre ? Il y faut sans doute une grande familiarité avec l'acte de peindre, c'est un peintre qui peut reconnaître chez un autre peintre le mouvement de la main, de l'image mentale

Une description morphologique précise des UST en peinture est impossible du fait que le déroulement du temps de lecture de la peinture dépend du spectateur, certain, comme moi la regardent d'un coup d'œil, d'autres, au contraire, s'attardent, s'arrêtent. En fait c'est le nom de l'UST qui est essentiel en peinture. C'est une métaphore, c'est à ce que ce nom évoque que l'on reconnaît de quelle UST relève une peinture; alors qu'en musique le nom de l'UST est selon certains, un simple étiquetage, seule compte véritablement la description morphologique de l'UST.

#### 4. L'ART TECHNOLOGIQUE

La peinture diffère de façon fondamentale des œuvres multimédia dans lesquelles le temps est explicite.

Il s'agit là d'ailleurs notons-le d'un des aspects des différences qui existent entre les arts technologiques et les arts, si j'ose dire, manuels, entre la *souris* et le *crayon* [17] : ce qui est explicite chez l'un est implicite chez l'autre, et inversement. Par exemple dans l'interactivité des arts technologiques, le spectateur agit *réellement* sur une image virtuelle alors que dans la lecture d'une peinture le spectateur agit *virtuellement*, comme décrit dans la citation de Dubuffet, sur une image réelle, il *re-agit* en pensée la peinture mais ne la modifie pas.

Un autre aspect de la démarche artistique où les moyens traditionnels et l'ordinateur (le crayon et la souris) se comportent différemment et de façon, me semble-t-il, complémentaire, c'est dans ce que l'on pourrait appeler le langage de l'art (qui n'a évidemment pas une signification codifiée).

La peinture peut, dans une certaine mesure, être tenue pour constituée de signes assemblés selon un certain ordre, une certaine structure, comme le langage est constitué de mots organisés suivant une grammaire [10]. Certains artistes comme Tal-Coat s'intéressent surtout à la création de signes, d'autres au contraire, tels Mondrian, Sonia Delaunay ou Vasarely, s'attachent surtout à l'ordre entre les signes, ils utilisent des formes préfabriquées, droite, cercle, pour qu'apparaissent mieux l'ordre qu'ils établissent entre ces formes. D'autres enfin, comme Miro à l'époque de *La Ferme*, réalisent un équilibre entre ces deux aspects.

Le crayon, ou le pinceau, me semble être l'instrument qui traduira le mieux la création de signes. Comment en effet un artiste crée-t-il des signes ? Par une identification musculaire intériorisée à l'objet qu'il représente : « *Après m'être identifié à lui, il me faut créer un objet qui ressemble à l'arbre, le signe de l'arbre* » [14], écrit Matisse, et de façon encore plus significative peut-être : « *J'ai exécuté ma sculpture Jaguar dévorant un lièvre, d'après Barye, m'identifiant à la passion du fauve exprimée par le rythme des masses* ». Cet aspect musculaire nous mène directement au geste et au mouvement, pour lequel le crayon me semble beaucoup plus efficace et vivant que l'ordinateur : le mouvement réel des images mouvantes de l'ordinateur est moins éloquent que le trait, trace du mouvement de la main de l'artiste qui guide le crayon ou le pinceau, exprime l'amplitude, la rapidité, l'intensité du geste du peintre, et les transmet également au spectateur.

L'ordre entre les signes, ou la structure, me semble être au contraire un domaine privilégié de l'ordinateur (ordonner, par exemple, un ensemble de signes de mille façons différentes, à la manière des *Cent mille milliards de poèmes* de Raymond Queneau).

Il est utile pour analyser ceci plus en détail de voir quels sont les divers types d'ordre qu'un artiste peut introduire dans son travail. J'en distinguerai trois, deux qui sont ce que j'appellerai des ordres a priori, et le troisième que l'on peut appeler un ordre a posteriori, ou mieux, un ordre à découvrir.

- premier type d'ordre : l'artiste suit un ordre tout fait, des règles (règle d'or, règles de la perspective), un ordre tel que l'accepte la société ou une collectivité d'artistes. C'est le cas de l'art dans sa période classique. Il peut aussi suivre un ordre inspiré de la science, par exemple, l'ordre des cristaux.

- deuxième type d'ordre, l'artiste crée la règle : « *Créez la règle, puis suivez-la, maître mot de toute entreprise artistique* », écrivait Wagner dans *Les Maîtres Chanteurs*. Il y a dans cette démarche à la fois la liberté, qui est dans la nature de l'art, qui permet à l'individu de créer une règle arbitraire, et le désir d'ordre, qui consiste à suivre cette règle. Morellet est représentatif de ce type d'ordre.

- troisième type d'ordre : c'est l'ordre que suit l'artiste sans essayer de le définir a priori, et comme à son insu. C'est la syntaxe personnelle de l'artiste telle qu'elle peut apparaître dans une rétrospective. « *C'est ainsi que le véritable poète crée, et puis comprend... parfois* » [15], écrit Henri Michaux. De même, Kandinsky écrivait : « *Rien de plus domageable et de plus coupable que de chercher sa forme en se faisant violence. L'instinct intime, l'esprit créateur, créera irrésistiblement, à l'heure convenable, la forme dont il aura besoin* » [9].

Remarquons en passant qu'une différence importante entre les arts plastiques et la musique réside dans le fait que si le troisième ordre est fréquent dans les arts plastiques, il est au contraire très rare dans la musique. C'est ainsi que lorsque certains compositeurs se sont écartés du système tonal, ils l'ont remplacé par le

dodécaphonisme, fondé sur des règles au moins aussi contraignantes, alors que les peintres cubistes, quelques années auparavant, rejetaient les règles de la perspective sans les remplacer par un système codifié. Ces différences entraînent évidemment des relations différentes avec les sciences, et plus particulièrement les mathématiques, réservoir de structures que l'on peut créer ou découvrir.

Dans l'utilisation ou l'expression de ces ordres ou de ces règles, il est clair que les possibilités du crayon ou de la souris sont différentes. Les règles a priori sont manifestement bien adaptées à l'ordinateur, à la souris, un ordinateur peut réaliser des peintures « à la Vasarely ». En revanche, les règles sous-jacentes que suit l'artiste sans les connaître sont celles que l'artiste réalise spontanément avec son crayon.

## 5. LA SCIENCE

La pensée musculaire ou gestuelle, voilà qui est, pourrait-on croire propre à l'art. En fait il n'en est rien. Voici, par exemple, ce qu'écrivait Jacques Monod dans *Le hasard et la nécessité* :

« *Tous les hommes de science ont dû, je pense, prendre conscience de ce que leur réflexion au niveau profond, n'est pas verbale : c'est une expérience imaginaire, simulée à l'aide de formes, de forces, d'interactions qui ne composent qu'à peine une image au sens visuel du terme. Je me suis moi-même surpris, n'ayant à force d'attention centrée sur l'expérience imaginaire plus rien d'autre dans le champ de la conscience, à m'identifier à une molécule de protéine* » [16].

La pensée scientifique, à l'état naissant, n'est pour nombre de scientifiques, pas plus une pensée verbale que ne l'est celle des artistes. Le mathématicien Jacques Hadamard, dans une enquête auprès des autres mathématiciens de son époque [7], a mis en évidence le fait que si certains mathématiciens pensent en mots et en formules, d'autres pensent sous forme d'images et de sensations dynamiques. Einstein en particulier se plaignait dans une lettre à Hadamard de la difficulté extrême qu'il avait à traduire en mots et en formules sa pensée, qui jusqu'à un stade avancé du raisonnement se présentait à lui sous forme imagée et plus encore d'impulsions musculaires.

Les mathématiques provoquent chez certains mathématiciens des sensations dynamiques et « matérielles » semblables à la description que donne Dubuffet de la perception d'une peinture, aussi semblables que le permet la différence entre la perception d'un tableau et l'image mentale que l'on a d'un théorème : « *Le mathématicien vit dans un monde d'idées intuitives, d'autant plus intuitives, excusez le paradoxe apparent, qu'elle gravite autour d'une matière, matière abstraite mais matière quand même. (...) J'aime à sentir la matière en mathématiques. Pour moi une fonction analytique, par exemple, est un être que je puis toucher avec mon esprit, que je sens et que j'aime à disséquer. Ses singularités sont ses défauts que*

*j'aime autant que ses qualités. Il y a en elles tellement de chaleur* » [12]. « (...) *J'ai l'impression que l'œuvre mathématique comporte un élément dynamique... En lisant un mémoire mathématique — intéressant —, je sens des mouvements dans mon esprit : des faits mathématiques que je connais depuis longtemps, ceux que je suis en train de contempler — et ce mot correspond à la réalité —, des faits vagues, même pas encore en vraie formation, s'entrechoquent, demandent à être comparés* » [11].

« *Vraiment la théorie des fonctions m'a beaucoup plu. J'ai aimé dès le début, des êtres que je pouvais toucher, sinon avec ma main, du moins avec mon esprit. L'esprit a aussi des mains, n'est-ce pas ? Avec l'esprit, il y a des êtres que l'on peut toucher, d'autres qu'on ne peut pas toucher* » [12].

On ne s'étonnera pas de l'aspect musculaire ou dynamique de la pensée si l'on a présent à l'esprit le fait que pour Piaget, créateur de l'épistémologie génétique, il y a continuité entre la pensée la plus abstraite et nos tout premiers réflexes [19]. Quoi qu'il en soit, ces considérations donnent me semble-t-il une nouvelle justification à un art gestuel, ou à un art où l'aspect musculaire est important comme, par exemple, dans les esquisses de Rubens ou les peintures de Pollock. Un tel art me semble être l'expression privilégiée de la pensée naissante dans son jaillissement.



**Illustration 2 :** « *Intuition mathématique* » encre, 21 par 18cm, Jacques Mandelbrojt 1951

Voici pour conclure l'image de l'intuition mathématique que j'avais en 1951 lors de la résolution en d'un problème mathématique [voir illustration 2]. Je

ne sais pas si le fait de m'interrompre pour la représenter ne m'a pas empêché de résoudre le problème... Quoiqu'il en soit, cette image m'a donné l'impression de comprendre la composition de *L'adoration des Mages* de Léonard de Vinci [Voir illustration 3] dans l'analogie des deux compositions la droite et la gauche sont inversées... parce que Léonard de Vinci était gaucher ( ? ) ] : Les Mages évoquant l'ultime effort pour résoudre un problème, se précipitent aux pieds de la Vierge et de l'Enfant, lumineux comme le problème résolu, tandis que dans les lointains, tels les solutions rejetées, caracolent au milieu de ruines les chevaux du souvenir.



**Illustration 3 :** « *L'Adoration des Mages* » peinture, 243 par 246cm Léonard de Vinci 1482

## 6. REFERENCES

- [1] Bachelard G., *L'Air et les songes*, Librairie José Corti, Paris 1943
- [2] Bachelard *Lautréamont*, Lib. José Corti, Paris 1941
- [3] Berenson B. *Les Peintres Italiens de la Renaissance*, NRF, Paris 1953
- [4] Breton A. *l'Amour fou*, Ed. Gallimard, Paris 1937
- [5] Debré O. *Le corps du peintre*, in *La création vagabonde*, ouvrage collectif dirigé par Jacques-Louis Binet, Jean Bernard, Marcel Bessis Collection savoir, Editions Hermann, Paris 1986
- [6] Dubuffet J. *L'Homme du commun à l'ouvrage*, Gallimard, Paris 1973
- [7] Hadamard J. *The Psychology of invention in the mathematical field*, Dover, New-York, 1954
- [8] Huyghe R. *Formes et Forces*, Flammarion, Paris 1971
- [9] Kandinsky W. *Du Spirituel dans l'art*, Gallimard Paris 1989

- [10] Mandelbrojt J. *Les cheveux de la réalité*, Editions Alliage, Nice 1991
- [11] Mandelbrojt S. *Pourquoi je fais des mathématiques*, Proceedings of the seminar on the history of mathematics 6 (Inst. Henri Poincaré, Paris, 1985), 47-54.
- [12] Mandelbrojt S. *Souvenirs à bâtons rompus de Szolem Mandelbrojt*, recueillis en 1970 et préparés par Benoît Mandelbrot Proceedings of the seminar on the history of mathematics 6 (Inst. Henri Poincaré, Paris, 1985), 1-46.
- [13] Mandelbrot B *Les objets fractals*, Flammarion, Paris 1975
- [14] Matisse H., *Ecrits et propos sur l'art*, Hermann, PParis1974
- [15] Michaux H. *Poteaux d'Angle*, Gallimard, Paris 1981
- [16] Monod J., *Le Hasard et la nécessité*, Le Seuil, Paris 1970, p.170
- [17] Ouvrage collectif *L'Esthétique de l'art teTechnologique* Numéro spécial de la revue Alliage Nice 1998
- [18] Ouvrage collectif *Vers une sémiotique générale du temps dans les arts*, Editions Delatour, IRCAM Centre Pompidou Paris 2008
- [19] Piaget J, *Biologie et connaissance*, NRF, Paris 1967
- [20] Sartre J.P., *L'Imaginaire*, Gallimard, Paris 1940
- [21] Schaeffer C. *Traité des objets Musicaux*, Ed. du Seuil, Paris 1966
- [22] Shannon C. *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Chicago,1949.