

L'AN 2000

La photo, le cinéma et l'image

Lorsque nous observons une image, reproduction du réel, avons-nous conscience des étapes qui ont amené à sa formation, à son archivage et à sa restitution ?

La technique d'enregistrement des images sous forme argentique est vieille de plus d'un siècle. D'amélioration en amélioration, le procédé est devenu plus fidèle, s'est affiné. D'autres procédés sont apparus concurremment où l'électronique joue un grand rôle : la vidéo. Mais de nouvelles techniques naissent soit d'enregistrement, soit d'archivage, soit de restitution.

Où en serons-nous dans 20 ans ? Difficile de le dire mais quelques techniques aujourd'hui de pointe pourraient bien avoir atteint une application industrielle. Aussi est-ce non seulement chez les fabricants de surfaces sensibles et de matériel photo que nous sommes allés enquêter mais aussi au LEP, le laboratoire d'Electronique et de Physique appliquée que nous allâmes fouinasser.

Le procédé argentique ? Une bombe !

Il s'agit d'abord de savoir de quoi l'on parle. Schématiquement, une information lumineuse arrive sur quelque chose, elle subit un traitement qui a pour effet de la mettre en mémoire puis, une troisième phase intervient qui est celle de la restitution, cette dernière devant, c'est la moindre des choses, être intelligible. Dans le procédé argentique classique, la première phase correspond à l'image latente, la seconde au traitement et la troisième à la projection (ou au tirage...); dans les procédés vidéo, le signal lumineux est transformé en signal électrique et immédiatement restitué ou mis en mémoire sur bande magnétique avant sa restitution. Cette mise en mémoire de quelque type qu'elle soit est souvent indispensable car elle autorise une restitution — en théorie — n'importe où, à n'importe quelle époque.

L'image argentique, qui concerne tous les photographes est celle qui permet, dans l'état actuel des connaissances, le meilleur rendement : le procédé est simple, économique, pratique ! elle n'est donc pas prête à être détrônée des positions qu'elle occupe actuellement. Deux photons (c'est trois fois rien) suffisent à créer un germe dans le grain d'halogénure d'argent, pour que se forme ainsi l'image latente, la première mémoire. Le développement intervient ensuite qui correspond à un phénomène d'amplification que l'on peut qualifier « d'explosive » puisque de ce petit germe

qu'était l'image latente, nous passons brutalement au noircissement complet du grain d'argent.

Entre l'énergie du photon original et l'énergie qui a permis de passer à l'image argentique finale (une 2^e mémoire qui permettra la restitution finale), il y a la même différence qu'entre une allumette et une bombe. Cette énergie chimique est dépensée pendant le traitement. Outre la très faible énergie réclamée au départ, le procédé argentique permet une mise en mémoire ultra-rapide (1/1000 s, pourquoi pas ?) et en une seule opération (toute l'image latente se forme simultanément).

Le principal problème qui se pose pour la substitution d'autre chose à l'image argentique, est celui de l'amplification entre l'énergie reçue, très faible au départ et la restitution. L'image électronique est une voie possible (dont la sensibilité est d'ailleurs effroyable : on pourrait photographier à la lueur d'un vers luisant). Dans la caméra, le signal lumineux est transformé en signal électrique qui est amplifié électroniquement avant d'être stocké ou restitué. Pour obtenir une

qualité égale à celle du procédé photographique, il faudrait autant d'éléments amplificateurs que d'informations donc un pavage de l'ordre de grandeur du grain photographique. Le principe du balayage ne convient pas. Il nécessiterait une finesse et une stabilité qui semble technologiquement impossible à atteindre; en outre, il est intéressant qu'une prise de vue puisse se faire dans un temps limite or le balayage par son principe même est nécessairement long. Pour que la définition s'améliore, il est donc nécessaire de trouver un procédé qui permette de fixer une image latente, sous forme de charges électriques par exemple. Celle-ci amplifiée (là le balayage peut convenir car on a tout son temps), sera mise en mémoire sous forme d'image magnétique, d'image mécanique (vidéodisque)...

L'amplification électronique pose pourtant de sérieux problèmes dont celui du bruit de fond, l'équivalent du voile photographique. Celui-ci peut être atténué, voire éliminé par l'enregistrement des informations sous forme numérique éventuellement redondantes (c'est-à-dire trop complètes et se reproduisant plusieurs fois) aussi bien en procédé magnétique que mécanique.

Cristal liquide ou obturateur électrolytique ?

A l'origine de tout enregistrement d'image, il y a un appareil. Celui-ci comporte un objectif, formateur d'image, un obturateur et une surface sensible. L'obturateur mécanique du matériel actuel est efficace à 100 % puisqu'il fonctionne selon la méthode du tout ou rien : il laisse passer la lumière sans atténuation ou l'arrête totalement pour créer le noir complet. Mais d'autres procédés sont concevables d'un moins bon rendement mais qui, si la technologie s'améliore pourront peut-être un jour être utilisables.

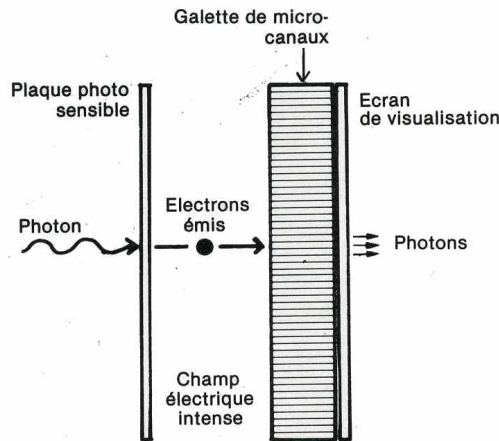


Schéma 1

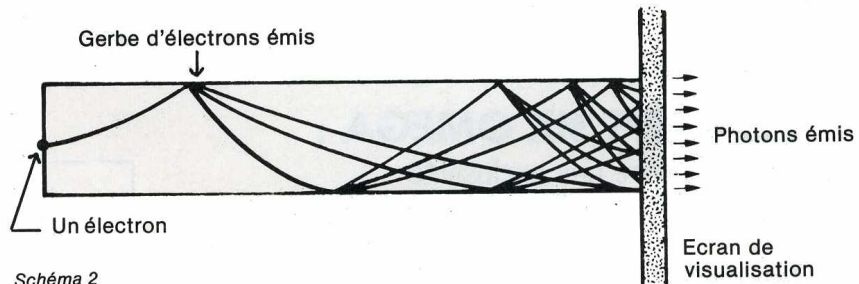


Schéma 2

Un micro canal en verre légèrement conducteur. A partir de chaque électron touchant la surface est réfléchi une gerbe d'électrons... et ainsi de suite jusqu'à la sortie du micro-canal où les gerbes excitent un écran de visualisation.

Si les micro-canaux sont suffisamment petits, la définition peut être du même ordre que le procédé argentique. La technologie étant délicate, le coût d'un tel système sera très élevé.



Le premier d'entre eux existe déjà, il s'agit de l'amplificateur de brillance (schémas 1 et 2). Une plaque photosensible émet un électron chaque fois qu'elle reçoit un photon. Cet électron est capté par un micro-canal plongé dans un champ électrique. L'électron se multiplie en gerbe et, de gerbe en gerbe l'amplification peut être du même ordre que celle que l'on obtient avec l'image argentique. Seul défaut une définition élevée est difficile à atteindre, les canaux doivent avoir la dimension du grain photographique, et le coût d'un tel système est exorbitant. Ce dispositif, utilisé aujourd'hui dans les domaines de la vision nocturne et dans les régions du spectre où l'œil n'est pas sensible (infrarouge, rayons X...) est aussi un obturateur de bon rendement. On coupe le champ électrique, plus rien ne passe ; on le rétablit, il y a exposition. Etant donné la rapidité de réponse, on peut obtenir des expositions ultra-courtes si nécessaires.

Une autre technique consisterait à utiliser un matériau photoconducteur monté comme sur le schéma 3, entre une électrode transparente, une électrode réceptrice ou une grille à travers laquelle se ferait un balayage par faisceau d'électrons. Lorsque le matériau photoconducteur reçoit de la lumière en un point, il devient localement conducteur selon la normale à ce point et une charge apparaît sur l'électrode réceptrice. A l'endroit où il ne reçoit pas de lumière il n'est pas conducteur et n'apparaît donc aucune charge de l'autre côté. Reste donc à récupérer ses charges électriques et à

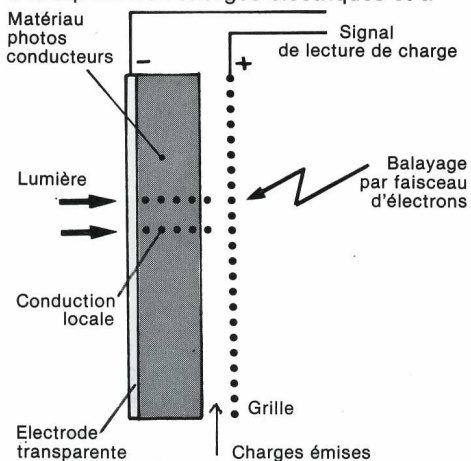


Schéma 3

les interpréter pour restituer une image ou l'archiver. Cela peut se faire par un faisceau d'électrons : chaque fois que celui-ci rencontre une charge, il y a court-circuit et la grille transcrit un message à un système enregistreur synchronisé avec le balayage.

Là encore, on se trouve devant un système double, à la fois formateur d'image et obturateur puisque le matériau photoconducteur (1) est opaque et qu'il suffit de couper le champ électrique pour que rien ne passe.

Puisque nous en sommes aux obturateurs, restons-y et explorons quelques facteurs possibles, bien qu'improbables.

Les cristaux liquides d'abord. Je vous en ai suffisamment rebattu les oreilles pour vous dire aujourd'hui que ça ne marche pas, pour plusieurs raisons. La première c'est que leur transparence n'est pas parfaite et que la transmission de la lumière à travers eux est loin d'être semblable en tout point. C'est un premier handicap, l'autre est que les cristaux liquides ne deviennent pas opaques quand ils sont au repos mais laiteux donc qu'ils laissent passer une bonne partie de la lumière en la diffusant. Aussi, à moins de trouver le cristal liquide miracle — pourquoi ne pas tabler sur la chance ? — un obturateur utilisant cette technique n'est pas pour demain, ni pour après-demain.

Les polariseurs croisés et décroisés représentent eux aussi une voie sans issue. Parallèles, ils absorbent 50 % de la lumière, croisés ils ne sont pas parfaitement opaques surtout si les rayons qui les traversent sont obliques. Enfin, si quelque chose entre eux est biréfringent, il y aura des fuites même en utilisant le Spath d'Islande (le meilleur Polariseur actuel). Enfin, cela reviendrait à un dispositif mécanique d'obturation puisqu'il faudrait bien faire tourner ces maudits polariseurs, or, c'est ce que l'on veut éviter à tout prix.

Des systèmes d'obturateurs électrolytiques pourraient voir le jour. En effet, certains gels transparents ont la propriété de donner des dérivés colorés et opaques à la lumière lorsqu'on la soumet à l'action d'un champ électrique. Placez un tel gel entre deux lames de verre et vous vous trouverez en présence d'un obturateur pour peu que vous n'oubliez pas d'introduire aussi deux électrodes pour appliquer une tension et la supprimer.

Le matériau photosensible idéal restera encore, pendant longtemps à base d'halogénure d'argent : le titre d'argent ira en diminuant au fur et à mesure que le rendement ira croissant avec l'aide de « dopants ». Pourtant, quelques idées étranges vont peut-être aboutir à des solutions surprenantes, c'est le moins que l'on puisse dire ! Le plancton, ces petits animaux et petites algues microscopiques, est sensible à la lumière, des pigments comme la chlorophylle, la xanthophylle ou le carotène naissent dans ces petites bêtes sous l'effet de la lumière et disparaissent quand il n'y en a plus, tout comme une salade que l'on met à blanchir à l'abri de la lumière sous un paillason. Si on étale du plancton sur un support et qu'on expose, il n'y a pas de raison pour que l'on n'obtienne pas une image qu'il ne reste qu'à fixer. Seul inconvénient de ce procédé : sa faible sensibilité.

Encore une autre idée, elle est de moi celle-là, introduire du plancton animal entre deux lames de verre. Ces petites bêtes ayant besoin de lumière vont se répartir dans les zones claires de l'image et quitter les zones sombres. Une fois qu'elles auront bien pris leur place, hop ! on les écrase entre les deux lames de verre pour les fixer. Et voilà un merveilleux négatif qu'il ne reste qu'à tirer sur un papier au plancton. Je cède cette idée-là à Kodak et à Polaroid réunis pour qu'ils la développent sous réserve que je sois parmi les premiers à essayer ces plaques au plancton, seule surface sensible comestible ; si ça ne marche pas, on peut s'en nourrir.

L'archivage des images est à la mode : la querelle papier RC contre papier-papier qui se déroule actuellement en est un exemple. En réalité, il s'agit de savoir combien de temps on envisage de conserver une image ou une série d'images. Pour le moment l'archivage est réalisé sur film ou sur papier (procédé argentique, Xérox, charbon ou autre) sur bande magnétique (vidéo) ou sur disque (archivage mécanique). Toutes les informations sont périssables, seule varie leur durée de vie selon la technique de l'enregistrement. Le procédé argentique a une durée de vie assez longue dans de bonnes conditions de conservation (température, hygrométrie), le procédé au charbon encore plus longue, les pigments ne se dégradent pas ou peu, c'est le support qui est moins stable ; le magnétique, bande ou disque est stable sauf si un champ magnétique puissant vient à passer par là et les informations d'une spire ont tendance, à la longue à migrer vers les spires voisines pour y créer un bruit de fond. Le disque où les

informations sont archivées mécaniquement, semble être le moyen de conservation le plus adapté à un archivage de très longue durée (sous réserve qu'on ne le détériore pas par un choc). Le vidéo-disque actuel où les impulsions sont codées est presque l'idéal. Réalisons-le en or pour éviter son oxydation et enregistrons les informations en numérique (une, deux, une deux... ou plutôt zéro, un, zéro, un...) Le système d'archivage devient alors quasi éternel. S'il s'agit d'archiver un film ou des images animées, ce type d'enregistrement est économique à la longue par un traitement différentiel des images : la première image seulement est entièrement enregistrée puis les différences entre la deuxième image et la première, la troisième et la deuxième... à chaque changement de séquence, on réenregistre entièrement la première image de cette séquence, etc. Ce type d'enregistrement (de mise en mémoire) vient d'ailleurs d'être présenté par les japonais en ce qui concerne le son. Le journal « Le Monde » s'en faisait l'écho récemment et cette technique remplacera sans aucun doute à long terme le disque microscillon que nous écoutons tous les jours... Qu'il s'agisse d'enregistrement sur bande magnétique selon un procédé voisin du magnétoscope ou sur disque (mécanique), la méthode numérique (digitale en français) est économique en longueur de bande (ou de disque) ; d'autre part elle nécessite une mécanique plus rudimentaire et des amplificateurs beaucoup plus simplifiés que les amplis actuels : le bruit de fond est éliminé assez facilement puisque le signal est enregistré sous une forme de tout ou rien.

La centrale image

Le téléviseur devrait devenir la centrale image de chaque foyer ; il n'est pas besoin d'être grand devin ni sorcier pour le prévoir. « Abraxas et puit, que l'image soit » ! Non, appuyons simplement sur le lecteur de film (le vidéo-player Kodak sera bien commercialisé un jour !), sur le lecteur vidéo-cassette, sur le diapo-lecteur, sur le vidéo-disque... et remplissons nos yeux des belles images de la boîte magique.

L'électronique, pour la restitution est avantageuse par certains côtés malgré sa faible définition car elle permet un traitement de l'image à la lecture ou à la prise de vues. Pourquoi pas une harmonisation des photos ? Ce procédé qui consiste à réduire l'écart de densité entre les hautes lumières, creuses et les trous noirs, tout en gardant les contrastes locaux est délicat en photo mais un programme bien adapté le rend enfantin en vidéo ; les inclusions, montages, titrages deviennent presque un jeu d'enfant ainsi que l'atténuation des dominantes.

Reste à attendre que le matériel existe. Que sorte le vidéo-player. Que le prix et le volume d'un ensemble caméra vidéo couleur plus magnétoscope ne soit pas démesuré par rapport au matériel Super 8, que l'édition en vidéo-disque ne tarde pas trop à se faire voir. On attend. J'attends.

J.-J. Deutsch

(1) Ce terme ambigu signifie qu'il est conducteur de l'électricité quand il reçoit de la lumière.