

convenablement, que nous aurons le besoin d'avoir un status dans son ensemble dans notre champ de vision, quand la maintenance ne sera pas exacte au rendez-vous,...

L'imagerie vidéo est un excellent outil d'éducation du patient et de documentation de cas cliniques, mais il nous semble, qu'utilisé abusivement, il peut s'avérer dangereux.

Compte tenu de l'évolution rapide des matériels informatiques, des développements logiciels et des réseaux nous pouvons penser que l'imagerie odontologique n'en est qu'au début de son ère.

L'utilisation des réseaux et en particulier des réseaux distants du type RSS devrait permettre la circulation sécurisée des images et donc, par exemple, l'aide au diagnostic par transmission d'images radiologiques à des spécialistes.

C'est aussi grâce à des réseaux du type Internet que l'on devrait pouvoir transmettre des données au laboratoire de prothèse.

Le meilleur est à venir.

•• L'éducation et la motivation du patient :

La plupart des systèmes proposés offrent la possibilité d'obtenir une image vidéo en direct sur le moniteur, il suffira donc que celui-ci soit dans le champ de vision du patient pour pouvoir le convier à une visite guidée de sa cavité buccale.

Attention de ne pas l'effrayer, l'image étant grossie, il est toujours spectaculaire de se trouver nez à nez avec sa carie molaire.

Cela dit, nous sommes convaincus, que bien maîtrisé, cet appareil est un excellent instrument de motivation et d'éducation du patient.

N'oublions pas non plus que l'image grossie ne pardonne rien et surtout pas les imperfections de nos propres traitements. Ce qui est acceptable à l'œil nu peut subitement ne plus l'être en macro-photo.

•• La prévisualisation thérapeutique ou esthétique :

Elle consiste à saisir une image (ou plusieurs), par exemple celle de l'incisive fracturée de Madame Dupont, la stocker sur le disque, en faire une copie et modifier celle-ci à l'aide d'un logiciel de retraitement d'image numérique couleur jusqu'à montrer à Madame Dupont comment sera belle sa future céramo-céramique.

C'est l'avènement de la prothèse binaire, de la parodontologie exsangue,...

A notre avis, il peut y avoir danger. Tout dépend des possibilités du logiciel utilisé, de la maîtrise de l'opérateur et de l'utilisation qui sera faite de l'image terminale. La capacité du praticien à faire aussi bien avec sa turbine qu'avec sa souris ne sera pas non plus à négliger (Personnellement, je suis très fort en prothèse numérique).

Notons aussi que ce travail numérique est très consommateur de temps.

•• La documentation et/ou argumentation de cas cliniques :

Il est aussi possible de stocker des images de cas cliniques, celles-ci une fois répertoriées et organisées pourront être utilisées :

- Pour éduquer les futurs patients sur le plan des thérapeutiques qui leur seront proposées (par exemple, expliquer/montrer ce qu'est un inlay-core ou une couronne à incrustation vestibulaire).

- Pour argumenter un cas clinique en vue de conférence, d'enseignement, de communications diverses.

- Pour documenter un dossier patient en cas de contrôle, de procédure,... ou simplement transmettre des éléments au laboratoire de prothèse. A ce sujet, autant il est intéressant de transmettre des images au laboratoire pour donner au prothésiste des éléments concernant l'environnement buccal, la forme, la caractérisation des dents,... autant il est exclu d'utiliser ce genre de support à lui seul pour apprécier la teinte.

• CONCLUSION :

La radiologie numérique apporte à l'odontologie un outil d'investigation rapide, peu agressif et commode d'utilisation. C'est aussi une radiologie propre au sens où elle évite la manipulation de bains de développement photographiques et écologique car elle diminue fortement les doses de radiations reçues ainsi que les rejets d'effluents toxiques (bains de développement).

Pour autant, elle a des limites d'indications, aussi répétons le une fois de plus, ne jetons pas encore nos films. Ils nous serviront quand il nous sera impossible de positionner le capteur



camera + boîtier

Certaines cameras dites « sans fils » fonctionnent à l'aide d'un système d'émission radio envoyant ainsi les images saisies à un récepteur relié à un moniteur vidéo ou à un ordinateur. Elles ont pour elles un encombrement réduit et une grande commodité d'utilisation. Leur alimentation électrique étant assurée par des accumulateurs, leur autonomie est limitée.



camera intra buccale sans fil

•• Le matériel :

Il peut être associé à l'informatique de gestion et à la radiologie numérique dans le même environnement matériel. Dans ce cas, la gestion se fera obligatoirement dans la salle de soins.

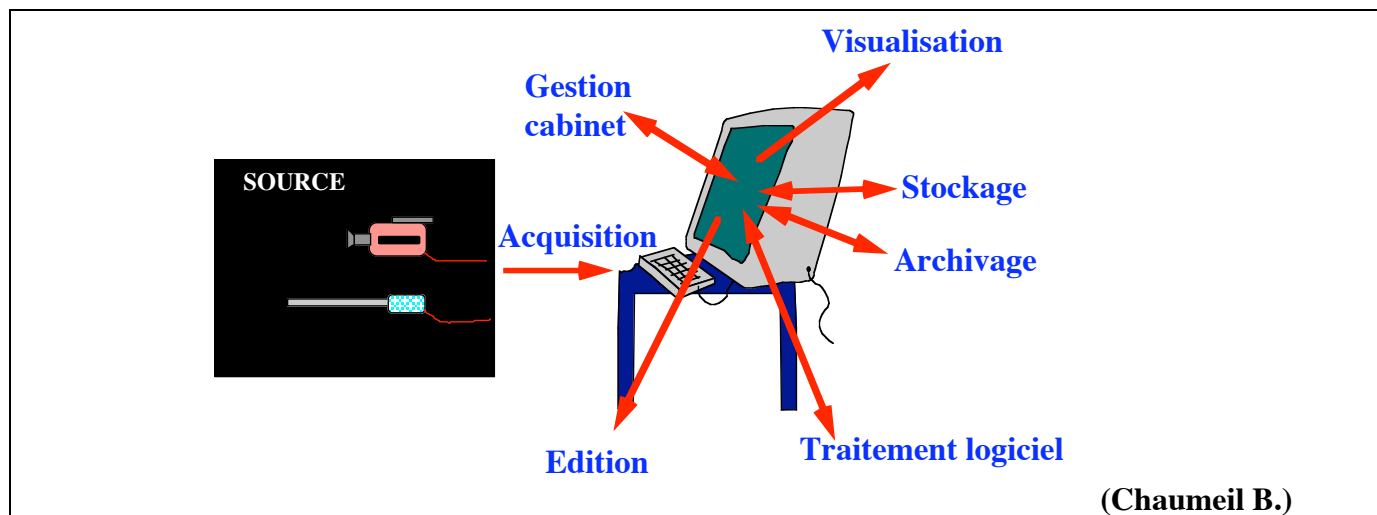
Il peut être uniquement associé à la radiologie numérique dans une station d'imagerie mixte, radiologie et vidéo placée dans la salle de soins ou dans une salle réservée à cet effet (dans ce cas, on devra déplacer le patient pour faire les radios).

Il peut être indépendant du reste de l'informatique. Dans ce cas, il pourra être placé dans une salle réservée à son utilisation.

Les principaux domaines d'exploitation de ces images sont au nombre de trois :

- L'éducation et la motivation du patient
- La prévisualisation thérapeutique ou esthétique
- La documentation de cas cliniques

L'IMAGERIE NUMERIQUE VIDEO EN ODONTOLOGIE



Il s'agit ici aussi d'acquisition d'image sous forme numérique mais cette fois c'est la source qui diffère.

Pour le reste, l'environnement est le même que pour l'imagerie radiologique, à ceci près, qu'il faudra disposer d'une carte d'acquisition numérique couleur dans son ordinateur, d'une interface logicielle et éventuellement d'une imprimante couleur.

D'ailleurs les systèmes d'imagerie radiologique peuvent supporter une acquisition numérique vidéo, le même ordinateur sera alors utilisé pour les deux. Il faudra seulement prévoir des capacités de stockages suffisantes en volume.

•• La prise de vue buccale :

L'acquisition vidéo consiste à saisir une ou des images à l'aide d'une caméra vidéo ou d'un caméscope.

L'image sera ensuite acquise numériquement dans un système informatique.

Désormais nous trouvons sur le marché des caméscopes ou des appareils à photo numériques qui délivrent donc directement un signal numérique rendant inutile la phase d'acquisition par l'ordinateur (transformation du signal analogique en signal numérique).

Ces appareils, pourtant très performants ne sont pas adaptés à la prise de vue intra-buccale (sauf pour les endoscopes et les boîtiers numériques à objectifs interchangeables) et sont encore coûteux.

Les caméras proposées sur le marché dentaire, sont des évolutions des endoscopes médicaux munis de CCD ou numériques.

Ces équipements ont le mérite d'être peu encombrants dans leur partie active et de permettre des prises de vues avec des champs restreints. Ils résolvent aussi le problème de l'éclairage car ils sont pourvus de fibres optiques qui acheminent un faisceau lumineux in situ.

Ils sont donc particulièrement adaptés à la prise de vue en bouche.

Ils ont tout de même un inconvénient, ils sont assez coûteux ou très coûteux selon leurs performances.

Ils sont aussi souvent associés à un boîtier par le biais d'un câble ou d'une fibre optique ce qui les rend relativement encombrants.

N'utilisons donc pas ces fonctions pour «mesurer» une longueur de travail en endodontie ou encore pour juger de la hauteur osseuse disponible en vue de mettre en place des implants par exemple.

•• Les pseudo couleurs :

L'œil humain ne distingue guère que 12 à 16 niveaux de gris, or l'imagerie produit une image en 256 niveaux de gris. Il est plus facile pour l'œil de distinguer des couleurs.

Le logiciel offre la possibilité d'affecter des couleurs aux niveaux de gris fenêtrés ou non, ceci donne éventuellement une aide à l'appréciation visuelle de certains éléments de l'image et peut être une aide au cours de l'éducation du patient.

N'oublions pas que les images radiographiques, une fois réglées, sont la propriété du patient et qu'il peut toujours les réclamer. Il faut donc pouvoir les éditer. Elles peuvent aussi être réclamées pour contrôle ou vérification par divers organismes (caisses, expertises,...)

•• Sauvegarde :

L'imagerie est liée à l'environnement informatique donc, comme à l'habitude, il faudra faire des sauvegardes systématiques et fiables.

Surtout si la totalité des images est stockée sinon nous nous trouverions dans une situation critique.

•• Les éditions :

Elles ne brillent généralement pas par leur grande qualité, ceci est dû aux imprimantes habituellement utilisées.

Pendant longtemps seulement les imprimantes du type thermique N&B étaient utilisées, désormais les concepteurs utilisent presque tous les types d'imprimante. Ceci s'explique par l'augmentation de performance des imprimantes traditionnelles (laser, jet d'encre) et par le soucis des commerciaux de limiter les coûts.

C'est l'édition qui donne lieu à remboursement par les organismes sociaux et elle doit répondre aux critères suivants:

"... matérialisé par au moins un support papier de format égal ou supérieur à 70x90 mm, indiquant la date de cet examen, l'identification du patient et celle de la ou des dents concernées".(Décret N°90-1088, J.O., 7 décembre 1990)

Avec la probable disparition des DEP, cette règle est susceptible de changer.

•• S.A.V. - Maintenance :

Comme toujours il faudra s'assurer d'une maintenance matériel et logiciel fiable et rapide (pas facile). Rien n'est plus désagréable que d'attendre le remplacement d'un capteur, par exemple, pendant des jours ou des semaines (ne jetons pas nos films). Ici l'ERLM a des atouts.

A propos des capteurs CCD, ce sont les éléments les plus fragiles du système, ils sont sensibles aux chocs (chutes), ils sont très onéreux à remplacer. Par contre on peut les assurer.

Il serait de plus, hautement souhaitable, que tous les concepteurs assurent de façon rapide les mises à jour logiciel et matériel.

•• Les mesures logicielles :

La plupart des logiciels qui accompagnent les systèmes d'imagerie radiologique ont des fonctions qui autorisent un certain nombre de mesures sur l'écran : mesures linéaires, "analyse de densité", reconstructions "3D".

Ne nous leurrions pas, pour spectaculaires que soient ces opérations, les mesures sont faites par le logiciel sur l'image numérique affichée et non sur l'objet réel (dent, par ex).

Ne jetons ni nos stops, ni nos localisateurs d'apex, continuons lorsque nous avons à réaliser des mesures à utiliser des méthodes plus traditionnelles mais éprouvées.

Ne perdons jamais de vue que pour numérique qu'elle soit, l'imagerie répond aux fondamentaux de la radiologie (incidence, projections, anatomie,...)

Quant aux densités, le logiciel n'exprime que les densités de gris de l'image, à nous d'exploiter ou non ces informations au cours de l'analyse.

Pour ce qui est des reconstructions en pseudo 3D, la radiologie numérique telle que nous l'avons décrite ci-dessus, n'est pas un "mini scanner", elle ne réalise pas de coupes, il lui manque donc quelques informations essentielles pour pouvoir faire un calcul cohérent dans ce domaine.

recueillies		
Quantité d'informations exploitées / informations recueillies	Importante.	peu importante.
Coût	très élevé.	Faible.
Nombre de réutilisations	Illimité (en principe)	Limité.

•• Ergonomie :

L'intégration de l'imagerie dans le cabinet dentaire pourra se faire de façon plus ou moins facile et harmonieuse selon la situation.

Dans le cadre d'une installation, l'imagerie devrait être prévue dans le cahier des charges même si l'investissement ne se fait pas d'emblée, afin d'anticiper sur son intégration.

Dans le cadre d'un exercice en cours: selon qu'il existe déjà une informatique de gestion ou non, l'endroit ou celle-ci se trouve dans le cabinet, ses propriétés sur le plan de la performance et de la compatibilité, nous serons amenés ou non à investir dans un nouvel environnement matériel.

Si c'est le cas, penser à l'utilité qu'il y a ou non à faire communiquer les deux environnements (réseau local) et à anticiper sur l'éventualité de télétransmission des images (confrère, radiologue,...)

•• Stockage :

Faut-il stocker toutes les images réalisées au cours de l'exercice d'un praticien ?

Certainement non, déjà toutes les images de mauvaise qualité ne seront même pas enregistrées sur les capacités de stockage (mauvaises incidences, sur et sous expositions, mauvais cadrages, flous,...).

Un certain nombre seront éditées et effacées et/ou non enregistrées (patient de passage, patient qui change de praticien, contrôles divers,...)

Pourtant le stockage a bien des avantages, il permet de rappeler rapidement les radios d'un patient en cours de soins ou a plus long terme celles concernant le suivi d'une pathologie évolutive.

De plus l'évolution de la technologie et la baisse des coûts font que :

- Les disques durs de grande capacité sont devenus, d'origine, monnaie courante dans nos ordinateurs (entre 60 et 100Go)

- Les algorithmes de compression des images font que celles-ci occupent peu de place sur les capacités de stockage.

Nous pouvons donc nous permettre de stocker un très grand nombre d'images dans nos disques, surtout si la station utilisée ne sert qu'à la radiologie.

Il a aussi des inconvénients :

L'analyse d'un status radiologique par exemple, ne pourra se faire qu'en visionnant les images deux par deux ou à la rigueur quatre par quatre, car sur l'écran l'ensemble des images le constituant se présente comme un alignement de vignettes trop petites pour être exploitables. L'accumulation systématique des images dans la mémoire de masse, malgré les algorithmes de compression, pourra imposer à terme l'acquisition de capacités supplémentaires si le matériel est aussi utilisé pour la gestion et a fortiori pour l'imagerie vidéo.

En fait, la vraie question est de savoir, si le stockage à long terme dans le disque de travail est indispensable, nous pouvons épurer nos disques des images les plus anciennes en procédant à leur archivage sur des capacités de stockage externe (DD externe, disque à cartouche, ZIP™, JAZ™,...)

Ainsi nous ferons de la place sur notre disque de travail évitant ainsi de provoquer une diminution de performance de la machine et nous pourrions toujours les récupérer à la demande, en cas de nécessité.

En fait, le vrai problème vient de la rigidité du capteur qui nous interdit de le déformer pour le glisser le long d'une amygdale ou derrière un arc antérieur mandibulaire.

Mais cette indéformabilité apporte aussi un avantage d'importance qui est de nous mettre à l'abri d'une cause fréquente de déformation de l'image.

Finalement l'utilisation d'un capteur ne nous impose que quelques adaptations dans la procédure de positionnement si l'on considère son état indéformable par rapport à l'anatomie de la cavité buccale. Procédure qui sera largement facilitée par l'utilisation d'accessoires comme les angulateurs.

Il ne faudrait pas que l'apparition des ERLM qui eux sont relativement souples nous conduise à retomber dans les vieux travers de la déformation de l'image.

•• Les angulateurs :

Tous les systèmes d'imagerie radiologique sont fournis avec des angulateurs. Ils ont pour objectifs de faciliter l'orientation du tube à rayons X par rapport à la surface active du capteur grâce à un repère externe et à servir de préhension pour le patient. Leur commodité d'utilisation et leur performance sont variables. Certains concepteurs ne proposent que deux angulateurs un pour les quadrants pairs l'autre pour les impairs avec un système de solidarisation avec le capteur peu commode à utiliser. D'autres proposent des angulateurs démontables sur lesquels on pourra adapter aussi bien le repère externe fourni que des systèmes d'angulation du type Rinn™, beaucoup plus précis et commodes.

Pour ce qui est de la préhension, ces systèmes sont essentiellement constitués par une tige en acier pliée de faible diamètre, rendant la saisie et le maintien en état d'immobilité très difficile pour le patient. Pourquoi ne pas avoir prévu un épaississement, à l'aide de matière plastique par exemple, dans des zones judicieusement choisies (angles, par ex) pour réaliser des sortes de poignées de préhension. (Bien sûr, nous pouvons nous-mêmes bricoler cela avec de la résine□)

Méfions nous des bras qui soutiennent nos tubes radios car souvent ils n'immobilisent pas celui-ci immédiatement ainsi la cellule oscille pendant quelques secondes ce qui peut donner des images de mauvaise qualité.

•• Les doses de rayonnement ionisant:

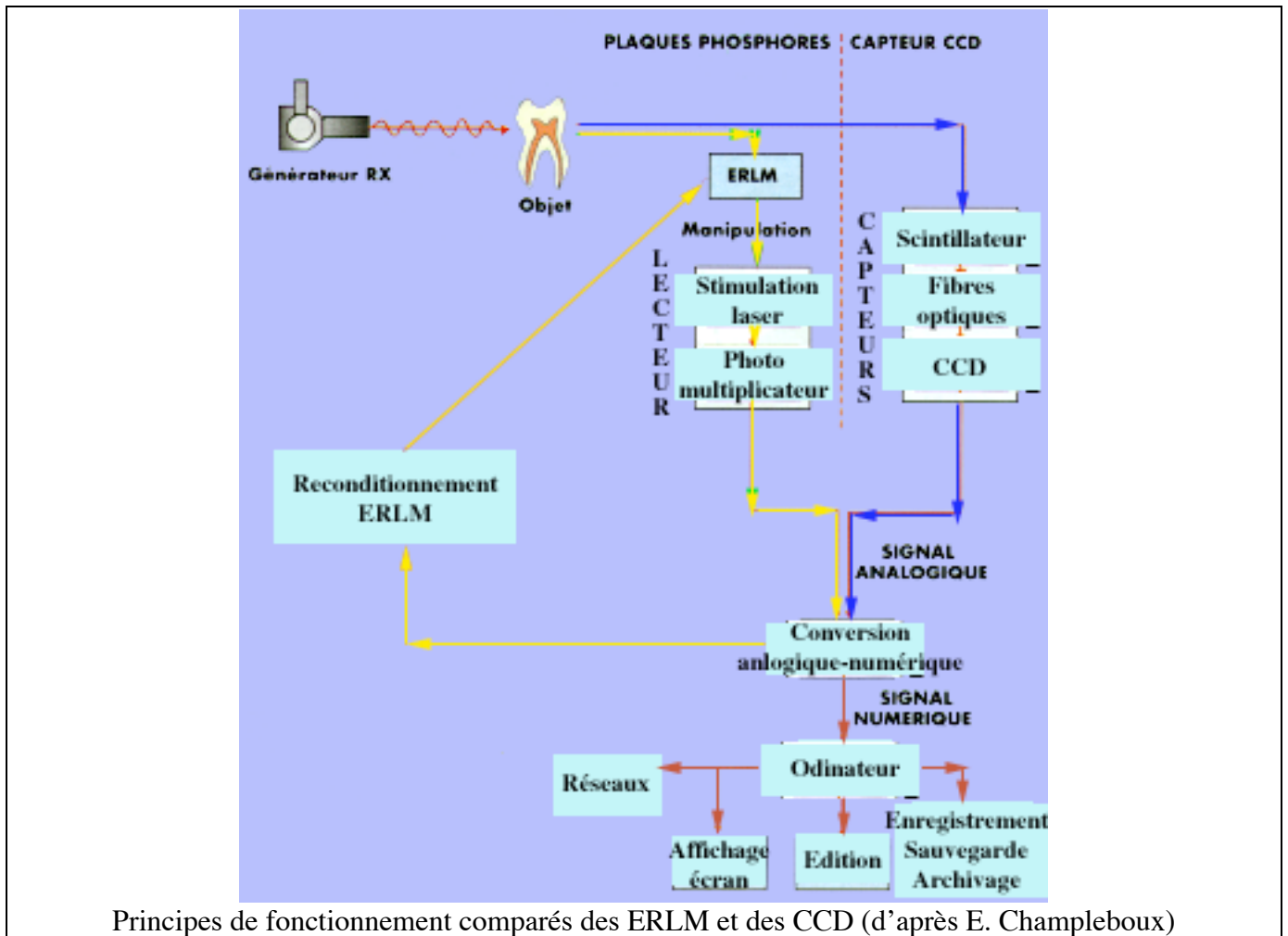
La technologie électronique et la sensibilité des capteurs font que l'imagerie radiologique génère une diminution d'environ 90% des doses de rayonnement reçues par le patient. C'est un des côtés très positif de ces appareillages.

Ne perdons pas de vue pour autant que ces doses sont cumulatives et ne multiplions pas les incidences inutilement. Profitons en, pour moins irradier nos patients, et nous-mêmes.

Et dénonçons, carrément, certaines sirènes commerciales qui nous chantent le nombre d'incidences par jour qu'il faudrait réaliser pour "amortir" au plus vite l'équipement.

•• CCD ou ERLM - avantages et inconvénients :

	CCD	ERLM
Bruits parasites	relativement	peu
Résistance aux rayons X	Relative(sauf s'il y a présence d'un scintillateur).	Réutilisable plusieurs fois.
Sensibilité à la sur et/ou sous exposition	Assez grande.	Peu importante.
Rigidité du capteur	Totale.	Très faible.
Vitesse d'obtention de l'image	Instantanée.	De 30 secondes à 1,5 minute.
Commodité de la mise en œuvre	Excellente.	Bonne.
Réduction des doses de radiations ionisantes reçues	≤ 90 %	≤ 90 %
Quantité d'informations	Importante.	Très importante.



Principes de fonctionnement comparés des ERLM et des CCD (d'après E. Champleboux)

Les fonctions qu'offre le logiciel permettant de "jouer" sur l'image apportent à l'analyse et à l'interprétation (niveaux de gris, vidéo inverse,...) pour peu que l'on connaisse la signification des manœuvres possibles.

Pour autant, l'imagerie radiologique en odontologie n'est pas encore un modèle de précision car depuis le tube jusqu'à l'écran, un grand nombre de facteurs interviennent qui ne sont pas forcément tous complètement maîtrisés.

L'image obtenue sera étroitement dépendante de facteurs comme :

- Les propriétés des tubes à rayons X utilisés.
- Les performances des CCD et des ERLM.
- Leur pérennité dans le temps.
- La performance de l'environnement informatique.
- La performance des logiciels d'exploitation.
- La performance de l'opérateur.
- Les conditions opératoires.

Ne jetons pas encore nos films

•• La guerre des capteurs :

Un peu plus grand, un peu plus petit, un peu moins épais. Cette guéguerre induite et attisée par le vent de la concurrence finit par être ridicule. Si nous continuons à rétrécir les capteurs nous finirons par avoir des images partielles de dents. Quant à l'épaisseur, elle nous paraît avoir désormais une valeur compatible avec une procédure opératoire utilisable dans la quasi-totalité des situations. Si l'on peut faire mieux c'est bien, en attendant, ne jetons pas encore nos films.

• **Quelques caractéristiques techniques :**

Signalons en préalable que beaucoup de sociétés commercialisent des appareillages homogènes constitués d'un capteur, un ordinateur, une imprimante thermique ou non et un logiciel spécifique (station d'imagerie ou gestion et imagerie).

D'autres sociétés commercialisent leur capteur, les interfaces nécessaires et un logiciel d'exploitation à des intermédiaires qui peuvent être de deux types :

- Des ensembliers revendeurs qui font eux-mêmes le choix de l'environnement informatique. Le résultat est dans ce cas complètement dépendant de leur compétence et de leur connaissance du milieu odontologique, il va de très convenable à complètement aberrant.

- Des sociétés informatiques qui commercialisent des logiciels dentaires qu'ils ont souvent eux-mêmes conçus, ils développent alors des logiciels personnalisés de gestion de l'imagerie exploitant le matériel acquis, le résultat est souvent excellent et surtout adapté à leur produit principal (logiciel de gestion du cabinet).

• **RADIOLOGIE NUMERIQUE AU CABINET :**

Quelques réflexions :

L'imagerie radiologique a indéniablement pour elle l'avantage d'apporter le confort de travail. En effet, la possibilité d'obtenir instantanément (dans la seconde pour les CCD) une image numérique apporte une célérité et une commodité certaine dans la procédure opératoire.

En ce qui concerne les ERLM, le temps nécessaire à l'obtention de l'image est plus long (de 20 secondes à 40 secondes selon le matériel) ceci est lié au principe de lecture différé du système.

Du coup, certains fabricants ont mis au point des systèmes de carrousels permettant de lire simultanément plusieurs ERLM. L'avantage que nous y voyons, est de pouvoir lire des capteurs de dimensions différentes, car pour le reste on retombe dans les procédures utilisées pour les films argentiques (développeurs automatiques) et nous perdons là l'avantage de la disponibilité immédiate de l'image.

D'autre part il faut penser que les ERLM nécessitent deux manipulations, celle qui consiste à lire celui-ci à l'aide du laser, la deuxième qui consiste à le reconditionner (effacement et réemballage) afin de le réutiliser.

Concernant les CCD, la seule manipulation consiste à les envelopper de la protection latex.

- Rehaussement des gris :

Variation de contraste numérique du noir au blanc

- Fenêtrage des niveaux de gris :

Groupage des 256 niveaux de gris de l'image (par paquets de 8 par exemple)

- Radio positive :

Passage en vidéo inverse (les noirs deviennent blancs et inversement)

- Inversion de l'image :

Symétrisation verticale de l'image, commode pour les dents maxillaires.

- Fonction zoom :

Permet le grossissement d'une zone choisie de l'image.

- Pseudo couleur

Une couleur est attribuée à chaque niveau de gris (ou à chaque paquet s'il y a eu fenêtrage), permettant une meilleure appréciation, l'œil humain ayant un meilleur pouvoir de séparation des niveaux de couleur que des niveaux de gris.

- Mesures sur l'image :

Possibilité de **mesurer** par voie logicielle, des éléments choisis **sur l'image**. *Attention, cette mesure ne vaut que sur l'image, elle n'a rien à voir avec la mesure réelle.*

- Analyse de densité :

A partir d'une ligne de profil déterminée par l'opérateur, le logiciel produit un **histogramme** représentant la densité des gris de l'image le long de cette ligne. *Cela n'a rien à voir avec l'analyse de densité osseuse obtenue à partir de coupes scanner par exemple.*

- Tracé en pseudo trois dimensions :

A l'aide d'un algorithme exploitant les niveaux de gris de l'image, le logiciel trace une expression de celle-ci en pseudo 3D. **C'est en fait un histogramme**. Ne présente aucun intérêt.

- Effacement de l'image :

Suppression définitive de celle-ci.

- Enregistrement de l'image :

Sur le disque dur, par ex.

- Archivage de l'image :

Enregistrement de celle-ci sur un support d'archivage, de façon à libérer de la place sur la capacité de stockage principale. (Par ex: disquette, autre disque dur, cartouche,...)

- Sauvegarde des images □

Sur une capacité de stockage externe (disque, cartouche, dérouleur de bande,...)

- Indexation de l'image dans une base de donnée :

Elle sera ainsi répertoriée et pourra être rappelée à loisir, cette base peut être totalement indépendante ou liée à celle de la gestion (fichier patient du logiciel de gestion du cabinet) directement (même machine) ou indirectement (réseau).

- Rappel de/des images :

Rappel des images des patients en cours (disque dur) ou de patients anciens donc archivés (disques d'archivage).

- Sélection du mode d'affichage :

Plusieurs types de fenêtres possibles offrent des affichages divers et variés depuis deux images côte à côte, jusqu'à des status entiers.

- Edition de/des images :

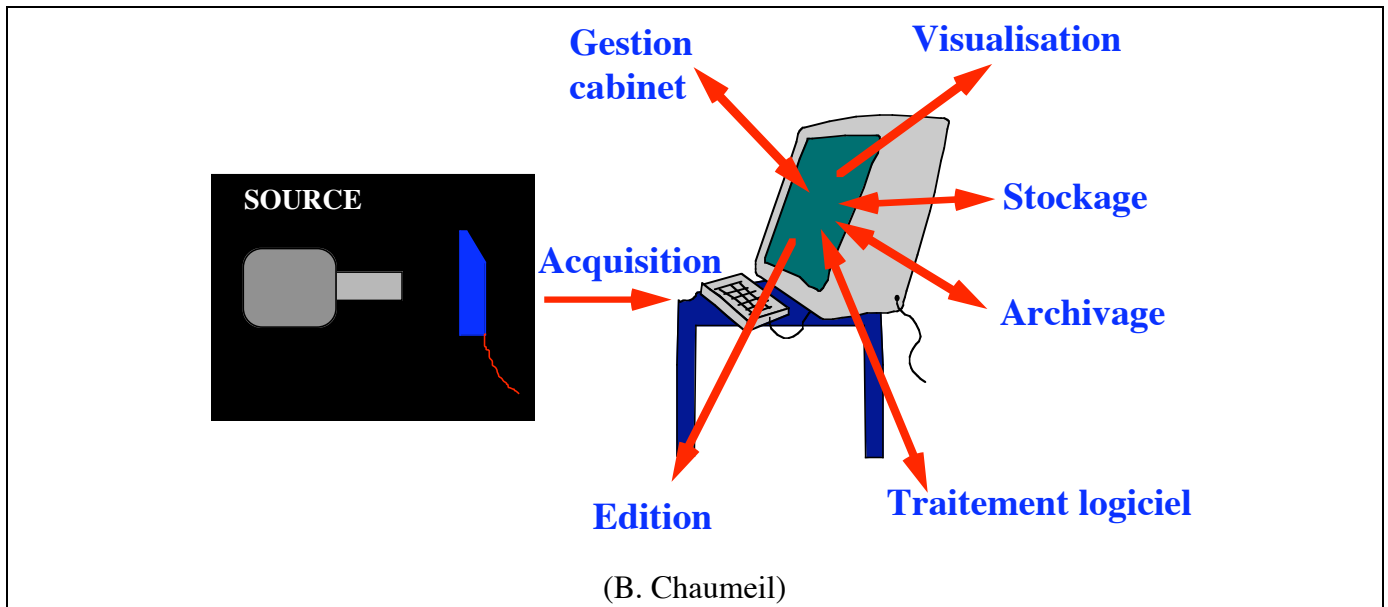
Via l'imprimante thermique noir et blanc pour les radios, jets d'encre, laser, plus rarement couleur (surtout si l'on a d'autres types de documents à éditer), exceptionnellement à sublimation (coût).

- L'imprimante :

Elle permettra l'édition sur papier des images.

Ce fut pendant longtemps une imprimante vidéo thermique à haute résolution (Sony™) mais l'évolution des systèmes d'exploitation des ordinateurs (Windows 2000, XP, Mac OS X) et le fait que les fabricants n'ont pas fait évoluer les pilotes, on a changé la donne.

Ainsi, les imprimantes utilisées désormais dans ce domaine sont des jets d'encre ou des lasers, moins rapides et plus encombrantes.



•• La mise en œuvre :

Le capteur sera mis en place de la même façon qu'un film radiographique, son exposition aux rayons X répond à la procédure habituelle.

Le capteur devra être équipé d'une protection jetable (latex) sauf pour les ERLM qui sont emballés, à chaque utilisation, dans des sachets thermo soudés.

Il est conseillé d'utiliser les positionneurs fournis avec le capteur qui rendent la manœuvre plus commode (en principe). Désormais, la plupart des capteurs sont utilisables avec des angulateurs du type RINN™

Le générateur utilisé doit avoir une puissance d'au moins 60KV et être piloté par un boîtier particulier (CCX) s'il s'agit du matériel Trophy (R.V.G.™). D'autres sociétés commercialisent des boîtiers spécifiques.

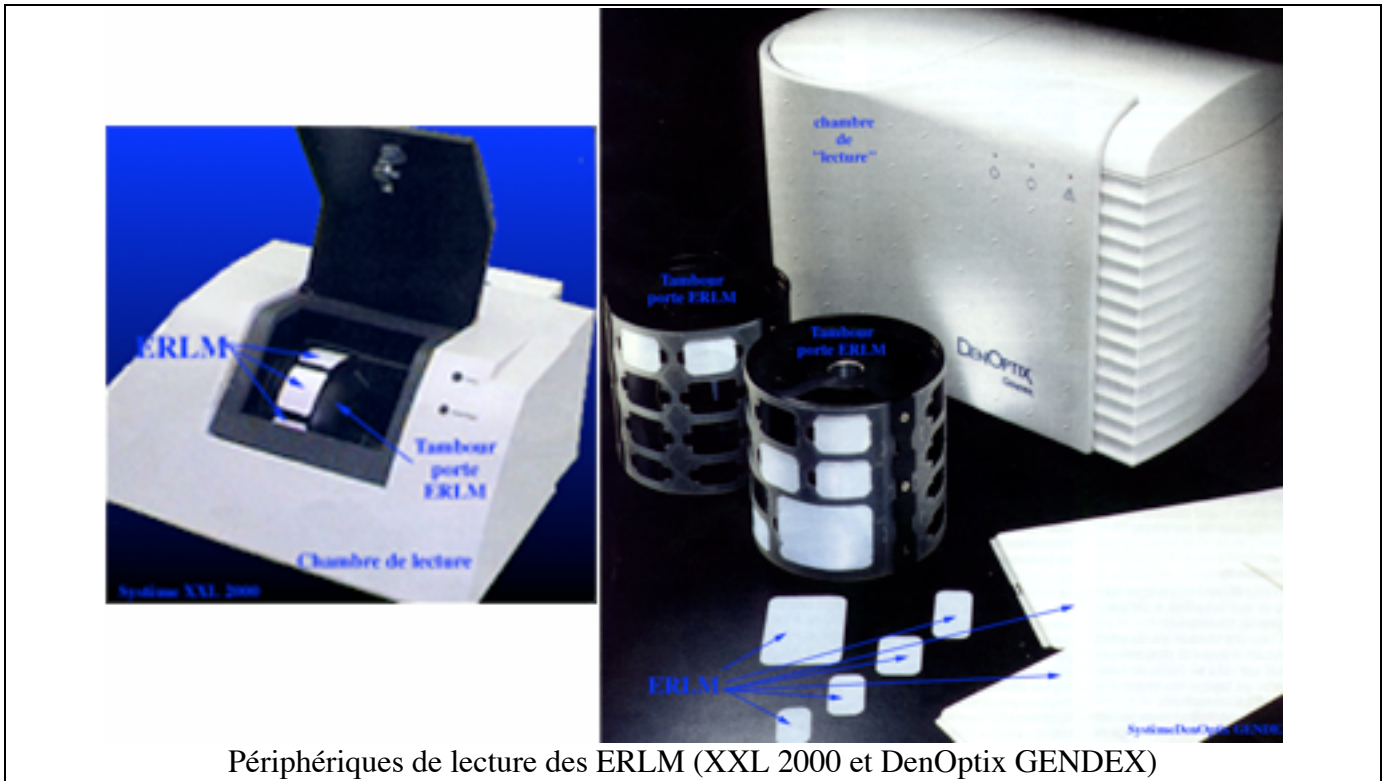
Les doses de rayons X reçues par le patient, compte tenu de la sensibilité du capteur, sont d'environ **90% inférieures** à celles que l'on aurait employé dans les mêmes conditions, avec un film rétro alvéolaire argentique.

Une fois l'image obtenue, elle pourra être visualisée et analysée sur l'écran en utilisant les possibilités de l'environnement logiciel.

Les clichés à conserver seront stockés sur les mémoires de masse ou/et édités à l'aide de l'imprimante.

•• Les possibilités de traitement et d'actions sur l'image :

Compte tenu des systèmes actuellement présents sur le marché Français, les fonctions logicielles sont généralement les suivantes :



Périphériques de lecture des ERLM (XXL 2000 et DenOptix GENDEX)

- Le traitement d'image :

C'est le cœur du système, il a pour fonctions :

* L'acquisition des signaux fournis par le capteur (carte ou boîtier d'acquisition numérique)

* Le traitement de l'image obtenue (logiciel de traitement d'image numérique)

* La mémorisation temporaire de celle-ci (mémoire vive de l'ordinateur)

* La mémorisation à plus long terme ou stockage (mémoires de masse disponibles)

Nous l'avons déjà dit, cette unité de traitement est constituée par un micro-ordinateur, ses possibilités seront donc directement liées aux caractéristiques de la machine utilisée.

A savoir:

- Génération, puissance, rapidité du microprocesseur.

- Capacités en mémoire vive (R.A.M.) de la machine.

- Performances du système d'acquisition numérique.

- Performances de la carte graphique de l'ordinateur.

- Convivialité de l'interface utilisateur (PC-Window, MacOS, Interface spécialement développée pour cette application,...).

- Volume du disque dur interne d'origine.

- Présence de mémoires de masses supplémentaires (Disque(s) dur(s) internes ou externes, disque dur à cartouche, Disque Optique Numérique, Dérouleur de Bande,...)

Son rôle est de numériser le signal et de mémoriser l'image en 256 niveaux de gris.

- Le moniteur vidéo ou LCD :

Il permet la visualisation de l'image acquise ainsi que le contrôle des diverses opérations sur celle-ci.

Il est à haute résolution et désormais en couleur.

Par contre nous n'avons pas beaucoup d'informations véritables sur la durée de vie des capteurs ou plus précisément sur la pérennité des performances du CCD tout au long de la vie du capteur.

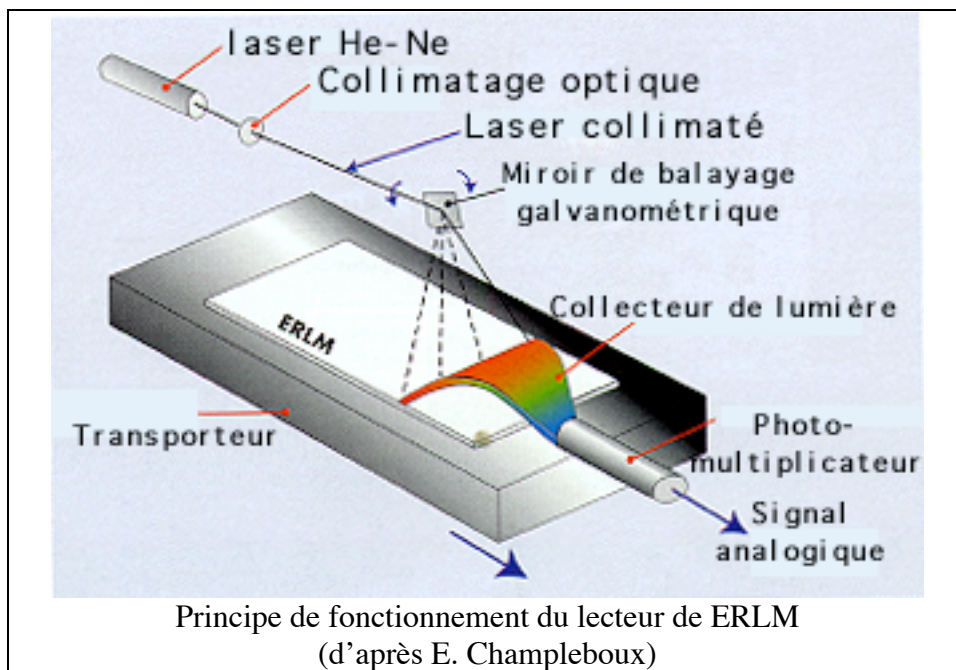
Celui-ci est relié à l'unité centrale de l'ordinateur par un câble, soit directement vers une carte d'acquisition numérique interne, soit indirectement via un boîtier externe spécifique.

- Le capteur de type ERLM :

Il ressemble à un film argentique et a été introduit dans le milieu dentaire assez récemment (Digora), il a été mis au point par la société Fuji dans les années 70.

C'est un écran au phosphore qui une fois exposé aux rayons X contient une image latente qui sera «développée» par un appareil que certains ont intégré à l'ordinateur, d'autres en ont fait un périphérique en étendant ses possibilités (exploitation d'écrans de différentes dimensions).

La surface du capteur (ERLM) est balayée par un faisceau laser provoquant l'excitation d'états au niveau atomique produisant une émission photonique de lumière bleue. Ces photons collectés par un photo-multiplicateur sont convertis en signaux électriques analogiques qui seront ensuite numérisés par l'ordinateur.



Dans le cas où le «développeur» est un périphérique, les ERLM sont placés sur un tambour qui tourne devant le faisceau laser (voir figure ci-dessous)

-Le système DenOptix de Gendex (ERLM)

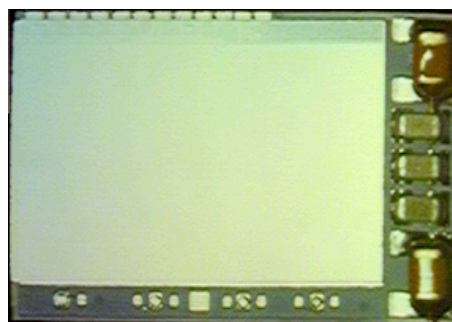
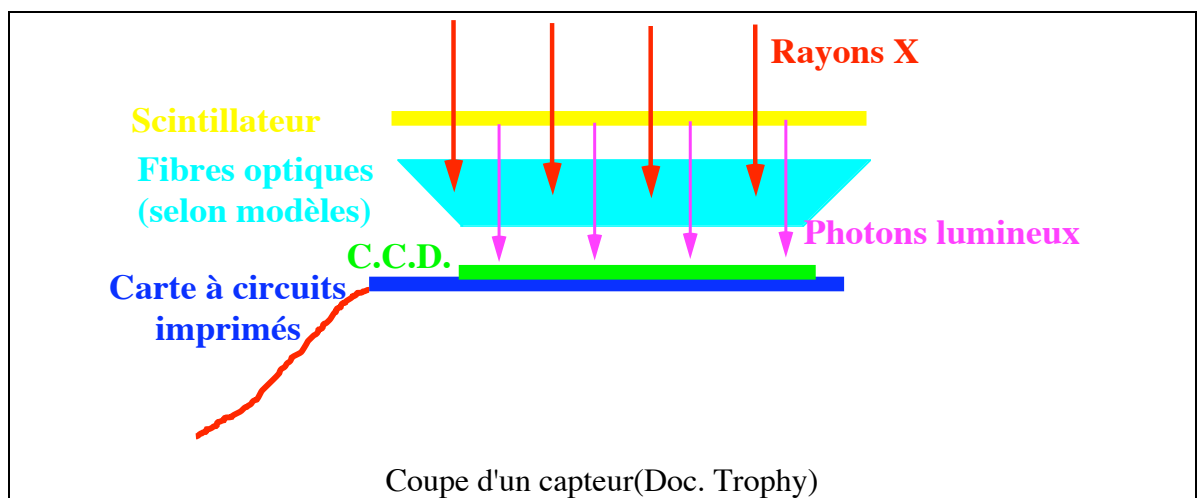
-...

•• **Le matériel :**

- Un capteur intra-buccal.
- Un micro-ordinateur équipé d'un système de lecture spécifique pour les ERLM.
- Une imprimante.

Tous les systèmes d'imagerie odontologique utilisent un micro-ordinateur, que celui-ci constitue la base d'une station d'imagerie indépendante ou qu'il soit aussi utilisé pour la gestion du cabinet.

- **Le capteur de type CCD :**



C.C.D ou D.T.C.(Doc. Trophy)

Il s'agit d'un dispositif à transfert de charge, qui s'utilise en lieu et place du film radiographique habituel.

Il est constitué d'un scintillateur qui agit comme un écran amplificateur, absorbe les rayons X et les transforme en lumière.

Dans le cas de la R.V.G.TM, cette lumière est acheminée par une plaque de fibres optiques vers un dispositif à transfert de charge (CCD) qui la transforme en signaux électriques, dans d'autres cas cette fibre optique est absente.

Selon certaines études, il semblerait que ce bloc de fibres optiques ait une action protectrice envers le CCD vis-à-vis des rayons X.

Constitués d'un support souple recouvert d'une mince couche de phosphore dopé, photosensible.

🍏 **L'adaptation des informations (numérisation) :**

Si l'information issue du capteur est suffisante pour caractériser l'image et notamment pour permettre sa visualisation sur un écran, en revanche, elle est peu apte à être modifiée de façon précise et à être conservée sans dégradation.

La numérisation de l'image répondra à ces deux besoins.

La chaîne de numérisation comprend trois phases :

- Une conversion analogique-numérique (C.A.N)
- Une mise en mémoire (mémoire d'image)
- Une conversion numérique-analogique (C.N.A)

La C.A.N transforme la valeur analogique de chaque point de l'image en un nombre codé sous forme binaire.

Ce sont ces informations sous forme binaire qui sont stockées dans la mémoire vive de l'ordinateur et éventuellement dans les mémoires de masse (enregistrement, sauvegarde, archivage).

Par l'intermédiaire du C.N.A, ces informations seront ensuite délivrées sous forme analogique aux éléments de visualisation (moniteur de l'ordinateur).

🍏 **Le traitement des informations numérisées :**

Le traitement et l'analyse des informations contenues dans le cliché se fait à partir des données numériques stockées dans l'ordinateur grâce à des logiciels adaptés.

Le traitement de l'image peut être sommairement divisé en :

- L'amélioration :

Il s'agit d'appliquer aux images des opérations visant à améliorer leur apparence visuelle.

- La restauration :

Il s'agit de retrouver dans des images ayant subi des dégradations, la meilleure "estimation" de l'image originale.

- La compression :

Il s'agit par l'utilisation d'artifices de traitement de diminuer le volume d'informations à stocker (volume du fichier représentant l'image).

- La détection :

Il s'agit de détecter et localiser des composantes ou "primitives" de l'image possédant certaines propriétés particulières (niveau, gradient, couleur, texture,...).

• **L'IMAGERIE RADIOLOGIQUE ODONTOLOGIQUE :**

Le Dr Mouyen est à l'origine du développement de l'imagerie radiologique odontologique en France à travers ses travaux de mise au point d'un capteur qui donna naissance à la génération des R.V.G.^{TM2} de la société Trophy.

Depuis les appareillages ont évolué et plusieurs sociétés se partagent le marché Français avec des systèmes de conceptions assez proches les unes des autres.

Nous citerons les principaux qui sont :

- La R.V.G. THDTM de la société TROPHY RADIOLOGIE.
- Le VisualixTM de la société GENDEX DENTAL SYSTEM.
- Le système DigoraTM de la société Soredex qui fut le premier à utiliser des ERLM

² R.V.G.□ : RadioVisioGraphie.

Tous les procédés photographiques négatifs, dont la radiographie, sont basés sur le fait que certains sels d'argent (bromure d'argent) subissent une transformation lorsqu'ils absorbent des rayons X. Cette réaction est rendue visible par un traitement chimique adapté de la structure photosensible (c'est le développement).

Le relief d'intensité du rayonnement X transmis, après traversée du corps examiné, va interagir avec les cristaux de l'émulsion photosensible. Selon que les zones examinées seront plus ou moins denses, le nombre des cristaux d'halogénure d'argent réduits sera plus ou moins grand.

Une fois traitée et débarrassée des grains d'argent vierges, la couche qui n'est plus photosensible, ne comprend plus que des grains d'argents réduits, formant une opacification plus ou moins grise ou noire.

Les variations de noircissement de la pellicule, en relation avec l'action du rayonnement X sur l'émulsion photosensible, déterminent des densités optiques (D) différentes.

Les multiples valeurs prises par cette densité optique sont donc en relation avec la constitution physique du cliché radiographique, elles déterminent les contrastes qui sont à la base de la formation de l'image radiographique.

Toutes les valeurs intermédiaires de D, du minima au maxima constituent les niveaux de gris.

Cette notion conditionne la perception de l'image radiographique par le praticien, elle est aussi à la base du traitement numérique de celle-ci.

• **La numérisation et le traitement de l'image :**

Les nouvelles possibilités de traitement et d'analyse numérique des images nous permettent d'améliorer les qualités informatives des clichés, voire de les évaluer de façon quantitative.

Les informations contenues dans le cliché radiographique, saisies à l'aide d'un capteur, vont subir des traitements dans un système informatique.

Nous pouvons distinguer :

- La prise des informations contenues dans le cliché (saisie).
- L'adaptation des informations (numérisation).
- Le traitement des informations numérisées.
- Le résultat obtenu.

🍏 **La prise des informations contenues dans le cliché (saisie)☑**

La lumière est le vecteur des informations contenues dans le cliché.

L'image optique est saisie par la surface sensible d'un analyseur d'image ou "caméra vidéo".

Aujourd'hui, les plus utilisés dans notre domaine sont :

- Les capteurs à l'état solide (D.T.C ou C.C.D)¹ :

Les dispositifs à transfert de charge sont des éléments à semi-conducteur qui assurent la conversion de l'image optique en signaux électriques (signal vidéo).

- Les écrans radio luminescents à mémoire (E.R.L.M.) :

¹ D.T.C ou Dispositif à Transfert de Charge ou C.C.D Charge Coupled Device

LA RADIOLOGIE NUMERIQUE EN ODONTOLOGIE L'IMAGERIE VIDEO NUMERIQUE

**Le capteur est trop grand, il est trop petit,
Il est trop épais, trop/pas assez biseauté, anguleux,
Son câble est mal placé, pourquoi un câble d'ailleurs,
Les écrans au phosphore, c'est plus commode, cela peut se tordre
Stocker les images, ne pas les stocker,
Lié au logiciel de gestion, indépendant,
La machine est une usine à gaz,
Mais non, c'est simple comme bonjour.**

Bouge pas, j'explique !

Tu prends le dernier né de chez intel ou de chez motorola comme processeur (Pentium IV ou G4, tu vois !), tu ajoutes 512 Mo de RAM, 4 Mo de VRAM, 2 Mo de cache de niveau 2, un DD 60 Go interne, un ou deux DD externes ou extractibles 40 Go ou à cartouche (au moins 1 Go) ou un DON, ou mieux un DVD. Tant que tu y es, ajoute donc un DAT de 50 ou 60 Go pour être peinard sur les sauvegardes.

Bien sûr, tu n'oublies pas une carte SuperImageTurbo pour l'acquisition (millions de couleurs comme cela tu est prêt pour la vidéo), une imprimante à sublimation couleur (pour les mêmes raisons) et tu te bricoles un logiciel de traitement d'images numériques ou tu l'achètes (on en trouve partout).

Et voilà, tu n'as plus qu'à trouver un capteur pour brancher derrière.

Au fait, n'oublie pas, un modem interne ADSL avec fax modem, répondeur, interrogeable à distance, stockeur de messages ordinateur éteint. Juste pour pouvoir surfer et être au point sur la télétrans, la connexion RSS et la transmission d'image.

Ne prends pas la carte réception TV car là tu devrais payer la redevance (de toute façon tu n'es pas au cabinet pour regarder le match ou le feuilleton).

Dialogues et discours, à peine caricaturés, que nous entendons ici et là au détour de nos pérégrinations professionnelles.

Le chapitre qui suit n'a pas d'autre prétention que de tenter de clarifier la situation de l'imagerie odontologique du moment.

Dans une première partie, nous tenterons d'expliquer très schématiquement ce qu'est l'imagerie radiologique odontologique aujourd'hui.

Dans une seconde partie, nous apporterons quelques réflexions personnelles issues de notre propre expérience en la matière, de notre exercice universitaire et des contacts multiples et variés que nous avons eu jusqu'à présent avec les principaux représentants des systèmes d'imagerie odontologiques présents sur le marché Français.

Il ne sera question dans ce document que des systèmes numériques de radiologie utilisés au cabinet dentaire en pratique courante. Les techniques radiographiques traditionnelles ainsi que les techniques d'imagerie médicale ne seront pas développées, elles sont du ressort du cours de radiologie.

• La radiographie, rappels :