

Chapitre I

Concepts fondamentaux

Introduction

Le mot « Télévision » apparaît en France en 1900, à l'occasion de l'exposition universelle de Paris. Au début, la télévision fonctionne avec un tube cathodique munit d'un seul canon à électrons, ce qui ne permettait d'obtenir que du noir plus ou moins clair (le fameux noir et blanc). Puis la couleur est apparue, grâce à trois canons à électrons qui représentaient les trois couleurs primaires : le rouge, le vert et le bleu. A partir de ces trois couleurs, on peut obtenir n'importe quelle couleur.

Depuis le début des années 2000, la télévision a beaucoup évolué avec l'apparition des nouvelles technologies. Les deux principales, le LCD et le plasma, ont laissées tomber le tube cathodique et ont permis d'obtenir des téléviseurs beaucoup plus fins.

I.1. Transmission d'une image

La transmission sur un canal, ou l'enregistrement sur un support magnétique ou optique d'une image animée, nécessitent de la mettre sous forme d'un signal électrique dit signal vidéo.

Si on subdivise mentalement une image en lignes et en colonnes, chaque croisement constitue un point d'image bien défini. Chacun d'entre eux possède une certaine luminosité, qui peut être mesurée à l'aide d'un composant photosensible. Si ce dernier est déplacé, ligne après ligne, de façon à balayer tous les points d'image, sa tension de sortie donne une information de type série sur la constitution de l'image. Si on ajoute quelque chose pour indiquer à quel endroit se trouve le début d'une image (balayage du premier point de la première ligne) et le début de chaque ligne (signal de synchronisation), il devient possible de reconstituer, après transmission, l'image dans le récepteur.

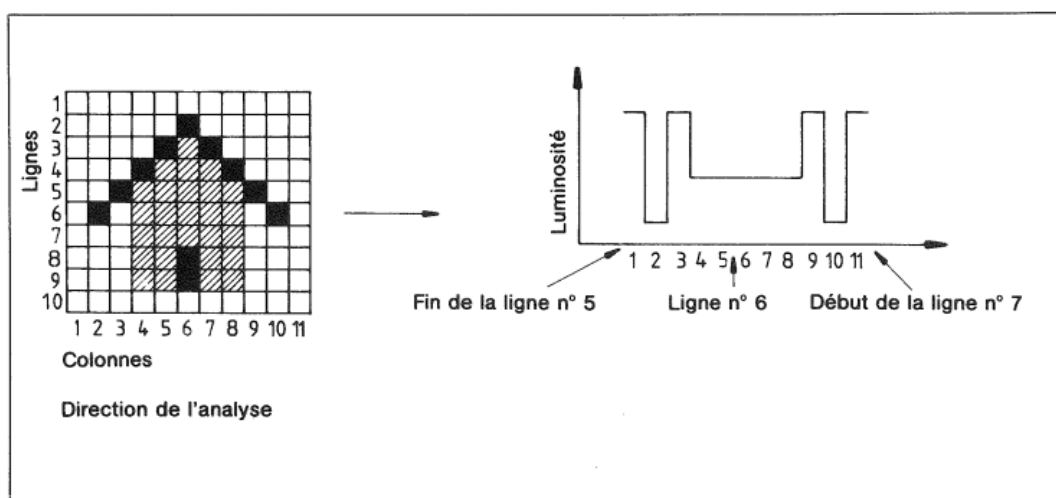
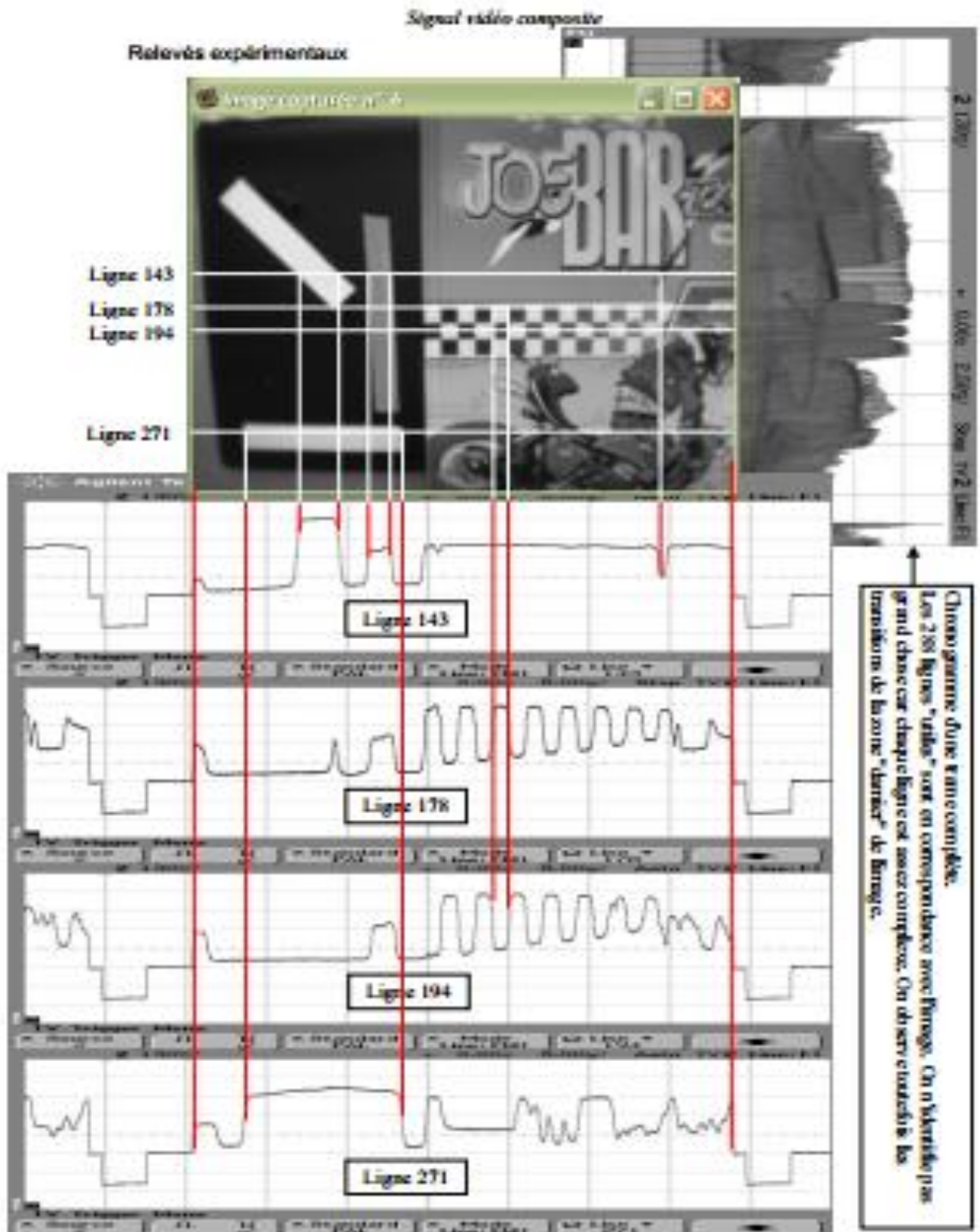


Fig. 1. Analyse d'une image



- Une image animée peut être considérée comme une fonction de 3 variables : "**Information d'image**" = $I(x,y,t)$
- Dans le temps (t), on transmet un nombre suffisant d'images par seconde pour que l'œil, qui réagit assez lentement, ait l'impression d'un mouvement continu
- Pour la télévision elle est égale à la moitié de la fréquence du réseau électrique, soit 25 images par seconde en Europe et dans le reste du monde.

I.2. Signal d'antenne

Selon les normes européennes, une image comprend 625 lignes. Chaque seconde, on analyse 50 demi-images. Chacune d'entre elles se compose de 312,5 lignes, et les demi-images (on dit aussi trames) s'inscrivent sur l'écran en intercalant les lignes de l'une et de l'autre, ce qui nous donne 25 images complètes. Une ligne est transmise en $64 \mu s$ (1 seconde : 25 images complètes : 625 lignes). Avec le signal vidéo composite, constitué de l'information image (on dit vidéo) et des signaux de synchronisation, on module une porteuse haute fréquence en amplitude, ce qui en permet la transmission hertzienne. Lors de l'émission d'un point d'image blanc, l'émetteur donne 100 % de la modulation maximale, 10% pour le noir et 0 % pour les signaux de synchronisation. La norme dite **CCIR** donne des valeurs inverses, soit 10% pour le blanc, 75 % pour le noir et 100% pour la synchronisation. De sorte qu'en regardant la figure 3 à l'endroit on voit le signal vidéo composite français, et à l'envers on voit le signal dit **CCIR** (Comité Consultatif Internationale des Radiocommunications).

Le signal son module une autre sous porteuse, en fréquence et décalée de 5,5 MHz par rapport à la porteuse son pour le système CCIR, en amplitude et décalée de 6,5 MHz pour le système français. Les deux porteuses sont rayonnées, après amplification, par la même antenne.

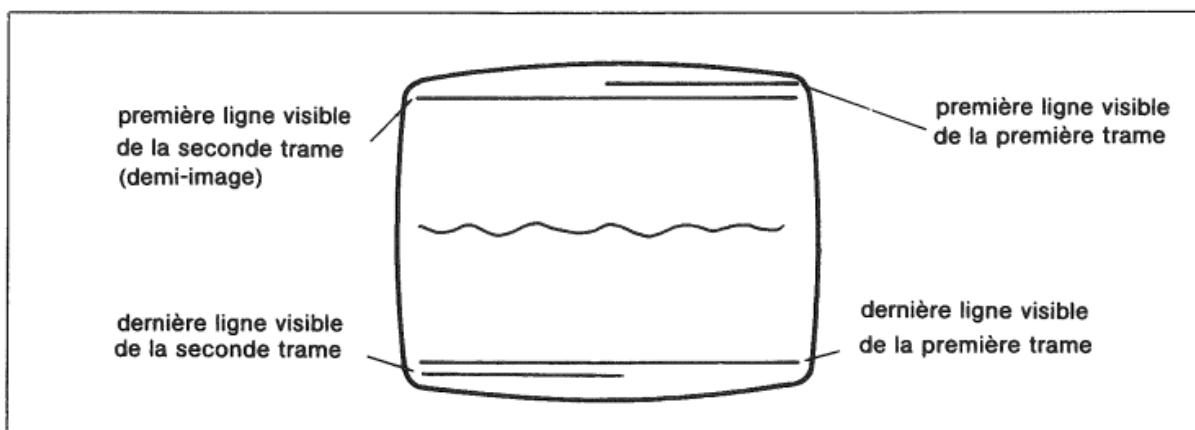


Fig. 2 . Représentation des images sur l'écran

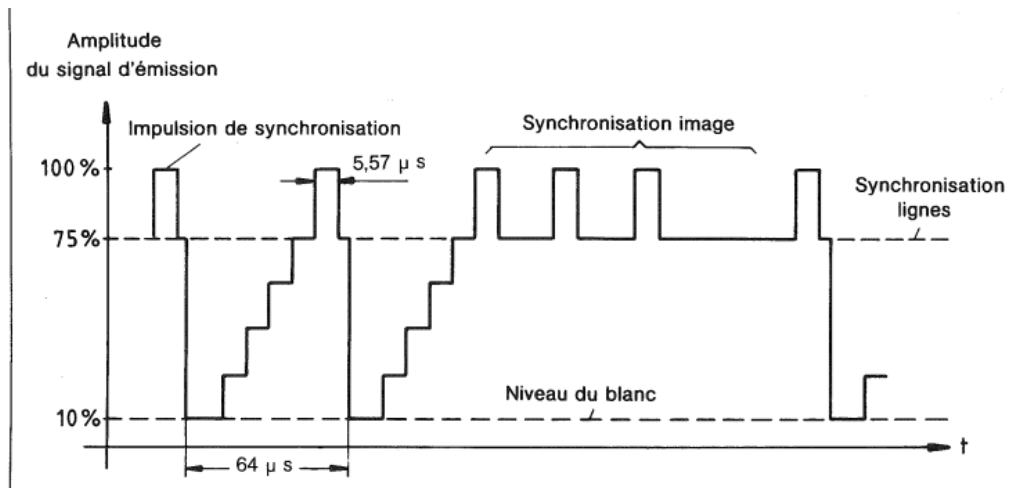


Fig. 3. Le signal vidéo composite

I.3. Le balayage de l'écran pour une image monochrome

a. Principe

Une image monochrome désigne une image "noir et blanc" (dite "achrome") mais aussi chaque composante d'une image couleur, puisqu'on sait qu'une image couleur peut être reconstituée par la superposition de trois couleurs fondamentales (rouge, vert, bleu). Dans l'espace (x,y), on décompose l'image en un nombre suffisant de lignes horizontales, puis on l'analyse point par point le long de chaque ligne. L'image est en fait analysée par lignes horizontales (très légèrement obliques par rapport à l'écran) lues de gauche à droite (Figure I.4). Le balayage de la ligne se fait à vitesse constante par un dispositif de lecture qui était et est encore dans certaines caméras un faisceau d'électrons dans un tube à vide. Un temps mort correspondant au retour du balayage sépare la lecture de deux lignes. Simultanément un balayage vertical décale les lignes analysées de haut en bas. Un ensemble de lignes de haut en bas de l'image forme une trame ; à la fin de celle-ci on a un autre temps mort dû au retour du balayage vertical, qui peut durer plusieurs lignes.

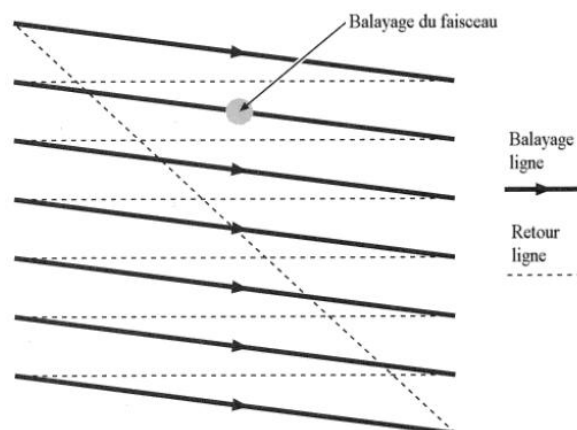


Fig.4. Principe du balayage de l'écran.

b. Balayage entrelacé

Cependant, si l'œil est incapable de percevoir des images séparées si celles-ci sont affichées avec un taux de répétition de 20 à 30 Hz, il reconnaît pour cette gamme de fréquences les variations de luminosité d'une image à l'autre, d'où un désagréable effet de papillotement. Pour éviter cela, le taux de "rafraîchissement" de l'ensemble des lignes correspondant à un balayage de l'écran doit être égal à au moins 50 Hz. Pour conserver une fréquence d'affichage des images égale à seulement 25 Hz (un affichage à 50 images par seconde conduirait au doublement de la bande passante nécessaire pour transmettre le signal vidéo) une image est analysée en deux trames entrelacées. Une ligne sur deux est analysée à la première trame, l'autre à la trame suivante (Figure I.5). Comme il y a en général un nombre impair de lignes par image, chaque trame commence (cas des trames impaires) ou finit (cas des trames paires) par une demi ligne. La fréquence trame est donc le double de la fréquence image, soit en Europe, $F_{\text{trame}} = 50 \text{ Hz}$.

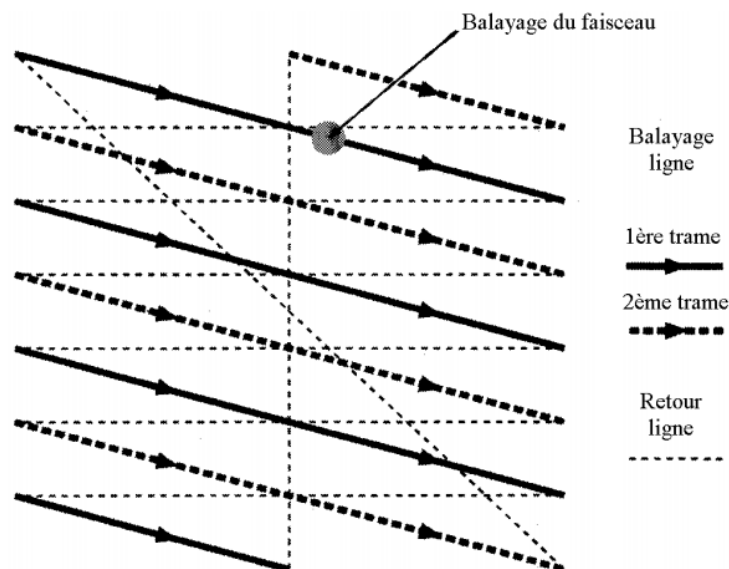


Fig.5 Balayage entrelacé.

2. Principes de base de la télévision

Bien qu'il y ait peu de téléviseurs et de systèmes en noir et blanc maintenant utilisés, le système de télévision couleur compatible utilisé aujourd'hui par tous les émetteurs terrestres est né des anciens formats monochromes. Dans les premiers temps, il était essentiel que les récepteurs existants présentent une bonne image en noir et blanc des nouvelles transmissions de couleurs, et les normes de balayage, le signal de luminance et le système de modulation sont les mêmes.

Au studio de télévision, la scène à transmettre est projetée sur une plaque photosensible située à l'intérieur de la caméra de télévision. La scène est balayée à plusieurs reprises par un faisceau d'électrons très rapide,

ce qui garantit que les images consécutives ne diffèrent que très légèrement. A l'extrémité réceptrice, un dispositif d'affichage tel qu'un écran plasma ou LCD ou un tube cathodique (C.R.T) est utilisé pour recréer l'image par un processus identique de balayage d'un écran par un faisceau d'électrons.

2.1. Balayage

La plaque frontale de la surface sensible à la lumière également appelée dispositif de détection est constituée d'un réseau de centaines de milliers de photodiodes de silicium à polarisation inverse montées sur une puce, typiquement de 7 mm de diagonale, disposées en lignes et en colonnes.

Pendant la période de champ actif, chaque photodiode agit comme un condensateur et acquiert une charge électrique proportionnelle à la quantité de lumière qui y tombe. L'image est fortement focalisée sur la face avant du capteur par un système de lentilles optiques. Chaque diode est adressée à son tour par un faisceau d'électrons qui est ensuite adressé individuellement par le circuit de commande du capteur afin que (vu de l'avant) les charges sur la ligne supérieure des photodiodes sont lues d'abord, de gauche à droite. Chaque ligne est lue à tour de rôle, progressant vers le bas, jusqu'à la fin de la ligne du bas.

La luminosité de chaque élément est ainsi examinée ligne par ligne, comme le montre la **Figure 6**, pour former ce que l'on appelle un **signal vidéo**.

Un très grand nombre de lignes sont utilisées pour donner une représentation adéquate du contenu de l'image. Dans le système **PAL** du Royaume-Uni, 625 lignes sont utilisées tandis que dans le système **NTSC** des États-Unis utilise 525 lignes.

La forme d'onde qui fournit le mouvement de balayage du faisceau d'électrons est la forme d'onde en dents de scie représentée sur la **Figure .7** dans laquelle la partie de balayage fournit le balayage de ligne et le retour rapide ramène rapidement le faisceau à la position de départ.

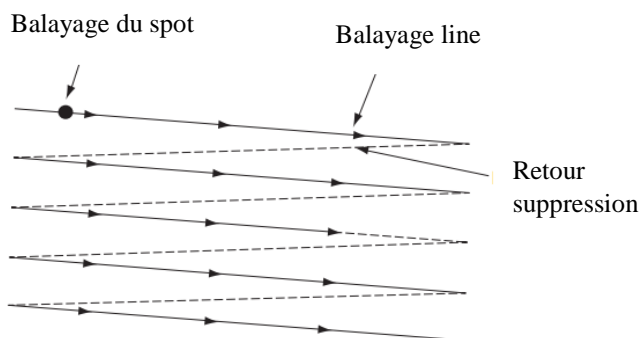


Figure. 6. Balayage de l'image

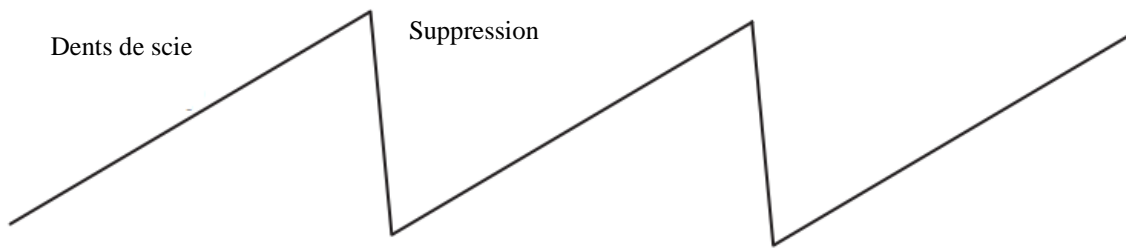


Figure. 7. Balayage d'onde en dents de scie

À la fin de chaque balayage d'image complet, le faisceau d'électrons revient en haut de la scène et la séquence est répétée.

Au Royaume-Uni, 25 images complètes sont scannées chaque seconde, choisies correspond à la fréquence de 50 Hz de l'alimentation. Il est préférable de faire correspondre la fréquence de rafraîchissement de l'écran à la source d'alimentation pour éviter les interférences d'ondes qui produiraient des barres de roulement sur l'écran.

Avec chaque image contenant 625 lignes, la fréquence de ligne dans le système UK PAL est donc de $25 \times 625 = 15\,625$ Hz ou **15,625 kHz**.

Aux États-Unis, le système NTSC était à l'origine de 30 images par seconde dans le système noir et blanc, choisi parce qu'il correspondait à la fréquence nominale de 60 Hz de la puissance alternative utilisée aux États-Unis.

Pour éviter cela, le taux d'image original de 30 Hz a été ajusté par le facteur 1000/1001 à $29,97 \times 525 = 15734$ Hz or 15.734 kHz. Avec chaque image NTSC contenant 525 lignes, la fréquence de ligne est de 29,97?