WIKIPÉDIA

# Entrelacement (vidéo)

L'**entrelacement** (en anglais *interlace*), ou **balayage entrelacé**, est une technique destinée à doubler le nombre d'images perçues par seconde sans augmenter le débit. Elle consiste à afficher dans une trame les lignes impaires d'une image puis dans la trame suivante les lignes paires de l'image suivante. L'entrelacement a d'abord été utilisé pour réduire l'impression de scintillement sur un écran à faible fréquence de balayage (50–60 Hz).

Illustration de la différence entre balayage progressif, entrelacement et entrelacement avec anticrénelage (lissage) ; cette animation illustre bien le principe, mais ici l'effet obtenu est approché.

## Sommaire


**Intérêt de l'entrelacement**
**Usage**
**Fonctionnement**
Signaux électriques
**Paramètres**
**Effets de l'entrelacement sur un écran d'ordinateur**
**Notes et références**
**Annexes**
Article connexe
Liens externes


## Intérêt de l'entrelacement

L'intérêt de cette méthode est d'éviter un effet de papillonnement de l'image. En effet, lorsque le faisceau électronique balaie l'écran (voir tube cathodique), les luminophores s'éclairent, puis l'intensité de la lumière décroît. Donc, au moment où le bas de l'image est formé (pleine luminosité), l'intensité du haut de l'image a légèrement baissé. Or, la fréquence de rafraichissement de la télévision analogique est de 50 Hz (PAL et Secam) ou de 60 Hz (NTSC), en raison de la fréquence du courant domestique (50 Hz en Europe, 60 Hz aux États-Unis)[1] ; à cette fréquence, on peut voir une variation de contraste malgré la persistance rétinienne. Il faut savoir qu'au début de la télévision, les luminophores, s'éteignaient rapidement, le bas de l'image s'allumait alors que le haut de l'image s'éteignait déjà, l'entrelacement palliait ce problème mais en introduisait un autre : le décalage temporel entre les trames paires et impaires. La technologie des luminophores a évolué, prolongeant la durée de leur illumination et les téléviseurs 100 Hz sont entretemps apparus (ils affichent chaque image deux fois pour réduire l'effet de scintillement) ; mais les normes de transmissions PAL, NTSC et SECAM ne pouvant être modifiées sans rompre le principe de rétro-compatibilité (un téléviseur noir et blanc de 1955 est capable de décoder le signal de luminance d'un émetteur de 1990), on a décidé de conserver ce mode d'acquisition et de transmission.

Balayage entrelacé et variation de contraste — normalement, l'image théorique est composée de « carrés » (pixels), les bandes de contraste sont en fait beaucoup plus petites, on en compte environ 500 pour la télévision à basse définition

Si maintenant on effectue un balayage entrelacé, alors on balaie l'écran une ligne sur deux, et la variation de contraste a lieu entre deux lignes voisines et non plus entre le haut et le bas de l'écran. Les lignes étant très petites et resserrées, cela ne se voit pas, et l'on a un meilleur confort visuel.

Chaque trame transmise correspond donc à la moitié des lignes d'une image : la première trame a les lignes impaires de la première image, la seconde trame a les lignes paires de la deuxième image... Pour une fréquence de 50 Hz, on a une demi-image par balayage soit 25 images par seconde ; pour une fréquence de 60 Hz, on a 30 images par seconde[2].

Il faut faire ici la distinction entre la diffusion d'un enregistrement sur pellicule (télécinéma) et la prise de vue vidéo :

- lorsque l'on transfère un film tourné sur pellicule — film de cinéma, téléfilm ou émission tournée sur pellicule (avant le développement de la vidéo, toutes les retransmissions télévisuelles en différé étaient tournées sur pellicule) — l'image est déjà fixée (sur la pellicule), figée, on la transmet donc en deux trames ;
- lorsque l'on filme en direct ou que l'on retransmet un enregistrement vidéo, on capte une trame toutes les 0,02 secondes, les deux trames successives transmises ne correspondent donc pas au même instant[3], pas à la même image, on a donc 50 demi-images par seconde, et non pas 25 images complètes: la première correspondant à la trame des lignes impaires (1 à 575) et l'autre des lignes paires (de 2 à 576), « l'image paire » étant enregistrée 1/50 de seconde après « l'image impaire » et donc dans les mouvements rapides la ligne 2 est décalée par rapport à la première.

On présente souvent l'entrelacement comme une manière de réduire le taux de transmission des données. Ceci est erroné : le taux de transmission dépend du nombre d'images par seconde multiplié par la définition, et pas du caractère entrelacé ou progressif. C'est en fait la diminution de la définition de l'image à chaque trame — celle-ci est divisée par deux — qui permet de réduire le taux de transmission. La confusion provient peut-être du problème technologique qu'a résolu l'entrelacement : au cinéma, pour éviter le scintillement, on projette plusieurs fois la même image : trois fois à l'époque du cinéma muet à 16 images par seconde, deux fois en 24 images par seconde (voir Projection cinématographique), ce qui donne une fréquence d'affichage de 48 Hz. Avec la télévision, il aurait fallu pouvoir stocker une trame pour l'afficher deux fois, ce qui n'était pas possible avec la technologie de l'époque. L'entrelacement a donc permis de ne pas avoir à stocker l'image mais de l'afficher au fur et à mesure de sa transmission. Cependant, l'entrelacement permet d'utiliser une mémoire tampon deux fois plus petite qu'en mode progressif : cette mémoire à chaque instant contient une demi-image et non une image complète.

## Usage

Typiquement, une image est décomposée en deux trames consécutives, une trame paire et une trame impaire. Une trame est une image de demi définition verticale composée de 287,5 lignes[4]. Une trame contient une ligne sur deux de l'image.

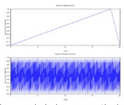
Il n'y a pas de lien direct entre l'entrelacement et les normes PAL, SECAM, NTSC. En effet, ces dernières concernent le codage de la couleur.

## Fonctionnement

Les seize premières lignes ne sont pas vues par le télespectateur car elles servent au signaux de service et aux paliers de suppression de trame. La vidéo « utile » commence en général à la ligne 17 de la trame impaire, la première affichée.

La trame impaire est affichée; elle se termine par une demi-ligne servant à faire revenir le faisceau en haut de l'image, cette demi-ligne se dit aussi « retour trame ». La trame paire est ensuite affichée, ou plutôt entrelacée avec la trame impaire. La trame impaire puis la trame paire entrelacée (ou décalée en position sur le tube cathodique de l'épaisseur d'une ligne) s'affichent les unes après les autres ; c'est la persistance rétinienne qui fait l'effet de voir une image.

### Signaux électriques


Signaux de balayage vertical et horizontal sur une trame

Dans le cas d'un tube cathodique, on a un faisceau d'électrons qui balaie l'écran. La déviation du faisceau se fait par un champ magnétique créé par des bobines. On applique trois signaux électriques :

- un signal commandant le balayage horizontal, latéral (« en x »), sur les bobines situées au-dessus et en dessous du faisceau ;
- un signal commandant le balayage vertical (« en y »), sur les bobines situées à gauche et à droite du faisceau ;
- un signal commandant l'intensité du faisceau d'électrons et la synchronisation, le signal vidéo.

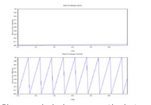
Considérons les systèmes à 625 lignes et 50 Hz. Une trame de 20 millisecondes (0,02 seconde, 1/50 de seconde) correspond au balayage vertical et au retour du spot. On applique donc un signal triangulaire : le signal augmente durant 18,4 ms (balayage vers le bas, 92 % de la période), puis retourne à 0 en 1,6 ms (retour en haut, 8 % de la période). Une trame correspond à 312,5 lignes balayées (une trame commence ou se termine par une demie ligne) ; on a 287,5 lignes réellement affichées, le retour du spot équivaut à 25 lignes.

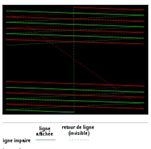
Durant ces 20 ms, le spot fait donc 312 aller-retour. Pour ce balayage horizontal, on applique donc un signal triangulaire de période 64 microsecondes (0,064 ms, 1/50/312 seconde) : le signal croît durant 57 µs (89 % de la période), puis revient à 0 en 7 µs (11 % de la période).

Le signal vidéo comprend donc :

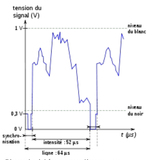
- des impulsions de synchronisation pour marquer le début de l'image ;
- le signal vidéo de la première ligne, durant 57 µs, entre 0,3 et 1 volt (0,3 V pour un point noir, 1 V pour un point d'intensité maximale) ;
- une impulsion à 0 V durant 7 µs, qui assure que le spot est bien noir durant le retour et permet la synchronisation.

Comme le balayage vertical est continu, on voit qu'une ligne est en diagonale (le spot continue à descendre tandis qu'il progresse vers la droite), avec une légère pente. Le spot progresse en zig-zag.


Signaux de balayage vertical et horizontal sur quelques lignes



Affichage successif des trames impaires et paires, avec retours de ligne invisibles



Signal vidéo : une ligne se compose d'une impulsion (vers le bas) de synchronisation, puis de l'intensité du spot balayant l'écran

## Paramètres

La fréquence d'affichage des images est de 25 par seconde (1/25 de seconde par image) ; celle des trames est donc double, 50 trames par seconde (1/50 de seconde par trame). En Amérique et au Japon, l'entrelacement est à une fréquence de 30 images par seconde. Il y a un lien entre ces fréquences et la fréquence du réseau électrique : en Europe, on dispose du 50 hertz, contrairement au 60 hertz des pays précités. Le réseau est utilisé à des fins de synchronisation.

## Effets de l'entrelacement sur un écran d'ordinateur

La fréquence de rafraichissement d'un écran d'ordinateur moderne est supérieure à 50 Hz. L'effet de scintillement est diminué, certains peuvent donc travailler dans un mode différent des téléviseurs : une trame contient toutes les lignes et non pas une ligne sur deux, ce mode s'appelle « progressif ». C'est notamment le cas des écrans plats, puisqu'il n'y a plus de balayage par un faisceau électronique.

Exemple de l'effet de peigne sur un travelling latéral. L'image du bas, progressive, n'a pas ce défaut

Si l'on applique le signal électrique entrelacé sans modification, alors chaque trame est considérée comme une image complète (le film est considéré à 50 images par seconde au lieu de 25) et non pas comme une demi-image. En conséquence, un signal entrelacé peut ne pas apparaître net sur un écran d'ordinateur :

- dans le cas d'une source pellicule (cf. supra)
  - lorsque la trame paire succède à la trame impaire d'une image, cela ne pose pas de problème, mais
  - lorsque la trame impaire d'une image succède à la trame paire de l'image précédente, on se retrouve avec des lignes correspondant à deux images différentes à l'écran ;
- dans le cas d'une source vidéo, chaque trame est une image différente.

Lors de séquences rapides, des bandes (on parle de « peigne ») apparaissent. Ce phénomène est réduit lors des séquences lentes, car les trames paires (faisant partie de l'image suivante) sont très proches des trames impaires (faisant partie de l'image en cours). Pour avoir un rendu correct, il faut désentrelacer le flux.

Avec un téléviseur à 25 ou 30 Hz, le problème ne se pose pas puisque la ligne adjacente à la ligne en cours d'affichage est déjà quasiment effacée.

## Notes et références

1. à l'époque des premiers téléviseurs, du fait des parasites générés par l'électronique, il était plus simple d'avoir une fréquence synchrone avec le secteur
2. au cinéma, on se contente de 24 images par seconde ; 18 images par seconde permettent d'avoir une fluidité suffisante du mouvement, le nombre plus élevé correspond à des contraintes techniques : bande passante pour le son optique au cinéma, et fréquence du courant du secteur pour la télévision ; lorsqu'un film est passé à la télévision, il faut changer la cadence des images, c'est le télécinéma
3. en fait, le haut de l'image même ne correspond pas exactement au même moment que le bas, puisqu'il y a presque 0,02 seconde de différence entre les deux
4. Sur les 625 lignes théoriques d'une image, il faut compter l'équivalent de 50 lignes pour le retour du spot en haut de l'écran, soit 575 lignes, donc 287,5 lignes par trame ; une trame commence ou se termine par une demi-ligne

## Annexes

### Article connexe

- Mode entrelacé

Sur les autres projets Wikimedia :
*l'entrelacement (https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Interlacing?uselang=fr)*, sur Wikimedia Commons

### Liens externes

- Balayage télévision (https://web.archive.org/web/20070301215234/http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/electro/televise.html) - Université du Mans, avec un applet Java
- Télévision numérique (http://gguenin.free.fr/theo/tv_num.htm) (une page personnelle), avec une animation explicative


Ce document provient de « https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Entrelacement_(vidéo)&oldid=151530839 ».

**La dernière modification de cette page a été faite le 22 août 2018 à 12:14.**

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons attribution, partage dans les mêmes conditions ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les conditions d'utilisation pour plus de détails, ainsi que les crédits graphiques. En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment citer les auteurs et mentionner la licence.
Wikipedia® est une marque déposée de la Wikimedia Foundation, Inc., organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.