

# Introduction au monde merveilleux de la vidéo numérique

Alain Filhol,  
Institut Laue-Langevin, BP 156, 38042 Grenoble Cedex 9  
9 Nov. 2009

Le maquis des formats graphiques n'est rien en regard du maquis des formats vidéos et de ce qu'ils cachent. Pas facile de faire simple et synthétique.

En plus de cela, qui dit vidéo dit son et la gestion informatique du son est un monde à lui tout seul.

Bref, ce qui suit est une introduction à la **vidéo** qui fait l'impasse sur pas mal de notions et laisse presque complètement de côté la partie **son**. Le but recherché est de mettre le doigt sur quelques pièges de la manipulation de fichiers vidéo de provenances diverses et de faire prendre conscience qu'il faut un minimum de connaissances pour faire du bon travail. Tout le monde arrive à manipuler des fichiers vidéos sans rien connaître, mais obtenir une image sans déformation, une compression optimale, etc., tout ceci demande un minimum de savoir-faire.

Ci-après:

- 1- Petite mise en bouche
  - 2- Notions essentielles pour la **vidéo**
  - 3- Notions essentielles pour le **son**
  - 4- Le format des DVD commerciaux
- Note 1 – FireFox Windows et fichiers .avi  
Mote 2 – Télévision hetzienne

# 1- Petite mise en bouche

Commençons par un aperçu des difficultés avant d'attaquer les notions techniques les plus incontournables: résolution, aspect ratio, frame rate, bitrate, codec, etc.

## 1.1- La jungle des formats

Un fichier vidéo c'est presque toujours **vidéo + son**.

- il existe X formats pour le canal vidéo
- il existe Y formats pour le canal son (en réalité 2 canaux en stéréo, 6 en 5.1, etc)
- il a donc au moins X•Y formats de fichiers vidéo ... tous incompatibles !

## 1.2- Que cache un format ?

Un format de fichier vidéo peut avoir une définition précise (.mp4) ou floue (.mov, .avi, etc.). Dans ce dernier cas c'est un "**container**" qui peut contenir presque n'importe quoi pour le canal vidéo et pour le canal son. Par exemple, on trouvera toujours un fichier ".avi" qu'on ne peut pas lire car ".avi" ne dit rien sur son contenu. Par exemple ce dernier peut parfaitement comporter un canal vidéo dans un format DivX exotique ou un canal son dans un format inhabituel.

Corrolaire: Avoir pu lire un fichier .avi (ou tout autre "container") avec un logiciel donné ne garantit pas qu'on pourra en lire un autre.

## 1.3- Le piège du pixel fou

La vidéo c'est le cinéma/cinémascopie, la télévision hertzienne (voir note 2 en fin de document), la télévision/vidéo numérique, et enfin la vidéo sur ordinateur. Le problème est que chacun a suivi son évolution propre, sa logique propre, ce qui introduit une complexité redoutable (voir plus loin). Je me suis donc limité ici à la seule "vidéo numérique" (digital video).

Pour commencer, intéressons nous ici à la forme du pixel de **prise de vue** (pixel télé) et du **pixel d'affichage** (pixel informatique).

C'est le plus gros piège de la vidéo digitale:

Le pixel informatique est **carré**  
Le pixel télé est **rectangulaire** vertical ou horizontal:  
*télé 4:3 PAL/SECAM : pixel rectangulaire **étroit***  
*télé 4:3 NTSC : pixel rectangulaire **long***  
*télé 16:9 (HD) : pixel rectangulaire **très long***

Ne pas en tenir compte, donne une **déformation** de l'image (particulièrement visible dans le cas de la HD) et un **flou global**, très perceptible sur les textes.

Ci-après quels exemples :

Le premier est hérité du film de FR3 pour les journées portes ouvertes de l'ILL. FR3 a fourni le film tourné en HD (16:9) au format DV (720x576). Le mettre en ligne sans tenir compte de la forme des pixels donne ceci:

<URL supprimé car sur un intranet>



Ho ben, ils ne sont pas bien nourris à FR3 !

Notez aussi que le texte est très flou.

L'affichage sans déformation (576p = 1024x576) donne ceci:

<<http://www.ill.eu/about/movies/2009-open-day/>>



Le présentateur a bien meilleure mine et le texte est net !

On a cette même déformation (ou l'inverse) sur les télé HD mal réglées.

Dans le cas du 4:3, respecter le format d'affichage (576p=768x576 pixels carrés) peut paraître anecdotique vu la faible déformation (DV=720x576 pixels rectangulaires étroits), mais il n'en est rien comme le montre l'exemple ci-après.

Format DV-PAL/SECAM: 720x576



Format 576p: 768x576



Le format de travail (DV - pixel télé) affiche sur ordinateur une vidéo floue qui devient miraculeusement nette si on convertit le DV en 576p qui est le format d'affichage pour pixels carrés.

#### 1.4- Les pièges de la compression vidéo

Compresser une vidéo est presque un art. Un bon compresseur ne se contente pas d'une compression image par image, comme le ferait JPEG, mais ne garde que les différences entre images successives par rapport à une image de référence (cf. §2.6).

- 1- il n'existe pas UN algorithme de compression unique capable de tout faire. Chaque type de prise de vue (par ex: photo ou dessin animé, mouvements lents ou rapides, peu ou beaucoup de détails, etc.) nécessite un algorithme ou des options de compression particulières.  
Par ex: MPEG4 (h.264) est excellent pour la vidéo-photo, mauvais pour le dessin au trait animé.
- 2- une vidéo compressée peut paraître okay au début et devenir inacceptable plus loin si le type de prise de vue change en cours de route
- 3- obtenir un bon résultat visuel + une taille de fichier minimale demande de respecter des règles + des essais et erreurs. Se tromper dans un réglage peut multiplier le temps de compression par plus de 3 (une dizaine d'heures de calcul dans le cas des vidéos du Symposium F. Tasset) et la taille mini des fichiers par 2. <<http://www.ill.eu/home/events/symposium-f-tasset/oral-contributions/>>
- 4- Les compresseurs normalisés sont h.261, h.263, h.264 mais chacun (Apple, Microsoft, RealPlayer, Adobe, DivX, etc.) les a implémenté à sa façon sous des formes non compatibles ou propriétaires (voir paragraphe 1.5).

## 1.5- Les formats les plus courants

Comme mentionné au paragraphe 1.2, certains formats sont des "containers", c'est-à-dire qu'ils peuvent contenir un peu n'importe quoi (par ex: divers types de compression, de résolution, etc.)

.mov	(Apple) <b>container</b> -> tous formats/résolutions et mélanges de ceux-ci
.avi	(MS) <b>container</b> -> divers formats y compris DivX Voir la note 1 en fin de document.
.swf	(Adobe Flash) <b>container</b> --> wmv, RealVideo ou h.264
<b>.dv</b>	<b>idéal pour le montage vidéo avec iMovie ou autre</b> faible compression => fichiers très gros mais sans perte de qualité
.mpg .mpeg	obsolète, faible compression, mauvaise qualité d'image et de son
.wmv	(Windows Media Player) divers codecs propriétaires non compatible QuickTime sauf via plugins Flip4Mac ou Perian
.rv .rm .rvbm	(RealNetwork) format propriétaire basé sur h.263 (MPEG-2)
.flv	(Adobe Flash) format propriétaire
<b>.mp4</b>	<b>MPEG-4 = forte compression, standardisé, accepté partout</b>
.divx .Xdiv	diverses déclinaisons pirates dérivées de h.264 (MPEG-4) trop de versions => on n'est jamais sûr de pouvoir lire le fichier
<b>.vob</b>	<b>DVDs commerciaux</b>
.m2t, .m2ts, .mts, .mod, .tod	Digital Video Camera formats

Pour chacun de ces formats, on peut changer la taille de l'image, la quantité de données par seconde, etc. Il faut s'adapter à la plateforme sur laquelle sera lue la vidéo.

Alors, quel est le meilleur format ? Bien difficile de répondre car cela dépend beaucoup du type du document vidéo concerné et de son utilisation future. Voici quand même l'esquisse d'une sélection :

**.dv** (ou **.mov** avec compression DV)

idéal pour le montage vidéo mais surtout pas pour la diffusion

**.mp4** idéal pour le web car format normalisé, fichiers petits et acceptés par tous les browsers, mais refusé par la version Windows de PowerPoint (incroyable non !) ← à vérifier pour la toute dernière version.

**.flv** pas mal utilisé sur le web car les vidéos en ligne ne sont pas/pas facilement copiables. A proscrire donc si on veut que le lecteur puisse aisément récupérer la vidéo. Ne pas oublier que c'est un format propriétaire, donc peu d'outils simples et/ou gratuits pour le manipuler.

**.vob** si on veut faire de jolis DVDs lisibles sur n'importe quel lecteur de salon. Dans ce cas il faut passer par un outil de création de DVDs comme iDVD d'Apple.

## 1.6- Les outils de la vidéo

Des outils comme QuickTime pro, iMovie, iDVD, etc. permettent de faire plein de choses mais chacun a son domaine de compétence.

## iMovie

création d'un film à partir des rushes: montage, son, titre, sous-titres, transitions, ...

ATTENTION: le montage est au format DV (pixels rectangulaires)

## QuickTime pro

Compression, changement de format, montage simple.

Idéal pour convertir les fichiers à pixels rectangulaires en pixels carrés !

## iDVD

Création d'un DVD au format commercial (écran titre avec menu et accès à des médias divers (photos, son, vidéo))

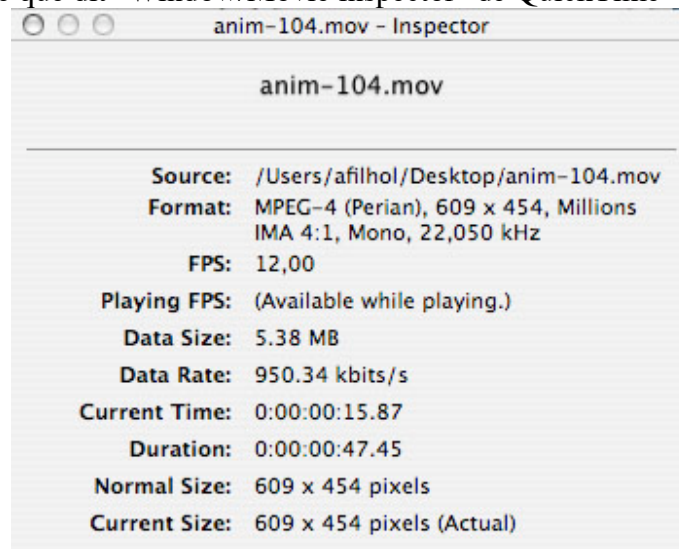
## 1.7- Que faire face à un fichier vidéo

Les questions à se poser :

- est-ce un format acceptable par tous ou un format propriétaire ?
- est-ce un fichier prêt pour affichage sans déformation (pixels carrés) ou brut ?
- est-il compressé et si oui, est il "bien" compressé ?
- est-il compatible avec le web, le courriel (taille < 6MB de préférence) ?
- etc.

1- regarder son format et analyser son contenu

- regarder l'extension du fichier
- regarder ce que dit "Window/Movie inspector" de QuickTime



Par ex: on voit ici que :

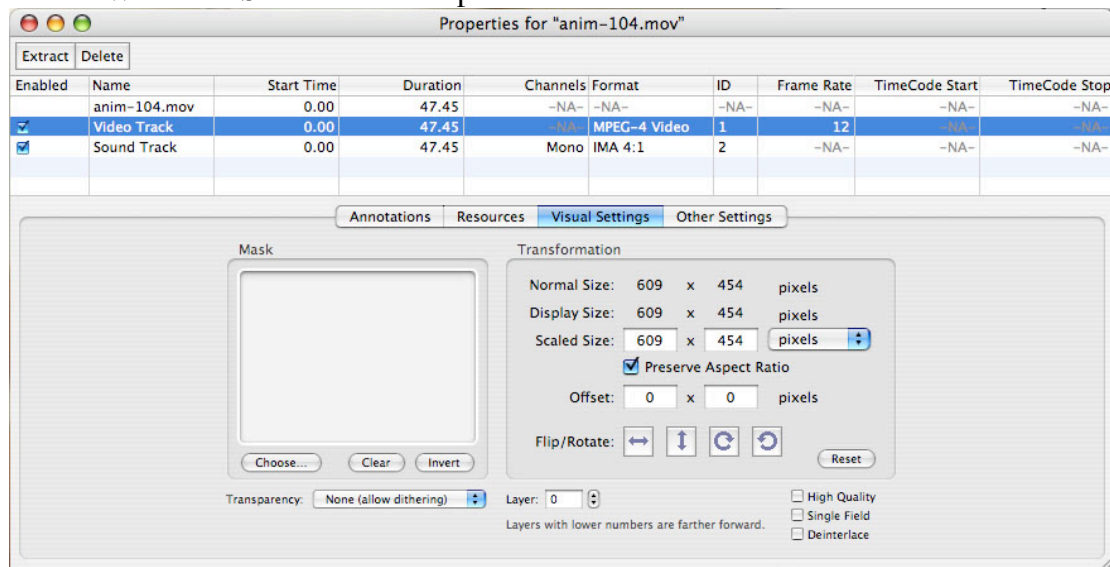
- la vidéo compressée en MPEG4 (h.264) est placée dans un "container" .mov.
- le son est mono, compressé en IMA 4:1 avec un taux d'échantillonnage de 22kHz. C'est suffisant pour la voix, mais pas pour la musique (Stéréo - 44.1kHz minimum).
- sa dimension (609x454) n'est pas standard. En effet  $609/454=1.341$  alors qu'il faut 1.33333 pour un format 4:3 sans déformation. Les pixels ne sont donc vraisemblablement pas carrés !
- la compression n'est sans doute pas optimale car 609 et 454 ne sont pas divisibles par 16.

- le nombre d'images par seconde (FPS=12) est faible. Au dessous de 15 un film est saccadé.
- bref, on peut sans doute faire mieux que 5.38 MB pour la taille du fichier final.

- 2- Si QuickTime ne peut ouvrir le fichier, vérifier que vous avez installé les plugins Perian et Flip4Mac.  
Essayer aussi des concurrents comme VLC (menu "File / Streaming/Export wizard") et convertir le fichier au format DV (.dv)
- 3- Après montage/édition avec iMovie exporter au format .mov ou .dv pour archivage
- 4- Exporter la version finale au format et dimensions appropriés en prenant bien garde d'avoir des pixels carrés !  
par ex: .mp4 (web), .mp4, .m4v, .mov (iPhone), .mov (PP-Mac), .wmv, .avi (PP-PC), etc.
- 5- Utiliser iDVD si le but est de créer un DVD au format commercial (avec entête, menus, ...)

## 1.8 - Dans les tripes d'un fichier vidéo

QuickTime Pro donne des informations utiles et permet des manipulations de base.  
Menu "Window / Show Movie Properties" :



Ce dialogue nous indique que:

- la vidéo "anim-104.mov" est constitué de deux pistes (tracks).
- donne les paramètres de la piste vidéo.
- donne les paramètres de la piste son (on peut la supprimer, la remplacer, l'exporter).
- à noter que ce dialogue permet aussi faire tourner la vidéo de 90° comme c'est le cas pour <http://www.ill.eu/about/movies/experiments/vivaldi-laue-diffraction/>

## 2- Notions essentielles pour le canal vidéo :

### 2.1- Aspect ratio : le format final d'affichage

L'affichage final correct suppose une adéquation entre le **nbre** de pixels H et V et la **forme** du pixel (carré/rectangulaire). Autrement dit, il ne faut pas le même nombre de pixels dans le fichier selon qu'on affiche sur un écran de télé classique 4:3 (pixels rectangulaires étroits : PAL/SECAM ou longs : HD), sur un écran de télé HD (pixels rectangulaires longs) ou un écran d'ordinateur (pixels carrés).

		cinémascope 2.35:1		
		cinéma 1.85:1		
		16:9 (HDTV) 1.78:1		
		4:3 (TV) 1.33:1		

Cas du format 4:3 -> TV classique



<-- DV (720x576)

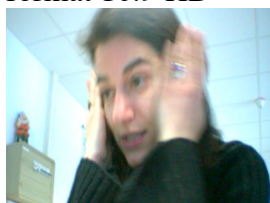
Image déformée sur écran d'ordinateur (pixels carrés) car le DV PAL/SECAM a des pixels **rectangulaires** plus hauts que larges



<-- taille réelle (768x576)

Image non déformée sur écran d'ordinateur (pixels **carrés**) mais pour cela il a fallu augmenter le nombre de pixels horizontaux (QuickTime le fait automatiquement au transcodage .dv -> .mov). Voir paragraphe 1.3 pour l'effet de ceci sur la netteté d'un movie.

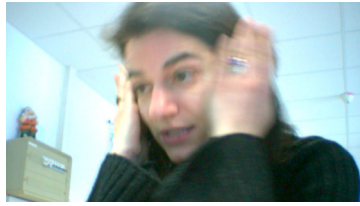
Cas du format 16:9 HD



<-- DV (720x576)

Image très déformée sur écran d'ordinateur (pixel carré) car prévu pour écran TV-HD à pixels d'affichage **rectangulaires très allongés**. Stocker du HD 16:9 dans un fichier prévu pour du 4:3 est un cas extrême mais pourtant pratiqué par FR3.





<-- HD (1280x720)

Photo non déformée sur écran d'ordinateur (pixels **carrés**) mais il a fallu augmenter le nbre de pixels horizontaux de 720 à 1280.

Normalement le format typique d'une caméra HD n'est pas 720x576 mais **1024x720** (pixels rectangulaires), qu'il faut traduire en **1280x720** (pixels carrés) pour l'affichage informatique. Il faut donc se méfier pour éviter toute déformation.

## 2.2- Resolution: quantité de pixels (carrés ou rectangulaires)

=> dimensions H et V réelle de l'image:

nbre de pixels x dimensions du pixel

- la taille du fichier final augmente très vite avec la résolution (voir plus loin)
- ATTENTION, les pixels **prise de vue** et pixels **affichage** sont-ils de même forme ? (voir paragraphe 1.3)

Résolutions typiques pour **film 4:3** :

**prise de vue** (pixels rectangulaires)

320x240 petite vidéo pour le web

720x486 DV NTSC télé

720x576 DV PAL/Secam

Formats 4:3 **d'affichage** (pixels carrés)

320x240 petite vidéo pour le web

640x480 480p

768x576 576p

**Attention:** sauf erreur, le format DV (.dv) suppose tj une image horizontale. Si on veut une image verticale (par ex: 576x768) il faut tout préparer en mode (720x576 -> 768x576) puis faire la rotation de 90 degrés avec QuickTime pro puis enfin exporter en .mp4

Résolutions typiques pour films **16:9 (HD) pixels carrés**

type	résolution	taille fichier
iPhone	480x272	1
360p	640x360	x1.7
540p	960x540	x2.6
720p DDTV	1280x720	
800p	1420x800	x5.6

La comparaison des tailles de fichiers ci-dessus correspond à une qualité visuelle similaire (même compression h.264) pour des résolutions différentes. Attention, c'est juste un ordre de grandeur qui peut varier selon le contenu vidéo et la façon de travailler !

Video Format	Resolution (WxH)	Pixel nber	Aspect Ratio	Bitrate (Mbps)	Storage (MB/1 min)
--------------	------------------	------------	--------------	----------------	--------------------

720p/XGA	1024x768	786,432	16:9 (non-square pixels)	135	1012
720p—HDTV	1280x720	921,600	16:9	158	1187
1080p—HDTV	960x1080	1,036,800	16:9 (non-square pixels)	-	-
1080i	1440x1080	1,555,200	16:9	266	2002
1080p	1280x1080	1,382,400	16:9 (non-square pixels)	237	1780
1080i/p—HDTV	1920x1080	2,073,600	16:9	356	2670

### 2.3- Codec: algorithme de compression

Il y en a beaucoup, aucun n'est universel, chacun est adapté à un problème donné. Un codec mal choisi peut dégrader considérablement l'image et aboutir à un fichier plus gros que l'original.

Des dimensions d'image mal choisies (par ex: non multiples de 16) aboutiront à une compression non optimale.

Par exemples, les codecs ci-dessous sont pour de la vidéo (style photo) mais marchent **très/assez** mal pour du dessin animé (dessin au trait).

Nom	date	origine	compression / DV
h.261 / MPEG-1	1988		
Cinopac	1991	Apple	
Indeo	1992	Intel	
Avi	1992	Microsoft	
h.263 / MPEG-2	1995/96	ITU-T VCEG	
DV (Digital Video)	1995 (basé sur MPEG-2)		<i>"enables filmmakers to produce movies inexpensively"</i>
DVD	1995	video (MPEG-2) + son(AC-3, DTS, MPEG ou encore .ogg, MP3, VQF, AAC) !!!	
h.264 / MPEG-4	2003		10 fois > MPEG-2 (.mp4, .mov, .avi, .divx, etc. mais incompatibles !)

### 2.4- Data rate / Bitrate: le flux de données par seconde

Il conditionne la qualité de l'image, la taille final du fichier et sa capacité à transiter sans problème depuis un CD, un DVD, internet + ou - rapide

Fixer le Bit rate fixe le niveau de compression.

Pas de règle précise, la "bonne valeur" dépend du contenu du film !

### 2.5- Frame rate / Nber of frames per sec: fluidité plus ou moins grande

cinéma 24 image/s ou fps (frame per sec.)

TV PAL/SECAM 25 images/s

TV NTSC USA/Japon/ 29.973 images/s <-- incroyable !

en dessous de 15 images/s un film devient saccadé

### 2.6– Key frame: une astuce technique pour la compression

Pour compresser une vidéo on pourrait se contenter de compresser chaque image une par une. En fait il est bien plus efficace de prendre une image de référence et, pour les suivantes, de ne garder que ce qui a changé d'une image à l'autre. Cette

approche ne marche que s'il n'y a pas eu trop de modifications. Pour éviter des catastrophes, on met une nouvelle image de référence toutes les **n** images. Pour faire simple, disons qu'on peut généralement se contenter du choix automatique des Key frames proposé par Quicktime ou autre.

### 2.7- **Enterlacing**: une astuce technique pour mettre plus dans moins

Je n'en parle pas, c'est déjà assez compliqué ! Pourtant, je pense que l'entrelacement est la cause du flou évoqué au paragraphe 1.3, mais je n'ai pas vérifié.

## 3- **Notions essentielles pour le son**

.mp2 et .mp3 sont des formats essentiellement sonores alors que .mp4 et vidéo+son.

Notions essentielles pour le canal sonore

- 1- mono/stéréo
- 2- fréquence d'échantillonnage
- 3- fréquence maximale
- 4- mode de compression

Je ne détaille pas, mon texte est déjà assez long !

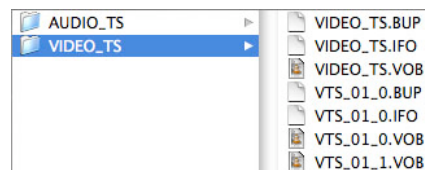
Juste pour le plaisir, une petite liste de formats de compression du son :

Linear PCM	son non compressé
<b>AAC-LC</b>	<b>musique MPEG2 ou MPEG4</b>
IMA 4:1	musique avec compression 4:1
iLBC	pour la VOIP (voice over internet)
AMR-LB ou NB	pour la voix
Qualcomm PureVoice™	voix à 8 kbit/s
QCELP	voix à 8 ou 13 kbit/s

## 4- **Format des DVD commerciaux**

Il faut distinguer les DVD de données (backup de fichiers) et les DVD de films comme ceux qu'on achète dans le commerce. Ces derniers ont un format spécial :

Cas typique :



- .VOB (Video Object) is a container format in DVD-Video media. VOB can contain video, audio, subtitle and menu contents multiplexed together into a stream form. VOB file can contain MPEG-2 Part 2 or MPEG-1 Part 2 video, MPEG-1 Audio Layer II or MPEG-2 Audio Layer II (but with additional limitations and specifications in the private streams.)
- .IFO a DVD InFOrmation file that stores information about Chapters, Subtitles and Audio Tracks.
- .BUP (Back UP) a backup of the IFO file on a DVD

Pour pouvoir récupérer la vidéo et le son à partir d'un DVD commercial, il faut un programme appelé un "ripper" capable, éventuellement, de bypasser la protection.

Par exemple:

DVDxDV

<<http://www.dvxdv.com/>> <-- celui que j'utilise actuellement

DVD ripper for Mac

<<http://www.applemacvideo.com/mac-dvd-ripper.html>>

iMovie DVD ripper

<<http://www.imoviesoft.com/products/dvd-ripper-mac.html>>

Video Converter for Mac

<<http://www.macvideotools.com/MacVideoTools/post/Video-Converter-for-Mac.aspx>>

HandBrake

<http://handbrake.fr/>

## Note 1- FireFox pour Windows et fichiers .avi

Certaines versions de Firefox pour Windows (je n'ai pas vérifié pour la toute dernière) font "semblant" de ne pas savoir afficher le contenu des fichiers .avi et réclament un plug-in. En fait elle savent le faire une ligne a été oubliée dans un fichier de configuration, il suffit de la rajouter et ça marche.

Open the following file in notepad:  
%APPDATA%\Mozilla\Firefox\pluginreg.dat

Search for "Windows Media Player Plug-in Dynamic Link Library" and add the bolded lines:

```
Windows Media Player Plug-in Dynamic Link Library|$
10                                     <--- mettre 10 au lieu de 9
0|application/asx|Media Files|*|$
1|video/x-ms-asf-plugin|Media Files|*|$
2|application/x-mplayer2|Media Files|*|$
3|video/x-ms-asf|Media Files|asf,asx,*|$
4|video/x-ms-wm|Media Files|wm,*|$
5|audio/x-ms-wma|Media Files|wma,*|$
6|audio/x-ms-wax|Media Files|wax,*|$
7|video/x-ms-wmv|Media Files|wmv,*|$
8|video/x-ms-wvx|Media Files|wvx,*|$
9|video/x-msvideo|Media Files|avi,*|$           <--- rajouter ça
```

## Note 2 - Télévision hertzienne

C'est le grand foutoir, il y a au moins 15 formats différents !

NTSC (M, 4.43) and PAL (B, D, G, H, I, M, N, N combination), PAL (60), SECAM

Ca décourage, hein ? Mais il y a pire ! NTSC, c'est 525 lignes dont seulement 486 "exploitables" et 29,973 images par secondes. Incroyable ! Il faut être anglosaxon pour inventer ça !

Laissons tomber, c'est pour experts et contentons nous de la vidéo numérique.