

The background is a vibrant red with abstract, glowing elements. There are several overlapping circles of varying sizes, some of which contain bright, out-of-focus light sources that create a bokeh effect. Thin, curved lines and lens flare patterns are scattered across the surface, giving it a dynamic, cosmic feel.

EUROPA CINEMAS
digital guide

EUROPA CINEMAS digital guide

This guide is published in two languages

Ce guide est publié en deux langues

English version: p. 3

Version anglaise : p. 3

French version: p. 38

Version française : p. 38

Foreword

I	The Principles of Digitisation	6
	From Photo-Chemistry to Bits and Bytes	
	Going Digital Doesn't Necessarily Raise Quality	
	Pixel = Picture + Cell	
	The March of Digital Cinema	
II	The Methods of Digital Projection	12
	The Limits of Film Stock	
	The Advantages of Digital Projection	
	DMD/DLP Technology	
	D-ILA Technology	
	SXRD Technology	
III	The Four Parameters of the Image	17
	Luminosity	
	Colorimetric Space	
	Resolution	
	Contrast	
IV	The Equipment	19
	Projectors	
	Servers	
V	Setting Standards	28
	35mm: The Power of a Global Standard	
	The DCI (Digital Cinema Initiatives)	
	The French AFNOR Standard and the CST	
	European Digital Cinema Forum (EDCF)	
	Encrypting and Security	
VI	Key Dates in the History of Digital Cinema	30
VII	Internet Addresses	31
VIII	Glossary	33
IX	Acknowledgements	34

Foreword

No-one can say for certain when digital projection will become the norm in cinemas around the world. But the broad consensus in the industry is that it is likely to happen in the next decade, largely for economic reasons, but also because of the technical and aesthetic advantages of the digital format. There have been many occasional uses of digital projection over the last five years. The number of screens equipped is still proportionally low, but in total, there are more than 400 digital projectors in operation worldwide.

Currently, there are two models floating in the film industry for the transition to digital.

The first model foresees digital cinema advancing gradually, with the number of installations growing in line with various industry or public-funded programmes designed to get digital cinema off the ground. The UK Film Council's Digital Screen Network is an example of one such programme. According to this scenario, a mixed economy of film and digital exhibition will continue for many years.

The second model imagines a more rapid transition under the impetus of the Hollywood majors, who would decide to make digital the international standard. According to this scenario, distributors and exhibitors would have to re-adjust quickly, balancing the savings made by no longer having to strike prints against the large investments necessary to re-equip cinemas.

Exhibitors with several screens will have to consider which screen they convert first – it is quite possible that the capacity of the cinema which is not converted does not match the commercial potential of the films shown in the digital format.

As for the filmmakers, many are sure to continue shooting on 35mm, even if their finished works are projected digitally. On the other hand, many are swayed by the long-term stability of digital formats: many film classics have been preserved for current and future generations only thanks to digital restoration.

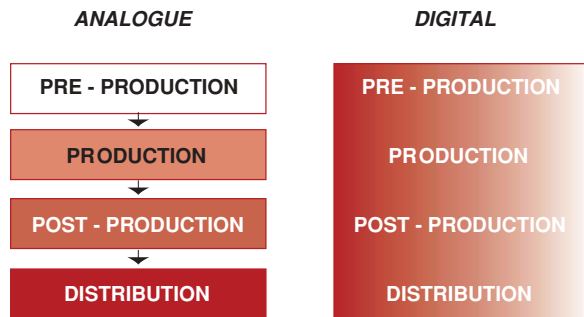
Some have drawn a parallel with the transition from silent to sound film between 1927 and 1930. The entire film industry made that switch at an astonishing pace, despite resistance and scepticism in many quarters. Once the transition had begun, it was in everyone's interest to put it behind them as quickly as possible – even if certain countries such as the USSR and Japan took considerably longer. Of course, this can only be a rough comparison, as the “talkies” offered cinema-goers a completely new experience they immediately became hooked on. In effect, digital projection will offer audiences nothing new by way of the projection; many will not even notice the difference. What it can offer is a larger choice in programming screens – potentially its biggest plus-point for audiences, exhibitors, distributors and producers. For this potential to be realised, however, there will have to be prolonged discussions between the various parts of the industry as well as a test phase whose length depends on the national context.

At present, we can't be sure what the coming years will hold. But we feel it is imperative that European exhibitors wishing to continue their competitive promotion of European films be completely up-to-date on digital cinema. To this end – and with the support of the European Union's MEDIA Programme – Europa Cinemas has produced this technical guide, which is intended as an introduction to the principles of digital cinema projection. We hope it will help all European exhibitors take the right decisions for their company.

Ian Christie and Nico Simon
Vice-Presidents
Europa Cinemas

I | The Principles of Digitisation

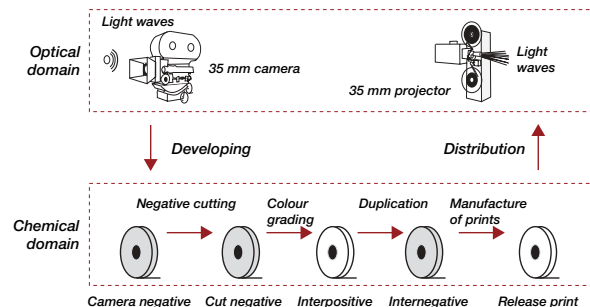
To date, the different stages of film production – from shooting to projection – were clearly defined. 35mm film stock served as the link between a series of disparate processes (shooting, editing, post-production effects, projection). By “detaching” the image from its physical carrier, the process of digitisation moves cinema from the world of photo-chemistry into the realm of bits and bytes. This shift also transforms the whole production process by making the boundaries between each stage more fluid.



Digital technology is breaking down the boundaries between the different stages of film production.

From Photo-Chemistry to Bits and Bytes

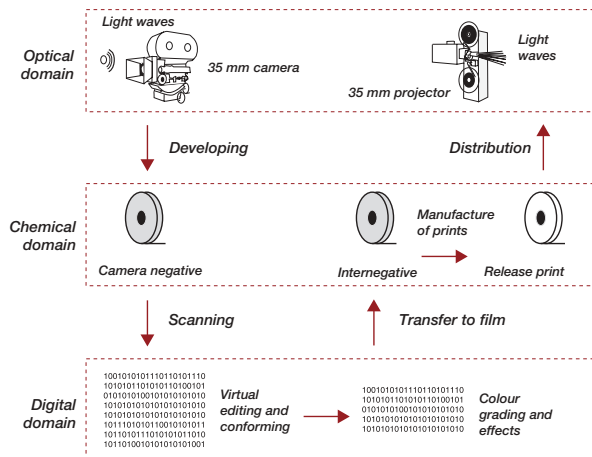
Cinema films are produced using a series of **photo-chemical transformations**. Shooting and projection both use 35mm film stock, which reacts to light. By duplication and inversion, a positive image is obtained which is, in turn, a reproduction of the original. Projection onto a screen is nothing more than a mechanical and optical procedure which increases this image to around a million times its original size. Furthermore, by showing a succession of these images, an illusion of movement is created.



The analogue 35 mm chain.

The first stage of filmmaking really to see the benefits of digital technology has been **editing**. Instead of handling reels of film with white gloves, editors cut together streams of low-resolution digitised images in specialised programmes such as Avid's Film Composer. The physical work of manipulating images takes less time, thereby freeing editor and director for the more creative parts of the process. Afterwards, the laboratory receives a digital cut list from which the negative is then cut. More recently, fresh possibilities have been opened up with the advent of new equipment allowing the high-resolution digitisation of film images and the transfer of digital images onto 35mm film stock.

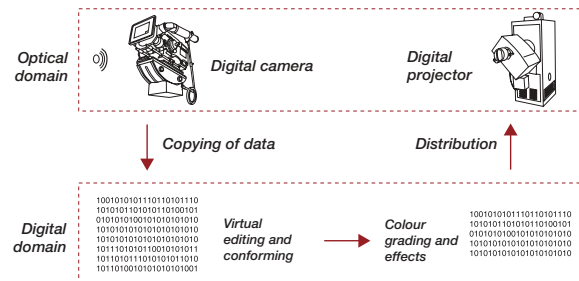
The use of **digital colour grading** offers the film's director and director of photography unlimited aesthetic and artistic control. Today, a large number of films are edited and colour graded on digital platforms. The final conform results in a high-grade **digital master** called a DI, or Digital Intermediate. This Digital Intermediate is used to produce digital distribution copies which are relayed to cinemas either by satellite link-up, via the internet, on DVD-ROMs or – as is currently most popular – on portable hard disk drives. Today, as films are mainly distributed conventionally, the laboratory transfers the Digital Intermediate onto 35mm negative film from which prints can be run off. This DI master can also be transferred onto a video master for the DVD production or the TV broadcasting.



The analogue 35 mm chain with digital colour grading.

In future, at a date still difficult to determine, **all stages of cinema production will be digital**, with computerised formats replacing 35mm film stock.

Today, firms renting out 35mm cameras for film shoots already offer digital alternatives. For example, Panavision, in co-operation with Sony, has developed a new camera – named Genesis – which records the images on standard HD Cam SR tapes. Panasonic has also produced a new High Definition camera which records onto DVC Pro HD tapes. Dubbed “Varicam”, this camera allows shooting at different frame rates of up to 60 frames per second. Thomson has also entered the market with its camera, the Viper, which can record onto tape, onto hard disk or directly onto computer memory cards. Michael Mann’s “Collateral” was the first feature-length film to use this technology. Finally, the German company Arri also has its digital camera, the Arri D20. The majority of films produced for cinema are still shot on 35mm – though this does not rule out **digital treatment in post-production**. Camera negatives can be scanned directly, allowing them to be handled digitally. All the main European laboratories have the necessary digitising equipment.



Entirely digital chain of production.

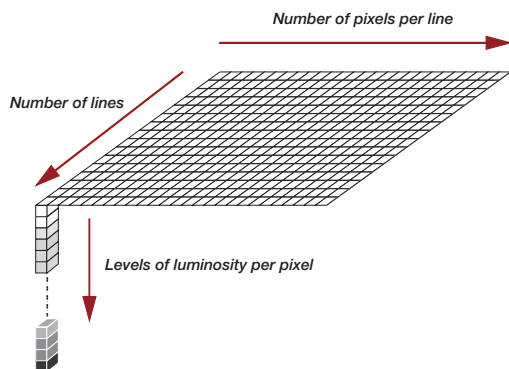
Going Digital Doesn’t Necessarily Raise Quality

Digitisation is simply the transformation of analogue fluctuations (in light or sound, for example) into numerical form. These numerical representations are processed in computers but, at the end of the chain, they have to be converted back into variations of light on a screen, in the case of images, or into vibrations produced by loud-speakers in the case of sound. Digital processing does not necessarily imply that the result is perfect, any more than the older analogue technology did. An audio CD may surpass the quality of a 33rpm vinyl record, but a highly compressed MP3 file will fall short of the reproduction quality of an antique analogue cassette. In general, the more information that a digital representation contains, the higher the quality of the final result will be. On the other hand, a high quantity of information poses its own problems (in terms of processing power or storage capacity) and the fine art of researchers is to find the best possible compromise between the desired quality and the economic constraints of mass production.

Pixel = Picture + Cell

The basic unit of the digital image is the **pixel** (short for “picture element” or “picture cell”). On a practical level, the digital analysis of an image entails overlaying it with a grid and capturing the colour and luminosity values of each point on that grid. The finer the mesh of that grid, the closer that analysis will be to reality.

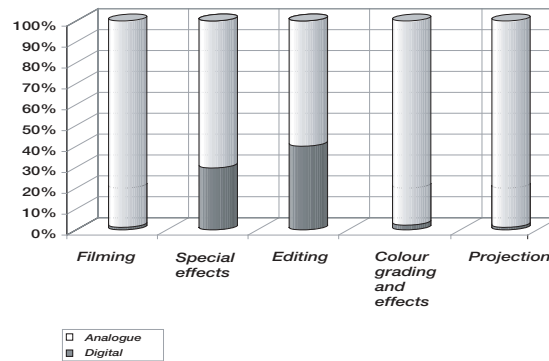
The digital value of points on the grid is measured according to a gradual scale reaching from total blackness to white. The more increments available on this scale, the closer the analysis and the final result will be to reality. An analysis on 1024 levels is captured digitally in 10 **bit**-resolution (short for **Binary Digit**, a bit is the basic unit of computer information storage which can be either 0 or 1), an analysis on 4096 levels at 12 bits and an analysis on 16384 levels at 14 bits.



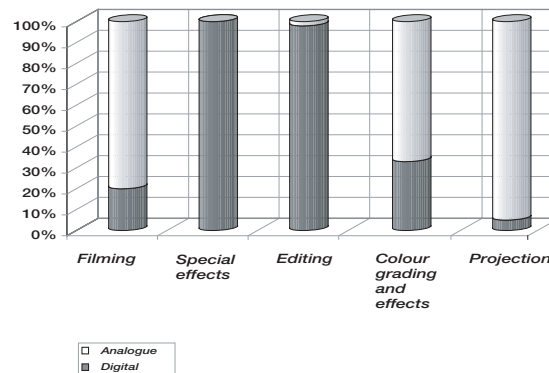
*The greater the number of pixels describing an image, the higher the resolution.
The greater the colour depth, the better the rendering of colours and brightness.*

The March of Digital Cinema

Today, digital technology is most common at the post-production stage (in editing, special effects and colour grading). This technology offers directors a tool palette which expands their range of artistic possibilities. Nevertheless, 35mm film stock still has many advantages at the shooting and projection stages.



In 2000, digital technology was starting to break through in the areas of special effects and editing.



In 2005, the proportion of films with a digitally post-production has increased substantially.

II | The Methods of Digital Projection

The Limits of Film Stock

Despite its undeniable strengths which have helped it survive more than a whole century, 35mm film stock does have intrinsic technical limits. Firstly, despite the accomplished efforts of film manufacturers, it is impossible for the basic silver grains of film stock to become any smaller than their current size (around 6 microns). The fineness of the silver-based image is close to its asymptote, or its optimum. Secondly, the luminosity of projectors cannot increase indefinitely. The most powerful lamps available today, with their 7000 Watts, already pose major cooling problems. At levels beyond 10000 Watts, the heat would simply melt the film stock! And despite all possible precautions, 35mm prints attract dust and are prone to mechanical wear, both of which are detrimental to projection quality. Furthermore, prints run off in large numbers in a short space of time are often of relatively poor quality.

The Advantages of Digital Projection

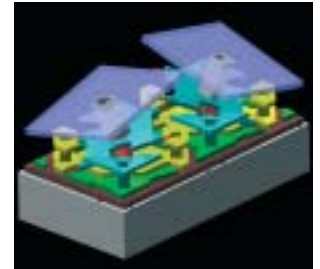
In digital projection, the images are completely free of dust and scratches. Audiences will see no mechanical wear, whether this is the film's very first or its 200th screening. There are no variations in luminosity and the image is absolutely stable as there are no moving parts in play. Digital projection allows images to be shown on screens wider than 15 metres at resolutions and contrast levels equivalent to, if not superior to 35mm. Three technical advances have made projection on such large screens possible.

DMD/DLP Technology

In 1987, three researchers at the US firm Texas Instruments developed a **chip known as the DMD** (Digital Micromirror Device™). It is composed of a multitude of microscopic mirrors – each measuring 13.7 microns – which can tilt between two positions at an angle of 24° to each other within a rapid space of time (2 microseconds).



DMD array consisting of microscopic mirrors.



The micro-mirrors on the DMD array can be tilted to an angle of +12° or -12°.

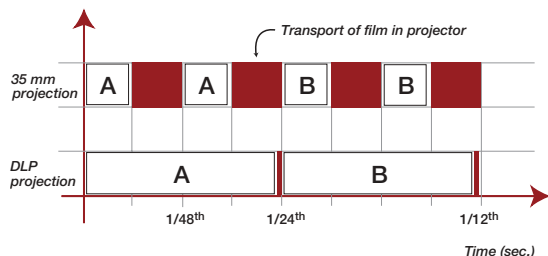
A beam of light which strikes the surface of each mirror is thus either reflected towards the lens, forming a white square on the screen, or bounced away from the axis of the lens, forming a black square. In other words, each mirror works like a light switch being flicked at extremely high speed. The movement of these micromirrors is controlled by image-processing circuitry developed by Texas Instruments and marketed under the name **DLP (Digital Light Processing™)**. The most advanced DLP circuits specially designed in digital cinema are **DLP Cinema**. Three projector manufacturers (Barco, Christie and NEC-DPI) have obtained licenses to use this DLP technology, which allows projection at the highest quality levels in terms of contrast and colorimetric space. The cost of this license is extremely high and is thus reflected in the price of the high-grade projectors themselves.



Mirrors seen under an electron microscope next to an ant's leg.

Increments of Grey

In principle, a Digital Micromirror Device can only create images that are either completely white or completely black. To project increments of grey, the device uses the phenomenon of persistence of vision. It varies the length of exposure for each pixel at extremely rapid rates. For example, a grey level of 50% is obtained by tilting the mirrors into the "black" position for half of the time, then tilting them to "white". This method allows the DMD to produce 1024 levels of grey. Unlike a 35mm projector, a digital projector has no need for a Maltese cross to illuminate the screen for longer without audiences noticing a flicker.



In a 35 mm projector, a shutter blocks the light while the film is being transported. The light has to be interrupted twice to prevent flicker. Digital projection circumvents this problem by displaying the images almost instantaneously.

The Reproduction of Colours

For digital projection in cinemas, projectors are equipped with three DMDs placed in front of red, green and blue filters respectively. The beam of light is divided into three by a glass prism, then recombined before passing through the projector's lens. Note that DMD projectors for home cinema systems rely on a slightly different method to reconstitute colours, with a rotating coloured wheel.

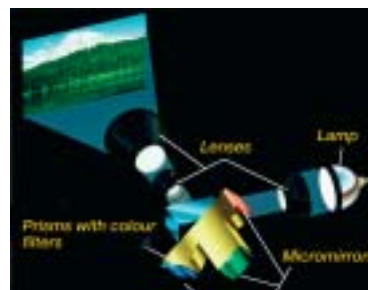


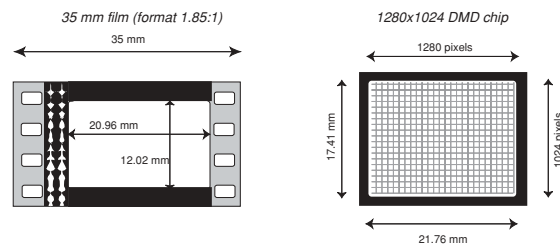
Diagram of the three-DMD projector from Texas Instruments (based on T.I.'s diagram).

The Different DMD Chips

There are several DMDs which vary according to size, resolution, contrast levels and format. The most recent models are shown here.

Resolution (in pixels)	Diagonal Size (in inches)
1024 x 768	0.7
1280 x 1024	0.9
1280 x 720	0.9
2048 x 1080	1.2

Their size is comparable to that of a frame of 35mm film.



Comparison of the size of a 35 mm frame with a DMD chip (same scale).

D-ILA Technology

A development of JVC, **D-ILA (or Image Light Amplification)** technology works similarly to Texas Instruments' DLP, by using reflection. Here, however, the image is not formed by micromirrors but by a panel of **reflective liquid crystal** where each pixel measures 12.9 microns.



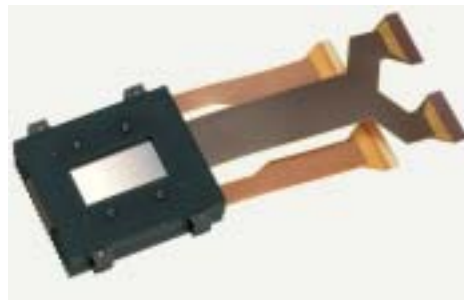
The D-ILA device from JVC, with a resolution of 2048 x 1536 pixels and a 1.3-inch diagonal.

The flood of light from the projector lamp strikes the face of this panel, which reflects an image via a system of prisms. Three D-ILA chips are needed for a larger-format projector.

In June 2000, JVC launched a high-resolution chip Q XGA measuring 2048 x 1536 pixels. It was fitted into a prototype projector developed in partnership with Kodak.

SXRD Technology

For their part, Sony has developed a new projection system based on an extremely high resolution 4K (4096 x 2160 pixels) **SXRD (Silicon X-tal Reflective Display)** chip. It works along the same lines as the DLP and D-ILA chips, but its pixels are even smaller, measuring just 8.5 microns, or half the size of DMD pixels. As a consequence, the number of pixels in the same amount of surface area is quadrupled. The first public presentation of this system came at the IBC Trade Fair in Amsterdam in September 2004.



The SXRD device from Sony, with a resolution of 4096 x 2160 pixels.

III | The Four Parameters of the Image

For comparison with 35mm projectors, digital projectors are graded according to four essential imaging parameters: **luminosity**, **colorimetric space**, **resolution** and **contrast**.

Luminosity

The most powerful lamps installed in 35mm projectors today are 7000 Watts. The quantity of light reaching the screen must be at least similar. The effective power of digital projectors is measured in **lumens** on the screen. Smaller projectors for home cinema systems can make do with 1000 lumens; cinema projectors have to reach at least 10000 lumens.

Colorimetric Space

Colorimetric space defines the actual **palette of colours** that can be represented on the screen. The colorimetric space of 35mm film is delineated by the combination of the three different coloured layers. Digital projection uses red, green and blue filters of differing values and has a different colorimetric space. Put simply, colours are formed not by the chemical agents in the strip of film, but by differing combinations of three coloured beams of light. In practical terms, this results in a much larger palette of colours that can appear on the screen. Colorimetric space also depends on the quality of the digital processing of the image that occurs before the filters come into play. Today's digital projectors can have colorimetric spaces far beyond those of 35mm prints; indeed, film falls well short of displaying the full spectrum of colours that the human eye can register. Thus, with digital projection, cinema-goers can for the first time see colours that to date were beyond representation.

Resolution

It is difficult to compare the resolution of a digital image against that of a silver-based film image. In theory, the resolution of 35mm negative film is equivalent to, if not higher than that of a digital image. In practice, however, audiences do not see a camera negative, but a positive print made from an internegative, itself a copy of an inter-

positive, which is in turn another copy. With each generation, the film grain increases and the subjective impression of sharpness decreases. This effect is often further heightened by the mechanical imprecision of some 35mm projectors. In digital projection, the minimum resolution called for is some 2000 pixels per line.

Contrast

The contrast level of an image is measured by gauging the proportion of light in a totally white area to that in a totally black area. Such figures can only be guidelines, as they can vary enormously according to the way this proportion is measured. Suffice to say that a contrast ratio of 1000:1 is generally considered very respectable. Multiple factors can affect this ratio. Cinemas are never completely dark – at the very least, there must be illumination from signs showing the emergency exits. DLP Cinema projectors have been specially designed to avoid contamination of the projector beam by light from external sources. Such precautions are vital to ensure that dark areas of the image do not become grey.

IV | The Equipment

The manufacturers of **projection equipment** and of **the servers** which supply them with images are offering a range of technical and commercial solutions. The amount of equipment on the market is increasing and more people are becoming interested; competition will naturally force prices down. But cinema-owners should not expect any miracles – this technology is highly complex and the market is limited. Several powerful projectors are available, but very few meet the standards drawn up for showing films on a big screen in sufficiently high quality.

Projectors

Currently, the technology best suited to high-quality cinema projection is DLP, based on Texas Instruments' DMD chips. Three manufacturers have been licensed to use this technology: **Barco** (Belgium), **Christie** (USA) and **NEC-Digital Projection** (Japan). Here, we list a selection of high-grade projectors designed for cinema use, shown in alphabetical order. Their retail prices vary depending on certain options (the choice of lens, in particular), but they range roughly between €70,000 and €110,000.

The cost of a brand new 35mm projector is currently around €50,000 – a sum which takes about 5 to 7 years to recoup. The projector's life expectancy is at least 20 years. Maintenance costs are estimated at around 5 to 7% of the cost price per year. For digital projectors, clearly there is no precedent by which to judge life expectancy. Estimates put the figure approximatively from 5 to 10 years, which more or less corresponds to the time it takes to write off the equipment's cost. Maintenance costs are projected at 10 to 15% of the cost price.

BARCO

Barco markets two digital projectors specially designed for cinemas projections.

The DP 30

The DP 30 uses three 0.9 inch DLP Cinema matrices in the 5/4 ratio with a resolution of 1280 x 1024 pixels. Its luminosity is given as 6500 lumens, its contrast ratio 1250:1. The recommended maximum screen width is 10 metres. Power consumption is 2550W; its colorimetric depth is 15 bits. Anamorphic lenses are available at x 1.5 and x 1.9. The lamp comes with a 1000 hour-guarantee.



Barco DP 30 projector.

The DP 50

Broadly speaking, the DP 50 has the same technical specifications as the DP 30, with three DLP Cinema chips, a resolution of 1280 x 1024 pixels and a contrast ratio of 1350:1. Its colorimetric depth is 15 bits. Anamorphic lenses can be used at x 1.5 and x 1.9. In March 2004, the DP 50 was replaced by the DP 100 and is no longer commercially available.



Barco DP 50 projector.

The DP 100

It was the first projector to use Texas Instruments' new 2K chip, with a resolution of 2048 x 1080 in the ratio 2/1. Its contrast ratio has been increased to 1750:1. With a luminosity of 18,000 lumens, it is capable of projecting onto screens up to 24 metres wide. Its colorimetric depth is 15 bits. An anamorphic lens is available at x 1.25 and x 1.9. The lifespan of the 3000W Osram lamp is 1500 hours.



Barco DP 100 projector.

CHRISTIE

Christie's CP 2000 is fitted with the same DLP Cinema chips as the DP 100, with a resolution of 2048 x 1080 pixels and a colorimetric depth of 15 bits. It comes in two models, the CP 2000H and the CP 2000i, the main difference being the strength of the lamp (6000W in the case of the 2000H, 3000W in the 2000i). The CP 2000 was chosen in the UK for the official installation programme mounted by the UK Film Council.



Christie CP 2000 projector.

CINEMECCANICA

Cinemeccanica has signed a partnership deal with Barco, who provide the electronic imaging circuitry (a 15-bit DMD chip with 2048 x 1080 pixels). The rest of the projector has been designed by the Italian firm, an established constructor of 35mm projection equipment. The digital unit's main controls are on the rear panel, making it easier to install the unit side-by-side with an existing 35mm projector. It also uses standard Xenon lamps. The number of mechanical parts in the unit – cooling fans, in particular – has been kept to a minimum. In conjunction with Avica servers, the projector is already up-and-running in three cinemas in Italy, two of them in Milan and the third in Porte Sant'Elpidio.



Cinemeccanica CMC D2 projector.

NEC / DIGITAL PROJECTION

In 2004, NEC and its partner Digital Projection acquired the license to use 2K DLP Cinema technology. Their 2K projector, the iS8-2K, uses a DMD chip with 2048 x 1080 pixels and 15-bit colorimetric depth. Unlike its competitors, the iS8-2K is a relatively compact unit. The UK Film Council also selected this projector for its nationwide installation programme.



NEC iS8-2K projector.

Other Projectors Under Development

JVC / KODAK

JVC and Kodak have developed their own high resolution projector, which uses D-ILA chips with a resolution of 2048 x 1538 pixels and a diagonal of 1.3 inches. The projector's contrast ratio is 1000:1, its luminosity 7000 lumens. JVC has also developed a second model with 3840 x 2048 pixels and 1.7 inch chips. This is the system used by Kodak in its Los Angeles research centre, the Kodak Imaging Technology Center. Currently, the partnership between JVC and Kodak is on ice and the projectors are not available commercially.



Kodak/JVC projector using D-ILA chips.

SONY

For its part, Sony has developed a new system based on a very high resolution 4K chip, the SXRD (Silicon X-tal Reflective Display) with a resolution of 4096 x 2160 pixels and a diagonal of 1.55 inches. This chip works using the same principle of reflection as the DLP and D-ILA chips. Sony has built two projectors, the SRX-R110 with a luminosity of 10000 ANSI lumens and the SRX-R105, with a luminosity of 5000 lumens. The units are due to be made commercially available towards the end of 2005. The question is to know whether these projectors will match the colorimetric requirements.



Sony SRX-R110 projector.

Servers

Projectors are supplied with images by computer servers, replacing the traditional 35mm reels. The main feature, advertisements, short films and trailers are stored and cued on secure hard disk drives in encoded and security-encrypted format. The extremely large size of the raw digital files means that some form of compression is needed which affects the quality of the on-screen image as little as possible. As a guide, even after compression a 90 minute feature takes up around 60Gb of storage space.

Compression Norms

There are several standard compression codecs, all of which are incompatible with the others. The most familiar to consumers is the **MPEG 2 codec** (developed by the Motion Picture Expert Group), which is currently used to encode films for DVD. However, this codec is nearing the end of its lifetime and other mathematical algorithms designed to lessen the impact of compression on the image are coming onto the market. The most promising is **JPEG 2000**, but it is still in the final stages of development. Until it can be completed, some manufacturers of servers have installed their own compression codecs on their machines. Most servers work with the MPEG 2 system, with the exception of Doremi's V1-HD, which is the first to make use of JPEG 2000. The retail price of servers ranges roughly from €15,000 to €25,000.

AVICA

Avica markets a cinema server solution which has a central server (the Filmstore Central) linked up to individual players (Filmstore Players) at each screen. As yet, Avica servers do not incorporate the JPEG 2000 codec. However, the manufacturer says the units will be made compatible at a future date.



Diagram of the Avica server network.

DOLBY

Dolby's cinema sound decoders and amplifiers are already present in every projectionist's booth, so it seems logical for the company to move into the realm of the image. Dolby has developed two new units, the Show Player and the Show Store, which handle both sound and image. The actual data for the films, encoded beforehand, is stored on hard disk drives in the Show Store, which can hold up to 5 or 6 full-length features of around 60Gb each. Until now, the images are handled in HD resolution, i.e. 1920 x 1080 pixels. Currently, the Show Store and Show Player server system retails for around \$27,000. Encoding a film entails a one-off cost of around \$10,000. The price of each digital "print" amounts to the cost of the hard drive it is stored on – a negligible sum. Three cinemas in the US and one in the UK are already using this system commercially.



Dolby Show Player and Show Store servers.

DOREMI

Doremi has become the first company to offer a HD/2K server which uses the JPEG 2000 compression codec. Its V1-HD server manages real-time compression at a rate of around 160Mbps, allowing a capacity of around 6 hours of film programming.



Doremi V1-HD server compatible with JPEG 2000.

It has a split Dual Link output, which can output a stream of 300Mbps at 2K resolution. Video sampling is RGB 4:4:4 at 12 bits. One of the major screenings to use the V1-HD came at the Jules Verne Festival, for the projection of James Cameron's 3-D documentary "Aliens of the Deep". The set-up included two Barco DP 100 projectors fitted with polarising filters. The V1-HD comes in two versions, a reader-only version for cinemas and a JPEG 2000 reader-encoder for use in laboratories and media companies.

XDC / EVS GROUP

EVS CineStore servers are currently distributed by XDC, the group's new banner. Each model is adapted to the specific needs of companies involved in making or distributing films, from post-production houses to exhibitors. Currently, all the CineStore servers use MPEG 2 compression, though the manufacturer offers an update to any other format accepted as the future international norm. Each unit is controlled by a specific computer running Windows. Several models are available for exhibitors: the XDC/EVS CineStore Plaza is a centralised server catering to the needs of multiplexes. The CineStore Focus is the "satellite" of that central Plaza server, connected to a projector. A separate unit, the CineStore Solo, is designed for stand-alone use in one-screen cinemas. It can be linked to the cinema's automation system and has a Gigabit Ethernet socket. It can store up to 20 hours of encoded film programmes, which are decoded directly at the output. The projectionist can switch between various dubbing versions and select any subtitles.



CineStore Solo server from XDC.

KODAK

In the US, Kodak has launched a range of servers designed primarily for the projection of advertising and trailer blocks. 900 cinema screens currently use these systems, but the servers are not suitable for the projection of feature-length films. A new model, the CineServer MN2000, is to be launched shortly. It will be compatible with the Digital Cinema Initiative guidelines. It was presented in London last January and is also currently being tested in one cinema in the USA.



Cineserver from Kodak.

QUVIS

The American company QuVIS was one of the first to market a server for digital cinema use in 1999. QuVIS units use a compression process developed by QuVIS itself, known as Quality Priority Encoding (or QPETM), as well as JPEG 2000. The server designed for exhibitor use supports a wide range of formats, from video and HD to 2K and 4K. The films are encrypted internally using 128 bit authentication. The server has 8 audio outputs. A QuVIS server was installed for the launch of the Gaumont Aquaboulevard (Paris) digital cinema in the year 2000. At the time, a feature film such as "Toy Story 2" took up only 42Gb of internal disk space (mirrored onto another drive for safety's sake).



QuVIS Cinema Player.

V | Setting Standards

35mm: The Power of a Global Standard

On 2 February 1909, the International Congress of Film Producers and Distributors, presided over by Georges Méliès, adopted Edison's 35mm film format with four perforations per frame as the standard. Ever since, the 35mm format has been recognised internationally, allowing the production and exchange of film prints for screening using any projector worldwide.

This guide is an introduction to the digital technology and equipment which are used to project films in cinemas at quality levels equal to or higher than those of 35mm projection. As yet, no single international norm has been set for digital projection, even though the broad outlines of what may become standards are gradually emerging.

The DCI (Digital Cinema Initiatives)

In the absence of an international effort led by government bodies to establish industry norms, seven US majors (Disney, Fox, MGM, Paramount, Sony Pictures Entertainment, Universal and Warner Bros.) decided to join forces. They formed **the Digital Cinema Initiatives (DCI)** to draw up a list of specifications. Given the economic and strategic power of these companies, no manufacturer can afford to overlook these specifications, which are set to become, de facto, the industry bible. In fact, the DCI did not just lay down one digital projection standard, but four! The technical specifications can be divided into four distinct categories, in descending order of quality. The highest quality category is that of cinema screens wider than 15 metres; the lowest concerns video projection in public places. It is also interesting to note that the standard image compression format is given as JPEG 2000, not the MPEG 2 which is still in use for D-Cinema digital projection as well as for DVDs (albeit in a more highly compressed, and thus lower-quality form).

The French AFNOR Standard and the CST

In France, a working group under the aegis of **the CST** (the French National Technical Commission) has drawn up a list of norms which is currently being ratified by the French industrial standards authority **AFNOR**. Broadly speaking, the new French norm adopts the recom-

mendations of the DCI, such as a minimum resolution of 2048 pixels per line (or 2K), a frame rate of 24 or 48 frames per second and a colorimetric depth of 12 bits. Once the consultation process is over and the norm approved – which is likely by the end of 2005 – it will be up to the CNC (Centre National de la Cinématographie) to define how the norm is applied. At the earliest, their regulatory decision is expected to take effect at the start of 2006.

European Digital Cinema Forum (EDCF)

The European Digital Cinema Forum (EDCF) was formed on 13 June 2001 and is chaired by the Director of the Swedish Film Institute Ase Kleveland. It has some 30 members from across Europe representing national film bodies (such as the CST, the CNC, the Danish Film Institute, UK Department of Trade and Industry...) as well as companies and associations of film industry professionals. The Forum meets during industry trade fairs such as the NAB and the IBC to discuss issues arising from digital cinema. It pays particular attention to the guidelines of the Digital Cinema Initiatives. The Forum is made up of three committees examining the technical, commercial and content-related aspects of digital cinema.

Encrypting and Security

For the rightsholders to films, copy protection is of prime importance. The industry does not want to suffer the losses incurred by the music industry in the face of digital copying and peer-to-peer file sharing. The manufacturers of digital projectors and servers are fully aware of these concerns and have incorporated **digital encryption** which makes data copying virtually impossible and hampers illegal filming with camcorders inside the cinemas. Projected images can be "branded" with marks invisible to the naked eye, but which become visible on the camcorder recording and all subsequent copies of it. Thus, a pirate copy made of a branded film can be traced all the way back to the source: the place, date and even particular screening where the copy was first made can be identified. However, it will be difficult to put in place a system which offers total security while allowing the exhibitors the freedom to show films as they wish. As yet, there is still no agreement between studios and exhibitors on a system which would offer protection whilst allowing cinemas the same prerogatives they have with a 35mm print.

VI | Key Dates in the History of Digital Cinema

Here are a few key dates in the history of digital filmmaking and distribution:

1990	"Dick Tracy" is the first film with digital sound.
1992	"Batman Returns" is the first film with Dolby Digital sound
1992	"Jurassic Park" is the first film with digital DTS sound
June 1999	"Star Wars: Episode 1": Four digitally-equipped screens (2 JVC, 2 TI) show the film commercially in the USA
1999	Digital distribution of Disney's animated films "Toy Story 2", "Tarzan" and "Dinosaurs"
February 2000	First digital projection in Paris at the Gaumont Aquaboulevard cinema with the film "Toy Story 2" (screen size 15.4 x 8.3m)
2001	"Vidocq", directed by Pitof, is the first film in the world to be shot totally on HD (weeks ahead of "Star Wars: Episode 2")
Cannes 2002	"Dancer in the Dark" becomes the first film shot without film stock to win the Palme d'Or at Cannes
February 2004	"The Last Samurai" becomes the 100 th feature film distributed digitally
March 2004	"Collateral", directed by Michael Mann, is the first film shot largely with the Thomson Viper camera
2004	"Two Brothers", directed by Jean-Jacques Annaud, is shot on HD Cam Cinealta
2004	"Les gens honnêtes vivent en France", directed by Bob Decout, is the first feature shot on Panasonic's HD format
September 2004	First public demonstration of Sony's 4K projector
November 2004	"Saraband", directed by Ingmar Bergman and shot on HD, is distributed in cinemas only on HD

VII | Internet Addresses

Here is a list of Internet sites relating to digital cinema:

Manufacturers of projectors:

Barco	www.barco.com
Christie	www.christiedigital.com
Cinemeccanica	www.cinemeccanica.it
Digital Projection	www.digitalprojection.com
JVC	www.jvc-victor.co.jp
NEC	www.nec-pj.com/products/dlpcinema/
Sony	www.sony.com

Manufacturers of servers:

Avica	www.avicatech.com
Doremi	www.doremilabs.com
Kodak	www.kodak.com
Quvis	www.quvis.com
XDC	www.xdcinema.com

Compression:

JPEG 2000	www.jpeg.org/jpeg2000/index.html
------------------	--

Digital sound systems:

Dolby	www.dolby.com
DTS	www.dtsonline.com

Standards :

AFNOR	Association Française de Normalisation www.afnor.fr/portail.asp
CST	Commission Supérieure Technique www.cst.fr
DCI	Digital Cinema Initiatives www.dcinovies.com
EDCF	European Digital Cinema Forum www.digitalcinema-europe.com

General Information on digital cinema:

D Cinema today	Platform for information on digital cinema (in English) www.dcinematoday.com
Digital Cinema	Platform for information on digital cinema (in French) www.digital-cinema.org
Texas Instruments	Information on DLP Cinema technology www.dlp.com
UK Film Council	Information on the Digital Screen Network www.ukfilmcouncil.org.uk

VIII | Glossary

Here are some abbreviations frequently used in articles on digital cinema:

2K	Resolution of 2048 pixels per line
4K	Resolution of 4096 pixels per line
ANSI	American National Standards Institute
D-ILA	Digital Image Light Amplification. A technology developed by JVC.
DLP	Digital Light Processing
DMD	Digital Micromirror Device
DVD	Digital Versatile (Video) Disc
HDTV	High Definition Television
IEEE	Institute for Electrical and Electronics Engineering
JPEG 2000	Standard codec for digital image compression
LCD	Liquid Crystal Display
MPEG	Motion Picture Expert Group
NTSC	National Television Standard Committee
RGB	Red, Green, Blue, the three component colours of light
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SXRD	Silicon X-tal Reflective Display
WM 9	Windows Media Player 9 compression system, also known as VC 1

IX | Acknowledgements

Europa Cinemas would like to thank the Members of its Board of Directors for their help in producing this guide:

Nico Simon, Vice President, Head of the "Digital Cinema" Working group

Ian Christie, Vice President

Henk Camping, General Secretary

Jean-Marie Hermand, Treasurer

Thanks also to **Serge Sirtzky**, Director of "Ecran Total", for his support in the development of this guide and to **Alain Besse** of the C.S.T (Commission Supérieure Technique de l'Image et du Son) for his participation in the Europa Cinemas "Digital Cinema" Working Group.

Europa Cinemas
54 rue Beaubourg, F 75003 Paris
Tel. 33 1 42 71 53 70
Fax : 33 1 42 71 47 55
info@europa-cinemas.org
<http://www.europa-cinemas.org>

President: Claude Miller

General Director: Claude-Eric Poiroux

Digital Guide Editor: Fatima Djoumer
fatim@djoumer.de

Digital Guide Deputy Editor: Antoine Trotet
atrotet@europa-cinemas.org

Authors: Philippe Loranchet, Europa Cinemas,
Philippe Loranchet is the author of the book "Le cinema numérique: la technique derrière la magie", published by Éditions Dujarric.

Translation: Cinescript

Design: Ça Tourne, ★ Bronx

Notes



The first pan-European
digital cinema initiative

Today your reality

End-to-end solutions for exhibitors and distributors :

- advanced technology compliant with international standards (AFNOR, SMPTE, ...)
reliability, security and user-friendly interfaces
- attractive financial packages without capital investment
- high skilled professionals to support your transition to digital
- 24/7 hot line centre
- strong and organised international network



The CineStore Family consists of a range of high performance servers, each addressing the particular needs of the different players in the cinema distribution chain.

Appropriate configurations are available for post-production, distribution and projection.



Contact us

Bernard Collard +32 477 49 49 39

Philippe Grandclaude +32 494 50 71 39

info@xdcinema.com

www.xdcinema.com



FESTIVAL DE CANNES
Official Partner

Avant-propos

I	Les principes de la numérisation	42
	De la chimie à l'informatique	
	Numériser ne rime pas automatiquement avec qualité	
	Pixel = Picture + Cell	
	La progression du numérique	
II	Les procédés de projection numérique	48
	Les limites de la pellicule	
	Les atouts de la projection numérique	
	Le procédé DMD / DLP	
	Le procédé D-ILA	
	Le procédé SXRD	
III	Les 4 paramètres de l'image	53
	Puissance lumineuse	
	Espace colorimétrique	
	Résolution	
	Contraste	
IV	Les matériels	55
	Les projecteurs	
	Les serveurs	
V	Les normalisations	64
	35 mm : la force d'un standard mondial	
	La norme définie par DCI (Digital Cinema Initiatives)	
	La norme AFNOR française et la CST	
	European Digital Cinema Forum (EDCF)	
	Cryptage et sécurité	
VI	Dates clefs du cinéma numérique	66
VII	Adresses internet	67
VIII	Lexique	69
IX	Remerciements	70

Avant-propos

Personne ne peut prédire avec certitude le moment où la projection numérique deviendra la norme dans les cinémas du monde entier. Mais il est aujourd'hui largement accepté que cela interviendra dans la prochaine décennie, principalement pour des raisons économiques mais aussi pour profiter des avantages techniques et esthétiques qu'offre le numérique.

Depuis 5 ans, des exemples de projection numérique se multiplient. Même si le nombre de salles équipées reste limité, on compte actuellement près de 400 installations numériques dans le monde.

Le passage au numérique se fera selon l'un des deux scénarios qui coexistent actuellement dans l'esprit des professionnels.

Le premier avance l'hypothèse d'un développement progressif du numérique avec un nombre croissant d'installations en lien avec les différents plans d'équipements de type industriel ou d'initiative publique aidant à accélérer et à financer le décollage du numérique - tel le Digital Screen Network du UK Film Council. Selon ce scénario, l'exploitation parallèle en 35mm et en numérique coexistera pendant plusieurs années.

L'autre scénario suggère une transition plus rapide et déclenchée par les majors hollywoodiennes décidant de faire du numérique la norme internationale. Selon ce point de vue, les distributeurs et les exploitants devront trouver rapidement la juste répartition entre les économies faites sur la fabrication des copies et les investissements lourds à réaliser dans l'équipement des salles.

La question du choix de la première salle à équiper se posera à l'exploitant qui dispose de plusieurs écrans : la capacité de la salle retenue ne sera pas forcément en adéquation avec le potentiel commercial des films programmés en numérique.

Quant aux réalisateurs, nombre d'entre eux continueront sans doute à tourner en 35mm, même si leurs films sont projetés en numérique. Certains s'interrogent d'ailleurs sur la stabilité à long terme des supports numériques pour archiver les œuvres alors que l'on constate que beaucoup de films classiques sont redevenus accessibles grâce au numérique.

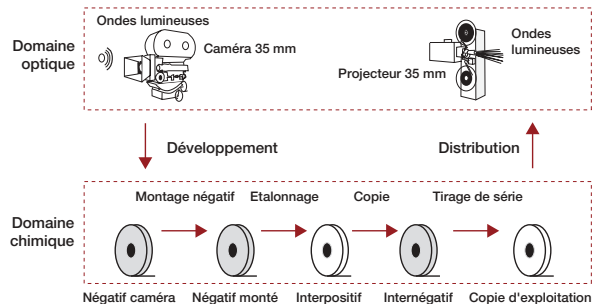
Certains font un parallèle avec le passage du muet au parlant entre 1927 et 1930, lorsque l'ensemble de l'industrie cinématographique est passé au parlant à une vitesse étonnante, malgré les résistances et le scepticisme de beaucoup. Une fois la transition engagée, c'était dans l'intérêt de chacun qu'elle se fasse rapidement, même si certains pays - comme l'URSS ou le Japon - prirent beaucoup plus de temps. Bien entendu le parallèle n'est pas exact, dans la mesure où le parlant offrait une expérience nouvelle au public et que ce dernier l'adopta immédiatement. La projection numérique en principe n'offre rien de nouveau au public au niveau de la projection ; certainement la plupart des spectateurs ne feront même pas la différence. Mais ce qu'elle peut offrir, c'est un choix plus large dans la programmation des salles, ce qui pourrait être son plus grand atout auprès du public, des exploitants, des distributeurs et des producteurs. Cependant, ceci exigera beaucoup de discussions entre les différents secteurs de l'industrie et sans doute une période d'expérimentation plus ou moins longue selon les pays.

A présent, nous ne pouvons pas prévoir ce que nous réserve les prochaines années. Mais il apparaît vital pour les exploitants européens qui souhaitent poursuivre leur travail en faveur des films européens de manière compétitive d'être parfaitement informés sur le cinéma numérique. Dans ce but, et avec le soutien du Programme MEDIA de l'Union européenne, Europa Cinemas publie ce premier guide technique, qui présente les grands principes de la projection numérique en salles. Nous espérons qu'il aidera tous les exploitants européens à prendre les bonnes décisions pour leur propre entreprise.

Ian Christie et Nico Simon
Vice-Présidents
Europa Cinemas

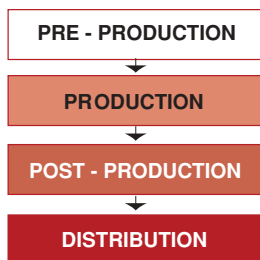
I | Les principes de la numérisation

Jusqu'à présent, les différentes étapes de la fabrication d'un film, de la prise de vue à la projection, étaient clairement identifiées. La pellicule 35 mm servait de fil rouge dans une suite de procédures clairement cloisonnées (prise de vue, montage, étalonnage, projection). En "détachant" l'image de son support physique, le processus de numérisation fait passer le cinéma du monde photo-chimique à celui de l'informatique. Ce faisant, c'est l'ensemble de la chaîne de fabrication qui se trouve bousculée en rendant notamment plus floues les frontières entre les différentes étapes.



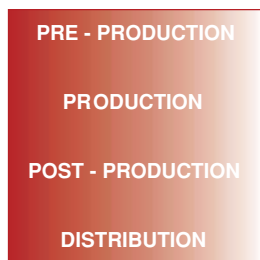
La chaîne 35 mm analogique.

ANALOGIQUE



L'informatique gomme les frontières qui existent entre les différentes phases de production des films.

NUMERIQUE

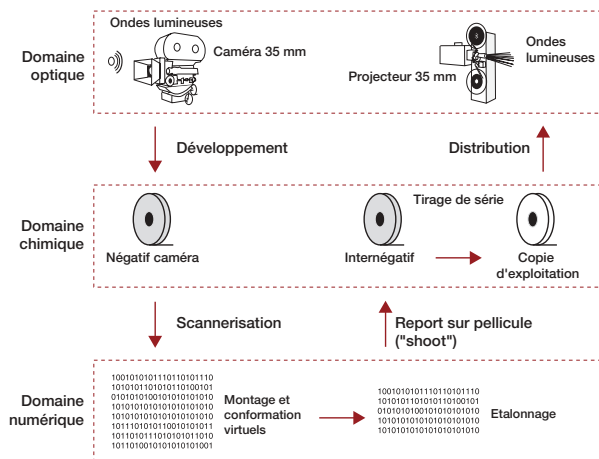


De la chimie à l'informatique

Actuellement, la chaîne de traitement des films de cinéma suit un **parcours de transformation photo-chimique**. Le tournage et la projection s'effectuent sur de la pellicule 35 mm qui réagit à l'énergie lumineuse. Par duplication et inversion, on obtient finalement une image positive qui est à nouveau une reproduction de l'original. La projection sur un écran n'est qu'un procédé mécanique et optique pour agrandir d'environ un million de fois cette image dont la succession donne l'illusion du mouvement.

L'étape du montage est la première à tirer bénéfice de la numérisation des images. Plutôt que de manipuler avec des gants blancs des bandes de pellicule 35 mm, les monteurs peuvent désormais déplacer dans des logiciels spécialisés comme Film Composer d'Avid des séquences d'images numérisées en basse résolution. Le gain de temps en manipulation permet au réalisateur et au monteur de mieux se concentrer sur la partie créative de leur métier, le laboratoire se chargeant ensuite de monter le négatif manuellement. Plus récemment, de nouvelles perspectives se sont ouvertes grâce à de nouveaux appareils de numérisation d'images en haute résolution et de report d'images informatiques sur pellicule 35 mm.

L'étalonnage numérique offre de même un contrôle esthétique et artistique inédit au directeur de la photographie et au réalisateur. Aujourd'hui, de nombreux films passent par les étapes du montage et de l'étalonnage numériques et sont ensuite finalisés sous la forme d'un **master numérique** de haute qualité, appelé DI (Digital Intermediate). Ce type de master est utilisé pour la fabrication des copies d'exploitation numérique qui arriveront ensuite dans la cabine de projection soit par liaison satellite ou par Internet ou alors sur des supports comme les DVD-Roms ou les disques durs amovibles - qui sont les plus utilisés. Aujourd'hui, en l'absence de sorties de films en numérique, le laboratoire reporte ce master sur négatif pour le tirage des copies 35 mm habituel. À noter que ce master DI peut être décliné en master vidéo pour la production des DVD ou la diffusion télévisuelle.



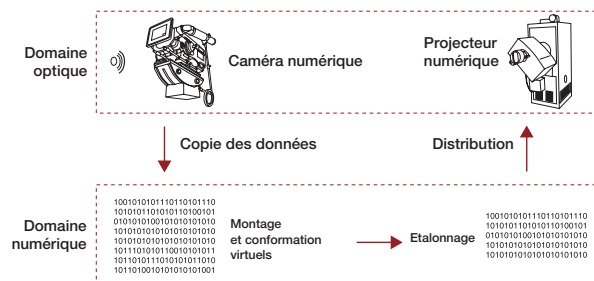
Chaîne 35 mm analogique, avec étalonnage numérique.

Dans le futur, à une échéance encore difficile à estimer, **une chaîne totalement numérique** du cinéma se mettra en place, à base de supports informatiques se substituant à la pellicule 35 mm.

Aujourd'hui, les loueurs de caméras 35 mm pour le cinéma disposent tous d'une offre de caméras numériques.

Panavision a ainsi développé avec Sony une nouvelle caméra, nommée Genesis, qui enregistre les images sur des cassettes magnétiques au standard HD Cam SR. Panasonic a mis au point une caméra Haute Définition qui enregistre également sur bandes au format DVC Pro HD. Baptisée "Varicam", cette caméra permet de tourner en vitesses variables, jusqu'à 60 images par seconde. Thomson a en outre mis au point une caméra, la Viper, qui peut être associée à un magnétoscope, des disques durs, ou bien encore directement sur des cartes mémoires informatiques.

"Collateral" de Michael Mann est le premier long métrage à avoir utilisé cette caméra. Enfin, la société allemande Arri a également développé une caméra numérique, la Arri D20. Dans le domaine du cinéma, les tournages 35 mm restent largement majoritaires, ce qui n'exclut pas pour autant **un traitement numérique en post production**. Les négatifs de la caméra peuvent ainsi être scannés directement pour pouvoir être traités numériquement. Les principaux laboratoires européens sont équipés du matériel de numérisation nécessaire.



Chaîne de production totalement numérique.

Numériser ne rime pas automatiquement avec qualité

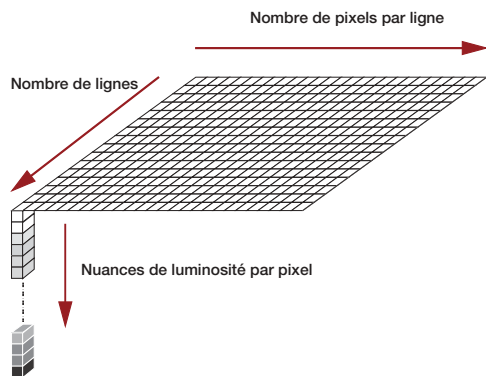
Numériser, c'est tout simplement transformer des grandeurs analogiques (comme la lumière ou le son) en nombres. Leur traitement relève de l'informatique, mais, au bout de la chaîne, il faut retransformer ces grandeurs numériques en variations de lumière sur un écran pour visualiser les images ou en vibrations de hauts parleurs pour percevoir un son. Le traitement numérique n'implique pas forcément un résultat de qualité irréprochable, pas plus que l'analogique d'ailleurs. Un CD audio peut dépasser la qualité d'un disque vinyle 33 tours, mais un fichier MP3 très compressé, bien que numérique, produit un résultat moins fidèle à l'original qu'une antique cassette magnétique. D'une manière générale, plus un traitement informatique comportera d'informations, meilleur sera le résultat final. Ces informations ont cependant un coût (en terme de puissance de calcul ou de capacités de disques durs) et tout l'art des créateurs sera de trouver le meilleur compromis possible entre la qualité recherchée et les contraintes économiques de la production.

Pixel = Picture + Cell

L'unité de base de l'image numérique est le **pixel** (abréviation de "picture element" ou "picture cell"). Analyser numériquement une image revient en pratique à appliquer une grille sur chaque image et à relever la valeur de la lumière de chaque couleur sur chaque case de la grille. Plus les mailles de cette grille seront fines, plus l'analyse sera fidèle à la réalité.

La valeur numérique relevée dans chaque case est disposée sur une échelle graduée allant du noir complet au blanc. Plus le nombre d'échelons sur cette échelle sera élevé, plus fine sera l'analyse et plus fidèle à l'original sera le résultat final.

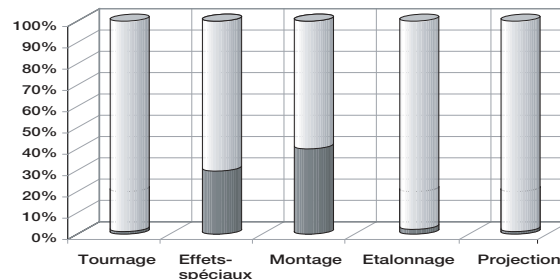
Une analyse sur 1024 niveaux est codée informatiquement sur **10 bits** (unité informatique de traitement de l'information constituée de 0 et de 1, abréviation de **Binary Digit**), une analyse sur 4096 niveaux sur 12 bits et sur 16 384 niveaux sur 14 bits.



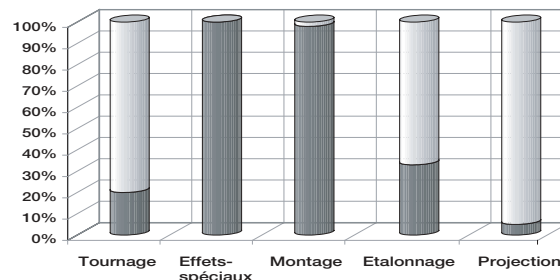
Plus le nombre de pixels décrivant une image est élevé, meilleure sera la résolution. Plus la profondeur d'analyse est grande, meilleur sera le rendu des lumières et des couleurs.

La progression du numérique

Aujourd'hui, c'est essentiellement la phase de post-production (à savoir les effets spéciaux, le montage et l'étalonnage) qui tire parti des technologies numériques. Elles offrent aux réalisateurs une palette d'outils qui élargit leur marge de manœuvre artistique. Cependant, le support 35 mm conserve encore de nombreux atouts au moment de la prise de vue et de la projection.



En 2000, le numérique commençait sa percée pour les effets spéciaux et le montage.



En 2005, la proportion de films avec une post-production numérique est en forte progression.

II | Les procédés de projection numérique

Les limites de la pellicule

Malgré ses atouts indéniables qui lui ont permis de traverser un siècle complet, la pellicule 35 mm possède des limites techniques intrinsèques. Tout d'abord, malgré les progrès accomplis par les fabricants de pellicule, les grains élémentaires du support argentique ne pourront pas descendre en deçà de leur taille actuelle (environ 6 microns). La finesse de l'image argentique est proche de son asymptote, c'est-à-dire de son optimum. Par ailleurs, la puissance lumineuse des projecteurs ne peut augmenter indéfiniment. Les 7000 Watts des lampes les plus puissantes imposent déjà de lourdes contraintes en terme de refroidissement. Au delà de 10 000 Watts, la pellicule risquerait tout simplement de fondre ! Enfin, malgré toutes les précautions de manipulations possibles, les copies 35 mm attirent les poussières, subissent des usures mécaniques qui affectent la qualité de la projection et sont parfois de moins bonne qualité lorsqu'elles sont tirées en très grande quantité sur un temps très court.

Les atouts de la projection numérique

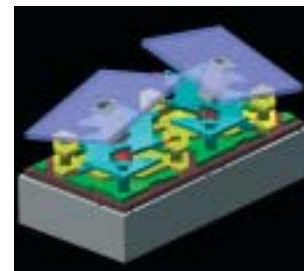
En projection numérique, les images projetées sont totalement dépourvues de poussières ou de rayures. Le spectateur ne percevra aucune différence entre la 200^e projection d'un film et la première. La luminosité est parfaitement répartie et la stabilité est totale, puisque aucune pièce mécanique n'est en mouvement. La projection numérique permet de visualiser des images sur des écrans de plus de 15 m de base, avec des valeurs de résolution et de contraste équivalentes, voire supérieures à la pellicule 35mm. Trois procédés techniques permettent aujourd'hui de projeter des images sur de très grands écrans.

Le procédé DMD / DLP

En 1987, trois chercheurs de la firme américaine Texas Instruments mettent au point **une puce à micro-miroirs baptisée DMD** (Digital Micromirror Device) qui est constituée d'une multitude de microscopiques miroirs de 13,7 microns de côté qui peuvent basculer très rapidement (en 2 micro-secondes) entre deux positions formant un angle de 24°.



Matrice DMD constituée de miroirs microscopiques.



Les micro-miroirs de la matrice DMD qui s'inclinent selon un angle de +12° ou -12°.

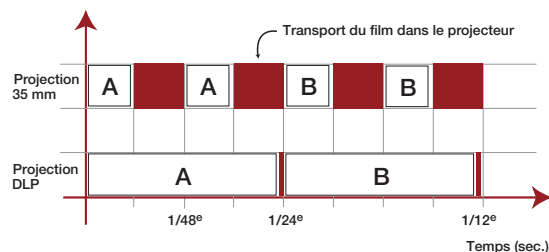
Un faisceau lumineux qui vient frapper la surface de chaque miroir est ainsi réfléchi, soit vers un objectif, formant ainsi un carré blanc sur l'écran, soit en dehors de l'axe de l'objectif, formant ainsi un carré noir. Chaque miroir fonctionne donc comme un interrupteur de lumière qui oscille à très grande vitesse. L'action mécanique de chacun de ces micro-miroirs est commandée en amont, dans le corps du projecteur, par des circuits spécialisés que Texas Instruments commercialise sous le nom de **DLP (Digital Light Processing)**. Les circuits DLP les plus sophistiqués, spécialement conçus pour le cinéma numérique, sont labellisés **DLP Cinema**. Trois constructeurs de projecteurs (Barco, Christie et NEC-DPI) ont acquis la licence d'utilisation du procédé DLP Cinema qui permet d'atteindre les plus hauts niveaux possibles de qualité d'image en termes de contraste et d'espace colorimétrique. Le prix de cette licence est très élevé et possède donc naturellement une influence sur le prix de revient des projecteurs les plus hauts de gamme.



Miroirs vus au microscope électronique à côté d'une patte de fourmi.

Les échelles de gris

Dans son principe, une puce à micro-miroirs ne peut donc restituer que des images totalement noires ou blanches. Pour reconstituer des nuances de gris, la puce exploite le phénomène de persistance rétinienne en faisant varier très rapidement la durée d'exposition de chaque pixel. Un gris à 50% sera ainsi obtenu en basculant les miroirs en position "noire", la moitié du temps et ainsi de suite. En pratique, le procédé DMD permet d'obtenir 1024 nuances de gris. On notera que l'absence de croix de Malte dans un projecteur numérique permet d'illuminer l'écran plus longtemps sans pour autant que le spectateur perçoive d'effet de scintillement.



Dans un projecteur 35 mm, un obturateur bloque la lumière pendant le déplacement de la pellicule. Cette obturation doit être doublée pour éviter le scintillement. La projection numérique contourne ce problème en affichant les images quasi instantanément.

La reproduction des couleurs

Pour la projection numérique en salle de cinéma, les projecteurs numériques utilisent trois matrices DMD placées devant des filtres colorés rouge, vert et bleu. Le faisceau lumineux est scindé en trois parties dans un prisme en verre, puis recomposé avant de traverser l'objectif. Notez que les projecteurs numériques dotés de la matrice DMD pour le home cinéma utilisent un procédé différent de reconstitution des couleurs avec une roue colorée rotative.

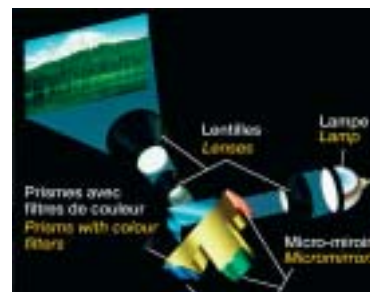


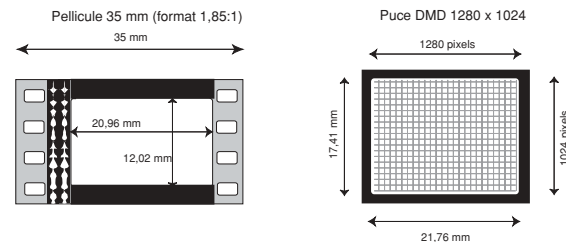
Schéma de principe des projecteurs tri-DMD de Texas Instruments (d'après schéma T.I.).

Les différentes puces DMD

Il existe non pas une, mais plusieurs puces DMD qui varient selon leur taille, leur résolution, leur taux de contraste et leur format. Les puces les plus récentes sont les suivantes :

Résolution (en pixels)	Taille diagonale (en pouce)
1024 x 768	0,7
1280 x 1024	0,9
1280 x 720	0,9
2048 x 1080	1,2

Leur taille est comparable à celle d'un photogramme 35 mm :



Comparaison de taille entre un photogramme 35 mm et une puce DMD (même échelle).

Le procédé D-ILA

Mis au point par JVC, le **procédé D-ILA (Image Light Amplification)** fonctionne également par réflexion, comme le DLP de Texas Instruments.

Toutefois, l'image n'est pas formée par des micro-miroirs, mais par un panneau à **cristaux liquides** réfléchit dont chaque pixel carré mesure 12,9 microns.

Le flux lumineux de la lampe de projection frappe de face ce panneau, qui réfléchit une image via un système de prismes. Trois puces D-ILA sont nécessaires pour un projecteur à forte puissance. En juin 2000, JVC a sorti une puce de haute résolution Q XGA de 2048 x 1536 pixels, qui a été intégrée dans un projecteur prototype développé en partenariat avec Kodak.



La matrice D-ILA de JVC, d'une résolution de 2048 x 1536 pixels et d'une diagonale de 1,3 pouce.

Le procédé SXRD

Sony a développé un nouveau système de projection basé sur une puce de très haute résolution 4K (4096 x 2160 pixels) **SXRD (Silicon X-tal Reflective Display)** qui fonctionne sur le même principe réfléchit que les puces DLP ou D-ILA mais en utilisant des pixels plus petits qui ne mesurent en effet que 8,5 microns, soit la moitié environ d'un pixel DMD. Ainsi, à surface égale, le nombre de pixels est multiplié par quatre. La première présentation publique de ce système a eu lieu pendant le salon IBC à Amsterdam en septembre 2004.



La matrice SXRD de Sony, d'une résolution de 4096 x 2160 pixels.

III | Les 4 paramètres de l'image

Face aux projecteurs 35 mm, les projecteurs numériques sont examinés au regard de quatre paramètres essentiels de l'image : **la puissance lumineuse, l'espace colorimétrique, la résolution et le contraste.**

Puissance lumineuse

Les projecteurs 35 mm utilisent les lampes de 7000 W pour les modèles les plus puissants. La quantité de lumière qui atteint l'écran doit être au moins similaire. La puissance lumineuse effective des projecteurs numériques est mesurée en **lumens** sur l'écran. Un projecteur home cinéma pour le grand public peut se contenter de 1000 lumens, un modèle destiné aux salles de cinéma doit atteindre au moins 10 000 lumens.

Espace colorimétrique

L'espace colorimétrique délimite en réalité **la palette de couleurs** qui peuvent être représentées sur l'écran. L'espace colorimétrique de la pellicule 35 mm est limité par la combinaison des trois couches de colorants. La projection numérique utilisant des filtres rouges, verts et bleus de valeur différente, l'espace colorimétrique est lui même différent. En effet, ce ne sont plus les composants chimiques de la pellicule qui décident du rendu des couleurs, mais les combinaisons multiples de trois faisceaux colorés. En pratique, la palette de couleurs ainsi projetée à l'écran est bien plus vaste. Elle dépend en outre de la finesse de traitement informatique de l'image en amont. Aujourd'hui, un projecteur numérique peut disposer d'un espace colorimétrique plus grand que n'importe quelle copie 35 mm, qui était loin de couvrir tout le spectre des couleurs perceptibles par l'œil humain. Les spectateurs pourront donc voir pour la première fois sur un écran de cinéma des couleurs qui étaient jusqu'à présent non reproductibles.

Résolution

Il est difficile de comparer la résolution d'une image numérique à celle d'une image argentique. En théorie, la résolution d'un négatif 35 mm est équivalente, voire supérieure à celle d'une image numérique. En pratique, cependant, les spectateurs ne regardent pas un négatif-

caméra, mais une copie positive d'un internégatif, lui-même copie d'un interpositif qui est déjà lui-même une copie. A chaque génération, le grain augmente et l'impression subjective de netteté diminue d'autant. Un phénomène parfois accentué par le manque de fixité de la mécanique du projecteur 35 mm.

La résolution minimum demandée en projection numérique est de l'ordre de 2000 pixels par ligne.

Contraste

Le contraste d'une image se mesure par le rapport de lumière entre une zone totalement blanche et une zone totalement noire. Selon la méthodologie de mesure, ce rapport peut varier grandement et il convient donc de le relativiser. Un rapport de contraste de 1000 :1 est généralement considéré comme très honorable, mais dépend de multiples facteurs. En effet, les salles de cinéma ne sont jamais totalement obscures, ne seraient-ce qu'à cause des signalisations lumineuses de sorties en cas d'urgence. Les projecteurs DLP Cinéma sont spécialement conçus pour éviter que des lumières parasites ne soient réfléchies dans le parcours optique de la lumière. Cette précaution est indispensable pour que les zones noires ou sombres n'apparaissent pas grises sur l'écran.

IV | Les matériels

Les fabricants de **matériels de projection** et, plus en amont, ceux **des serveurs d'images** qui les alimentent, ont des offres techniques et commerciales qui concernent un nombre croissant de salles. L'offre se multiplie et la concurrence va faire baisser les prix, même s'il ne faut cependant pas attendre de miracles car les technologies employées demeurent sophistiquées et le marché reste limité. De nombreux projecteurs de forte puissance sont disponibles, mais fort peu répondent aux exigences de la projection sur grand écran avec un niveau de qualité suffisant.

Les projecteurs

Pour le moment, le procédé le plus adapté pour les projections de bonne qualité dans les salles de cinéma demeure le DLP Cinéma, doté de matrices DMD de Texas Instruments. Trois fabricants ont acquis la licence d'exploitation de cette technologie : **Barco** (Belgique), **Christie** (USA) et **NEC-Digital Projection** (Japon). Voici quelques modèles de projecteurs haut de gamme destinés aux présentations cinématographiques, présentés par ordre alphabétique. Leur prix de vente dépend largement des options prises (dont les optiques notamment) et varie entre 70 000 et 110 000 €. Actuellement, on estime qu'un système de projection 35 mm qui coûte neuf environ 50 000 €, s'amortit en 5 voire 7 années, et que son espérance de vie est d'au moins 20 ans. Les frais d'entretien sont estimés à environ 5 à 7 % du prix du système de projection chaque année. Pour les projecteurs numériques, il manque naturellement le recul nécessaire pour mesurer l'espérance de vie que l'on peut cependant estimer approximativement de 5 ans à 10 ans. Ce qui correspond aussi à leur période d'amortissement. Enfin, leur prix de maintenance annuelle est estimé à environ 10 à 15 % du prix d'achat.

BARCO

Barco commercialise deux projecteurs numériques spécialement dédiés à la projection en salle de cinéma.

Le DP-30

Le DP-30 utilise trois matrices DLP Cinéma de 0,9 pouce, d'un rapport 5/4 et d'une résolution de 1280 x 1024 pixels. La luminosité annoncée est de 6500 lumens et le rapport de contraste de 1250 :1. La taille d'écran maximum recommandée est de 10 m de base. Sa consommation électrique est de 2550 W, le traitement de la couleur sur 15 bits. Des lentilles anamorphiques x 1, 5 et x 1,9 sont disponibles. Enfin, la durée de vie garantie de la lampe est de 1000 heures.



Projecteur Barco DP 30.

Le DP-50

Le DP-50 propose dans ses grandes lignes les mêmes spécifications techniques que le DP30 avec trois matrices DLP Cinéma d'une résolution de 1280 x 1024 pixels et d'un rapport de contraste de 1350 :1 et un traitement de la couleur sur 15 bits. Des lentilles anamorphiques x 1, 5 et x 1,9 sont disponibles. Remplacé par le DP100, il n'est plus disponible depuis mars 2004.



Projecteur Barco DP 50.

Le DP 100

Le DP 100 a été le premier projecteur à utiliser la nouvelle puce Texas Instrument 2K, d'une résolution de 2048 x 1080 pixels et d'un rapport 2/1. Son rapport de contraste a été optimisé à 1750:1. Sa luminosité de 18 000 lumens lui permet de projeter des images sur des écrans jusqu'à 24 mètres de base. Son traitement de la couleur est également sur 15 bits. Une lentille anamorphique x 1,25 et x 1,9 est disponible. Enfin, la durée de vie garantie de la lampe de 3000 W Osram est de 1500 heures.



Projecteur Barco DP 100.

CHRISTIE

Le CP 2000 de Christie utilise les mêmes puces DLP Cinéma d'une résolution de 2048 x 1080 pixels que le DP 100 avec un traitement de la couleur sur 15 bits. Il existe deux modèles, le CP 2000H et le CP 2000i qui diffèrent principalement par la puissance lumineuse de leur lampe (6000 W pour le premier, 3000 W pour le second). Le CP 2000 a été officiellement commandé au Royaume Uni dans le cadre de l'opération d'équipement menée par le UK film Council.



Projecteur Christie CP 2000.

CINEMECCANICA

Cinemeccanica a signé un partenariat avec Barco qui fournit la partie électronique de traitement d'image (puce DMD 2048 x 1080, traitement numérique sur 15 bits). Tout le reste du projecteur a été conçu par la firme italienne, bien connue pour ses projecteurs 35 mm. Les commandes principales ont été placées à l'arrière, pour permettre de rapprocher le projecteur numérique d'un projecteur 35 mm déjà en place dans une cabine. Il emploie en outre des lampes au Xénon standards. Enfin, le nombre de pièces mécaniques, en particulier les ventilateurs de refroidissement, a été réduit au minimum. Il est actuellement opérationnel dans trois salles de cinéma en Italie (deux sont à Milan, l'autre à Porte Sant'Elpidio), associé à un serveur Avica.



Projecteur Cinemeccanica CMC D2.

NEC / DIGITAL PROJECTION

Depuis 2004, NEC, allié à Digital Projection, possède également la licence d'utilisation des puces DLP Cinéma 2K et a sorti un projecteur de résolution 2K, le iS8-2K. La puce utilisée est également une matrice DMD 2048 x 1080 avec traitement numérique sur 15 bits. Le iS8-2K se distingue de ses concurrents par une taille relativement compacte. Le UK Film Council a également sélectionné le projecteur NEC pour son plan d'équipement national.



Projecteur NEC iS8-2K.

Autres projecteurs en développement

JVC / KODAK

JVC et Kodak ont développé un projecteur de haute résolution, basé sur des puces D-ILA d'une résolution de 2048 x 1538 pixels, avec une diagonale de 1,3 pouce, un rapport de contraste de 1000 :1 et une luminosité de 7000 lumens. JVC a en outre développé un modèle doté de puces 3840 x 2048 de 1,7 pouce. C'est ce système qu'a retenu Kodak pour son centre de recherche "Kodak Imaging Technology Center" à Los Angeles. Toutefois, le partenariat de Kodak avec JVC est pour le moment suspendu et il n'y a pas d'offre commerciale disponible pour le moment.



Projecteur Kodak / JVC à base de puces D-ILA.

SONY

Sony a développé un nouveau système de projection basé sur une puce de très haute résolution 4K (4096 x 2160 pixels) SXRD (Silicon X-tal Reflective Display) de 1,55 pouce de diagonale qui fonctionnent sur le même principe réflectif que les puces DLP ou D-ILA. Sony a fabriqué deux projecteurs, le SRX-R110, d'une luminosité de 10 000 ANSI lumens et le SRX-R105, d'une luminosité de 5 000 ANSI lumens. Les appareils devraient être disponibles commercialement d'ici la fin de l'année 2005. Reste à savoir s'ils répondront aux critères de colorimétrie requis.



Projecteur Sony SRX-R110.

Les serveurs

En amont du projecteur, les plateaux de bobines 35 mm sont remplacés par des serveurs informatiques. Les films, publicités, courts métrages et autres bandes annonces sont stockés sur des disques durs sécurisés, après avoir été encodés et cryptés. La taille proprement gigantesque des fichiers numériques bruts impose de passer par une étape de compression des données qui se veut la plus transparente possible sur le plan de la qualité. A titre indicatif, un long métrage de 90 minutes représente une fois compressé une taille informatique de 60 Go environ.

Les normes de compression

Il existe plusieurs standards de compression des images incompatibles entre eux. Le plus connu, et le plus utilisé actuellement est le **standard Mpeg 2** (abréviation de Motion Picture Expert Group) qui est notamment présent sur tous les DVD actuels. Toutefois, ce standard arrive en fin de vie et de nouveaux processus de traitements mathématiques qui permettent d'améliorer la qualité d'image arrivent sur le marché. Le plus prometteur est appelé **Jpeg 2000**, mais est actuellement en cours de finalisation. En attendant la normalisation finale du Jpeg 2000, certains fabricants de serveurs actuels utilisent plutôt des systèmes de traitements mathématiques propriétaires. En pratique, la plupart des serveurs actuels fonctionnent à base de compression Mpeg 2, sauf le modèle V1-HD de Doremi qui est le premier à utiliser le Jpeg 2000. A titre indicatif, le prix de vente de ces serveurs oscille entre 15 000 et 25 000 €.

AVICA

Avica commercialise une solution de serveurs pour salles de cinéma qui s'articule autour d'un serveur central (Filmstore central), alimentant des serveurs individuels (Filmstore player). Les serveurs Avica ne comprennent pas encore le codec Jpeg 2000, mais seront rendus compatibles selon le constructeur.



Schéma de principe
du réseau de serveurs
Avica.

DOLBY

Déjà présent dans presque toutes les cabines de projection pour ses modules de décodage sonore, Dolby ne pouvait pas se désintéresser du domaine de l'image. D'où la mise au point de deux nouvelles unités : le Show Player et le Show Store qui diffusent le son et l'image. Les différents programmes sont ainsi chargés sur les disques durs internes pouvant contenir entre 5 et 6 longs métrages d'environ 60 Go chacun. Les images sont pour l'instant travaillées en résolution HD, c'est à dire 1920 x 1080 pixels. Les systèmes serveurs Show Player et Show Store sont commercialisés aux alentours de 27 000 \$ et une mastérisation coûte aujourd'hui environ 10 000 \$. Le prix de la "copie" numérique sera celui du disque dur qui le porte (c'est à dire négligeable). Trois salles de cinéma aux USA et une en Angleterre sont actuellement en phase commerciale avec ces matériels.



Serveurs Dolby Show Player
et Show Store.

DOREMI

La société Doremi est la première à avoir mis au point un serveur HD/2K basé sur la compression Jpeg 2000. Le serveur V1-HD effectue une compression en temps réel à des débits d'environ 160 Mbps, qui autorise une capacité d'environ 6 heures de programmes.



Serveur Doremi V1-HD
compatible avec le Jpeg 2000.

Il bénéficie d'une double sortie Dual-Link qui lui permet de sortir un flux de 300 Mbps et de supporter la résolution 2K en mode RVB 4 :4 :4 sur 12 bits. Le V1-HD a notamment été utilisé pendant le Festival Jules Verne pour la présentation du film documentaire en relief de James Cameron "Aliens of the deep". Le dispositif incluait deux projecteurs Barco DP 100 munis de filtres polarisants. Le V1-HD existe en version lecteur simple pour les salles de cinéma, ou en version lecteur/encodeur Jpeg 2000 pour les laboratoires ou prestataires.

XDC/EVS GROUP

Les serveurs EVS Cinestore sont à présent distribués par XDC, la nouvelle entité du groupe. Chaque modèle est adapté à un maillon de la chaîne cinématographique, de la société de post production, jusqu'à l'exploitant. Pour le moment, tous les serveurs CineStore utilisent une compression Mpeg2 (avec mise à niveau offerte vers tout autre format qui serait reconnu dans le futur comme standard international). Chaque unité est commandée par un logiciel spécifique tournant sous windows. Pour ce qui concerne l'exploitation cinématographique, XDC/EVS dispose de plusieurs modèles : Le CineStore Plaza est un serveur centralisé plutôt destiné aux multiplexes. Le CineStore Focus est le serveur "satellite" du Plaza, connecté directement au projecteur. Enfin, le CineStore Solo est le serveur dédié aux salles uniques. Il peut être relié au système d'automatisation du cinéma et dispose d'un connecteur Gigabit Ethernet. Il peut contenir jusqu'à 20 heures de programmes codés, qui ne sont décryptés qu'à la sortie. Différentes versions de langues et de sous titres peuvent être choisis par le projectionniste.



Serveur CineStore Solo de XDC.

KODAK

Kodak a lancé une ligne de produits serveurs aux USA principalement destinée à la projection d'avant programmes. 900 salles sont actuellement équipées, mais les serveurs en question ne sont pas aptes à présenter des films de longs métrages. Un nouveau serveur CineServer MN2000 est en cours de finalisation. Il a été présenté au cours d'un séminaire à Londres en janvier dernier et est en test actuellement aux USA dans une salle de projection.



CineServer de Kodak.

QUVIS

La société américaine QuVIS a été l'une des premières à commercialiser un serveur destiné au cinéma numérique dès 1999. Les serveurs QuVIS utilisent un algorithme de compression à base d'ondelettes propriétaires, le Quality Priority Encoding (QPETM) ainsi que le Jpeg 2000. Le serveur destiné aux salles de cinéma supporte les définitions video, jusqu'au 4K en passant par la HD et le 2K. Le contenu est crypté en interne sur des clefs à 128 bits. Enfin, le serveur dispose de 8 sorties audio. C'est un serveur QuVIS qui avait été installé au lancement de la salle du Gaumont Aquaboulevard à Paris en l'an 2000. A l'époque, un long métrage comme "Toy Story 2" n'occupait que 42 Go sur les disques durs internes (doublés en miroir par sécurité).



QuVIS Cinema Player.

V | Les normalisations

35 mm : la force d'un standard mondial

Le 2 février 1909 est adoptée la disposition du film 35 mm Edison sur quatre perforations par image au cours du Congrès International des Producteurs et Distributeurs de films, présidé par Georges Méliès. Depuis, l'image 35 mm est devenue une norme internationalement reconnue qui permet de réaliser et d'échanger de manière commode des copies lisibles dans n'importe quel appareil de projection. Ce guide présente les technologies et matériels numériques permettant de projeter des films en salle dans des conditions équivalentes voire supérieures à une projection en 35 mm. Aujourd'hui, il n'existe pas encore de norme internationale unique pour ce qui concerne la projection numérique, même si les grandes lignes d'un standard commencent à se profiler assez nettement.

La norme définie par DCI (Digital Cinema Initiatives)

En l'absence de processus de normalisation international mené par les pouvoirs publics, sept majors américaines (Disney, Fox, MGM, Paramount, Sony Pictures Entertainment, Universal et Warner Bros) ont décidé de se regrouper au sein du consortium **DCI (Digital Cinema Initiatives)** pour travailler à la rédaction d'un cahier des charges. Compte tenu du poids économique et stratégique de ces entreprises aucun fabricant de matériel ne pourra se permettre d'ignorer ce cahier des charges qui fera, de facto, office de norme. Le DCI ne s'est d'ailleurs pas intéressé à un standard de projection numérique, mais à quatre ! Les spécifications techniques se répartissent en effet en quatre catégories distinctes, par ordre de qualité décroissant allant de la salle à très grands écrans (au delà de 15 m) jusqu'à la projection dans des lieux publics en vidéo. On notera enfin que la norme de compression retenue pour l'image est le JPEG 2000 et non le MPEG 2 qui est encore utilisé actuellement pour des projections numériques D-Cinema, ainsi que pour les DVD (mais avec une compression plus grande donc d'une qualité bien moindre).

La norme AFNOR française et la CST

En France, un groupe de travail constitué à la **CST (Commission Supérieure Technique)** travaille à la rédaction d'un projet de norme

qui est en cours d'homologation au sein de l'**AFNOR (Association Française de Normalisation)**. Dans ses grandes lignes, la nouvelle norme française reprend les conclusions du DCI, à savoir une résolution minimum de 2048 pixels par ligne (c'est à dire une résolution 2K), un cadencement de 24, voire 48 images par seconde et une profondeur colorimétrique de 12 bits. Une fois la norme établie après consultation publique, d'ici la fin de l'année 2005, il appartiendra au CNC (Centre National de la Cinématographie) d'en définir ses modalités d'application au sein d'une décision réglementaire qui rentrerait en vigueur au plus tôt début 2006.

European Digital Cinema Forum (EDCF)

Constitué le 13 juin 2001, l'**EDCF (European Digital Cinema Forum)** présidé par la Directrice du Swedish Film Institute Ase Kleveland, rassemble une trentaine de membres européens représentatifs d'organismes (CST, Danish Film Institute, CNC, UK Department of Trade and Industry...) de sociétés ou d'associations professionnelles concernés par l'arrivée du cinéma numérique. Ce groupement se réunit à l'occasion des salons professionnels comme le NAB ou l'IBC et suit de très près notamment les recommandations du DCI. L'EDCF comprend trois modules qui s'intéressent aux aspects techniques, commerciaux et liés aux contenus.

Cryptage et sécurité

Pour les ayants droits des films, la protection contre la copie revêt une grande importance, l'industrie du cinéma ne voulant pas connaître les phénomènes de copies illégales MP3, subies par l'industrie du disque. Les fabricants de serveurs et de projecteurs en sont parfaitement conscients et intègrent des **clefs de cryptage** qui rendent la copie numérique quasi impossible et compliquent la prise de vue pirate au caméscope dans les salles. Il est ainsi possible de "tatoquer" les images projetées par des repères quasi invisibles à l'œil nu, mais qui s'enregistrent sur le caméscope et sur toutes les copies qui suivent. A partir d'un film tatoué piraté, il est donc possible de remonter à la source, et d'identifier le lieu, la date et même la séance de la prise de vue illégale. Notez qu'il sera difficile de mettre au point un système qui soit totalement sécurisé et qui laisse en même temps une totale souplesse d'utilisation à l'exploitant. Il n'existe pas encore d'accord entre les studios et les exploitants sur un système suffisamment sécurisé et laissant à l'exploitant les mêmes prérogatives qu'il a avec une copie 35mm.

VI | Dates clefs du cinéma numérique

Voici quelques dates clefs dans la production ou la distribution de films en cinéma numérique :

1990	"Dick Tracy" : premier film en son numérique
1992	"Batman Returns" : premier film en son numérique Dolby
1992	"Jurassic Park" : premier film en son numérique DTS
Juin 1999	"Star wars : episode 1" : quatre salles de cinéma aux Etats-Unis (2 JVC, 2 TI) ont exploité commercialement le film
Courant 1999	Distribution en numérique des dessins animés Disney "Toy Story 2", "Tarzan" et "Dinosaurs"
Février 2000	Première projection numérique à Paris au Gaumont Aquaboulevard avec "Toy Story 2" (Taille de l'écran : 15.4 x 8.3 m)
Courant 2001	"Vidocq" de Pitof : premier film de long métrage au monde tourné en HD (quelques semaines avant Star Wars : Episode II)
Festival de Cannes 2002	"Dancer in the Dark" : premier film tourné sans pellicule à obtenir une Palme d'Or
Février 2004	"The Last Samurai" est le 100e long métrage exploité en numérique
Mars 2004	"Collateral" de Michael Mann : premier long métrage tourné principalement avec la caméra Viper de Thomson
2004	"Deux Frères" de Jean-Jacques Annaud, tourné en HD Cam Cinealta
2004	"Les gens honnêtes vivent en France" de Bob Decout : premier long métrage tourné en HD Panasonic
Septembre 2004	Première démonstration du projecteur Sony 4K
Novembre 2004	"Saraband", dernier film d'Ingmar Bergman, tourné en HD pour la télévision et exploité uniquement en DLP Cinéma en salles

VII | Adresses internet

Quelques adresses de sites Internet sur le cinéma numérique :

Fabricants de projecteurs :

Barco	www.barco.com
Christie	www.christiedigital.com
Cinemeccanica	www.cinemeccanica.it
Digital Projection	www.digitalprojection.com
JVC	www.jvc-victor.co.jp
Nec	www.nec-pj.com/products/dlpcinema/
Sony	www.sony.com

Fabricants de serveurs

Avica	www.avicatech.com
Doremi	www.doremilabs.com
Kodak	www.kodak.com
Quvis	www.quvis.com
XDC	www.xdcinema.com

Compression numérique :

JPEG 2000	www.jpeg.org/jpeg2000/index.html
------------------	--

Son numérique :

Dolby	www.dolby.com
DTS	www.dtsonline.com

Normalisation :

AFNOR	Association Française de Normalisation www.afnor.fr/portail.asp
CST	Commission Supérieure Technique www.cst.fr
DCI	Digital Cinema Initiatives www.dcinovies.com
EDCF	European Digital Cinema Forum www.digitalcinema-europe.com

Sites d'information sur le numérique :

D Cinema today	Portail d'information sur le cinéma numérique (en anglais) www.dcinematoday.com
Digital Cinema	Portail d'information sur le cinéma numérique (en français) www.digital-cinema.org
Texas Instruments	Informations sur la technologie DLP Cinéma www.dlp.com
UK Film Council	Informations sur le Digital Screen Network www.ukfilmcouncil.org.uk

VIII | Lexique

Quelques abréviations souvent rencontrées dans les articles sur le cinéma numérique :

2K	Résolution de 2048 pixels par ligne
4K	Résolution de 4096 pixels par ligne
ANSI	American National Standards Institute
D-ILA	Digital Image Light Amplification, procédé développé par JVC.
DLP	Digital Light Processing
DMD	Digital Micromirror Device : Matrice constituée de microscopiques miroirs qui réfléchissent la lumière incidente
DVD	Digital Versatile (Video) Disk
HDTV	High Definition Television
IEEE	Institute for Electrical and Electronics Engineering
JPEG 2000	Standard de compression numérique des images
LCD	Liquid Crystal Display
MPEG	Motion Picture Expert Group
NTSC	National Television Standard Comitee
RVB	Rouge, Vert et Bleu, les trois couleurs fondamentales.
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SXRD	Silicon X-tal Reflective Display
WM 9	Système de compression Windows Media Player 9, autrement appelé VC1

IX | Remerciements

Europa Cinemas remercie les Membres de son Comité Directeur pour leur contribution dans la rédaction de ce guide :

Nico Simon, vice-président, Responsable du groupe de travail "cinéma numérique"

Ian Christie, vice-président

Henk Camping, secrétaire général

Jean-Marie Hermand, trésorier

Merci à **Serge Siritzky**, Directeur d'"Ecran Total" pour son soutien à la mise en place du guide et à **Alain Besse** de la C.S.T pour sa participation aux travaux du groupe de travail "cinéma numérique" d'Europa Cinemas.

Europa Cinemas
54 rue Beaubourg, F 7503 Paris
Tél. 33 1 42 71 53 70
Fax : 33 1 42 71 47 55
info@europa-cinemas.org
http://www.europa-cinemas.org

President : Claude Miller

General Director : Claude-Eric Poiroux

Digital Guide Editor : Fatima Djoumer
fatim@djoumer.de

Digital Guide Deputy Editor : Antoine Trotet
atrotet@europa-cinemas.org

Authors : Philippe Loranchet, Europa Cinemas,
Philippe Loranchet is the author of the book "Le cinema numérique: la technique derrière la magie", published by Éditions Dujarric.

Translation : Cinescript

Design : Ça tourne, ★ Bronx

Notes

DIGITAL CINEMA / MY TAKE:

AN AUDIENCE SHOULD BE ABLE TO SEE
A FILMMAKER'S VISION COME TO LIFE.

JOB #	123	123	123	123	123	123	123
APPROVED BY	GF						



DLP
CINEMA
A TEXAS INSTRUMENTS TECHNOLOGY

"An audience should be able to see a filmmaker's vision come to life as it was intended over an extended period of time. Thanks to digital cinema, we can ensure that happens. Whether a movie is shot digitally or on film, digital projection gives the truest, best representation of our work, not just in the first week of release. Both moviemakers and moviegoers deserve that fidelity." — George Lucas

For more information about DLP Cinema® technology, visit www.dlpcinema.com.

DLP Cinema, the DLP Cinema logo and the Digital Cinema logo are trademarks of Texas Instruments. The Texas Instruments logo is a registered trademark of the Texas Instruments Corporation. © 2005 TI.

DLP CINEMA®. THE POWER OF PICTURE.

 TEXAS INSTRUMENTS



EUROPEAN UNION



Europa Cinemas is the first international film theatre network for the promotion of European, Mediterranean and African films supported by MEDIA Plus, Euromed Audiovisual and European Development Fund (European Union – Brussels), Centre National de la Cinématographie (Paris), Eurimages (Council of Europe – Strasbourg), Ministère des Affaires Etrangères (Paris), Agence Intergouvernementale de la Francophonie (Paris).

CNC

EUROMED
AUDIOVISUEL



President: Claude Miller
General Director: Claude-Eric Poiroux
Head of International Relations: Fatima Djoumer
Europa Cinemas, 54 rue Beaubourg, 75003 Paris, France
Tél. +33 (0) 1 42 71 53 70 – Fax + 33 (0) 1 42 71 47 55
info@europa-cinemas.org

www.europa-cinemas.org