

Patrick Bramoullé

Reproduction d'originaux de grand format

International Cartographic Association
Commission Digital Technologies in Cartographic Heritage

Workshop
Digital approaches to cartographic heritage

Institut cartogràfic de Catalunya
Barcelone
26-27 juin 2008

Bibliothèque nationale de France
Département de la reproduction

Préambule

La carte de grand format (supérieur à 50x60cm) est un des documents les plus difficiles à reproduire en numérique. Il s'agit en effet de documents de grandes dimensions et dont le plus fin détail est significatif. Une résolution de 300dpi ou supérieure est donc nécessaire dans la plus part des cas.

A. Numérisation des documents grand format : revue des appareils existants

Il existe deux types de matériels : ceux dotés d'un capteur matriciel et ceux dotés d'un capteur linéaire. Un capteur matriciel permet d'enregistrer l'image de l'original en une seule fois, à la manière d'un film photographique. Un capteur linéaire nécessite de balayer l'image pour l'enregistrer ligne par ligne : les numériseurs de ce type sont donc des scanners.

1. Appareils à capteur matriciel

Ce type de numériseurs est particulièrement adapté à la photographie de sujets en mouvement, mais aussi à des conditions de prise de vue sujettes à des vibrations (plancher d'une salle de musée par exemple), aux photographies effectuées lors de déplacements, à l'usage de la lumière naturelle, etc... L'utilisation d'un éclairage au flash électronique est également possible, ainsi que d'un éclairage à incandescence. Il s'agit de matériels de photographie professionnelle, s'adaptant à divers appareils photographiques et permettant tout type de photographie : reportage, macro ou micro photographie, lumières spéciales (UV, IR, polarisée, ...) usages scientifiques, etc... C'est cette souplesse qui fait leur intérêt. Ils ont par contre l'inconvénient de délivrer des images constituées d'un moins grand nombre de pixels que certains matériels à capteur linéaire. La définition maximale de ces dos est aujourd'hui de 50 ou 56Mpx (millions de pixels). Cela permet de reproduire à 300dpi des documents jusqu'au format 50 x 80cm.

On verra cependant qu'ils peuvent donner satisfaction pour la reproduction de documents de grandes dimensions comme les cartes géographiques : nous proposons plus loin une solution pour reproduire à 300dpi des documents jusqu'au format 80 x 120cm avec un dos matriciel.

Le tableau ci-dessous liste un certain nombre de modèles disponibles sur le marché français et dotés de capteur de haute définition.

Marque	Modèle	Type	Définition <i>Taille des photosites</i>	Taille du document reproduit à 300dpi
Hasselblad	CF 39 CF 39MS	One shot Multishot	5412 x 7212px <i>6,8µm</i>	45 x 60cm
Hasselblad	H3DII-50	One shot	6132 x 8176px <i>6µm</i>	52 x 69cm <i>Ce dos n'est utilisable qu'avec Hasselblad H3DII</i>

Kodak	Leaf Aptus 75S	One shot	5040 x 6726px 7,2 μ	43 x 57cm
Kodak	Leaf Aptus-II 10	One Shot	6000 x 9288px	51 x 78cm
PhaseOne	P 45 +	One shot	5412 x 7216px 6,8 μ m	45 x 60cm
Sinar	eMotion 75 eVolution 75H	One shot Multishot	4992 x 6668px 7,2 μ m	42 x 56cm



HASSELBLAD



KODAK



PHASE ONE



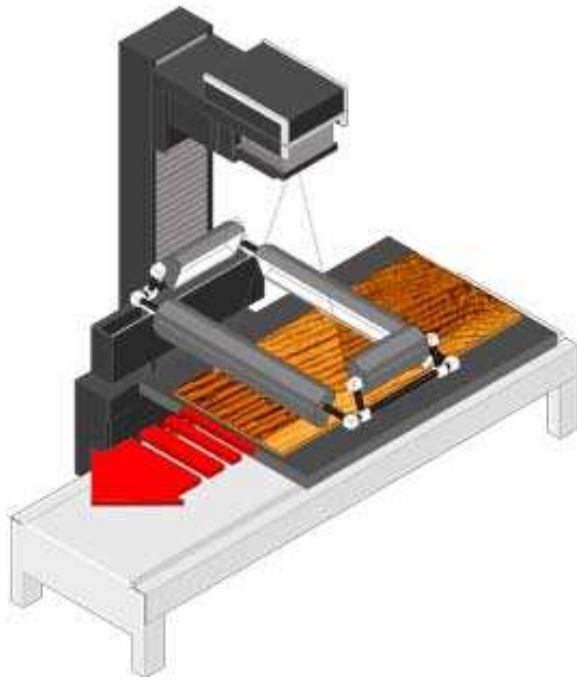
SINAR

2. Appareils à capteur linéaire

Ce type de numériseur, généralement appelé scanner, a l'avantage de pouvoir générer des fichiers très gros, et donc de permettre la numérisation de documents de grandes dimensions. Ce sont des matériels cependant moins souples d'usage que les matériels à capteur matriciel. Ils équipent des numériseurs qui intègrent tous les éléments nécessaires à la reproduction : porte document, éclairage, système optique, tête de numérisation et mécanique de balayage. Une précision mécanique irréprochable du système de balayage est par ailleurs nécessaire. Un logiciel dédié – ou pilote – permet de commander les fonctionnalités du système. Différents modèles disponibles sont destinés à différents usages, du numériseur de bureau pour documents de petits formats jusqu'aux systèmes les plus lourds et encombrants pour la numérisation des grands documents.

Le tableau ci-dessous liste un certain nombre de modèles disponibles sur le marché français et particulièrement destinés à la reproduction de grands documents.

Marque <i>Origine</i>	Modèle	Définition du capteur <i>Taille des photosites</i>	Taille du document reproduit à 300dpi <i>Taille maxi</i>
Cruse <i>Allemagne</i>	CS 285 ST	10.000px	84 x 127cm <i>84 x 223cm</i>
Zeutschel <i>Allemagne</i>	14000 A0	14.400px	87 x 124cm
I2S <i>France</i>	Digibook A0 14000	14.400px	87 x 125cm
Metis <i>Italie</i>	DRS 2A0 MAP	14.400px	121 x 168cm



CRUSE



i2S



METIS



ZEUSCHEL

B. Une solution alternative pour la numérisation des grands formats

Nous avons équipé un atelier de la BnF (Bibliothèque nationale de France) d'un ensemble de matériels permettant la numérisation de très grands documents. Les numériseurs dédiés aux grands documents (voir ci-dessus) ne permettent pas de reproduire les documents supérieurs au format 2xA0. Le dispositif décrit ici permet, lui, de reproduire à 300dpi des documents reliés ou en feuille jusqu'au format A0 mais aussi, à des résolutions inférieures, des documents jusqu'à 3 x 4m.

Ce système est construit à partir de plusieurs éléments :

- Un appareil photographique donnant accès à des décentrement très importants
- Une gamme d'objectifs adaptés
- Un dos matriciel multishot de haute définition
- Un porte document pour documents reliés et en feuille jusqu'au format A0
- Un panneau à dépression de 3 x 3m
- Un pied photographique de studio
- Un système de chariot sur rails
- Un système d'éclairage au flash électronique dont la lumière peut être polarisée

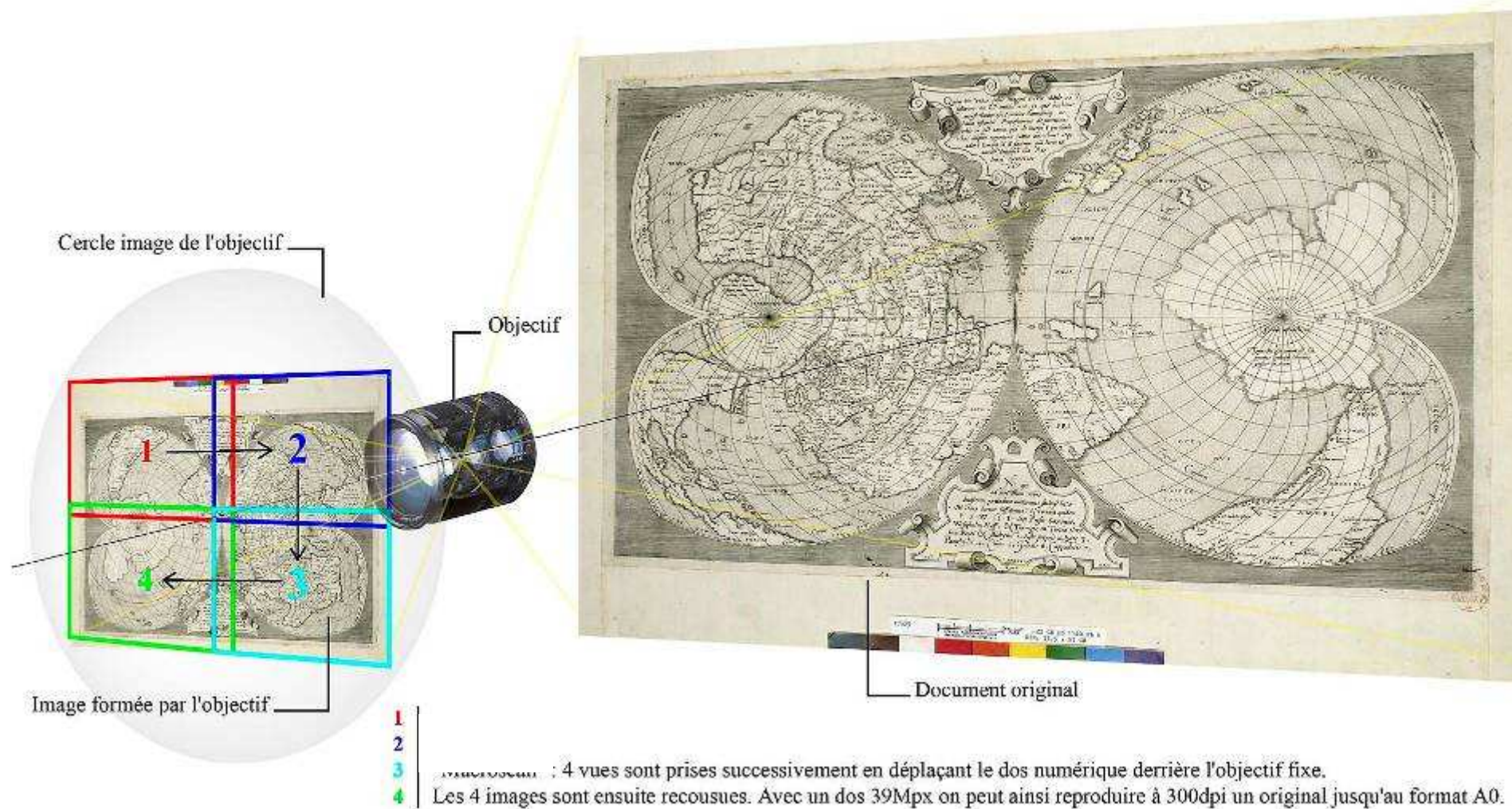
Chacun de ces éléments est décrit ci-dessous.

1. Un appareil photographique donnant accès à des décentrement très importants

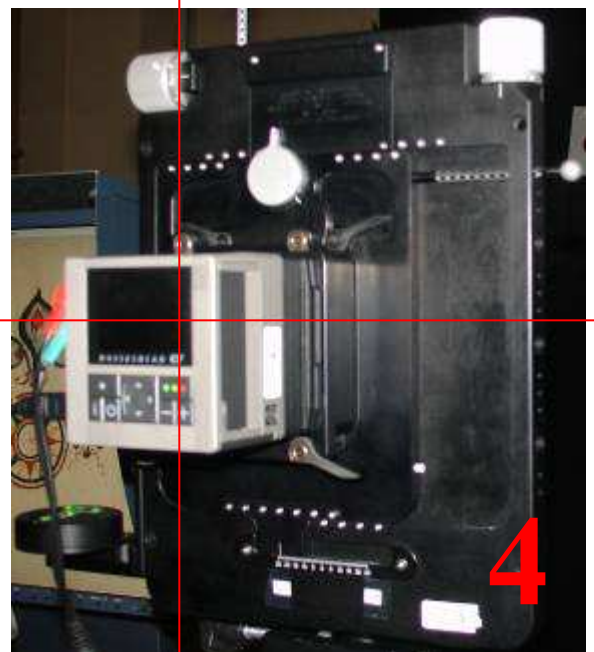
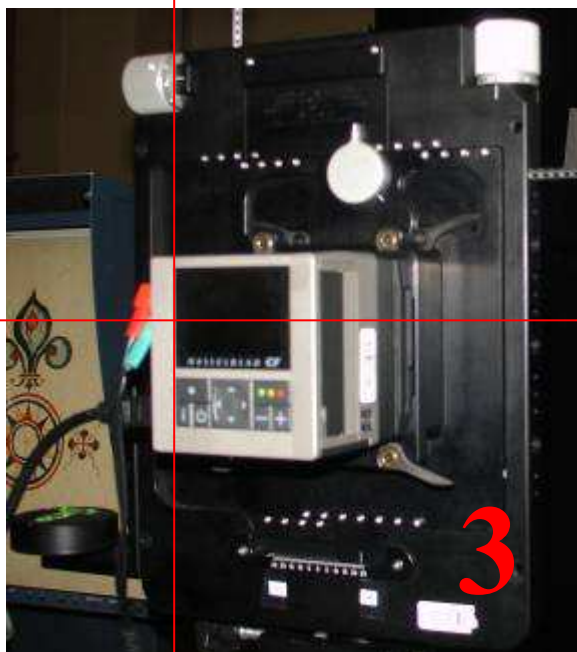
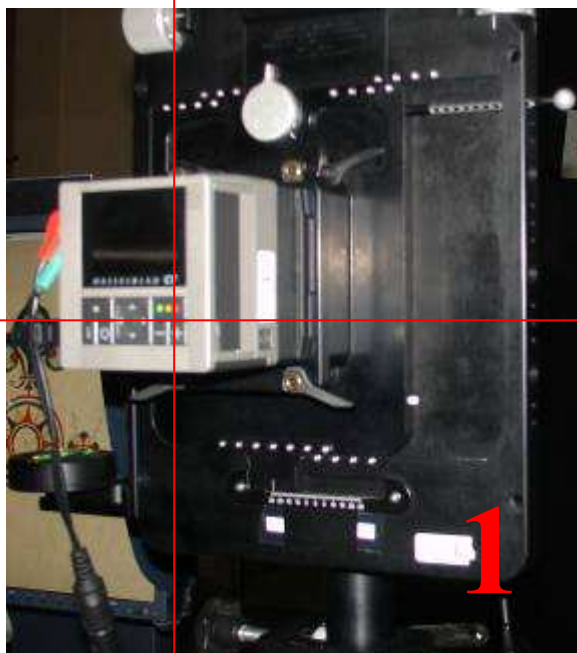
Le **Alpa 12 XY** est un appareil photographique permettant des décentrement horizontaux et verticaux de grande amplitude. Sa conception monobloc et sa mécanique très précise garantissent la qualité du résultat (*Matériel Alpa, Suisse*).



Schéma de principe de l'utilisation des décentrement :



Les 4 positions successives du dos derrière l'objectif fixe lors de la prise de vue d'une carte au format A0 :



2. Une gamme d'objectifs adaptés

Afin d'accéder aux résolutions et aux formats de document souhaités, l'acquisition de 2 focales et d'un jeu de 3 bagues allonges a été nécessaire :

Schneider ApoDigitar 6,8/210mm T

Schneider ApoDigitar 5,6/72mm L

3. Un dos matriciel multishot de haute définition

Dos numériques multishot utilisés :

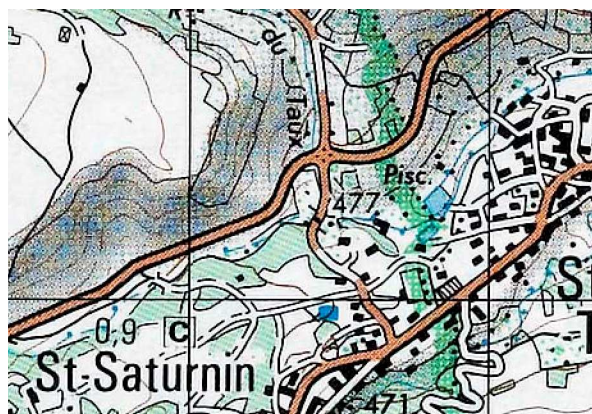
Hasselblad « CF 39 MS » (39Mpx)



Sinar « eVolution 75H » (33Ppx)

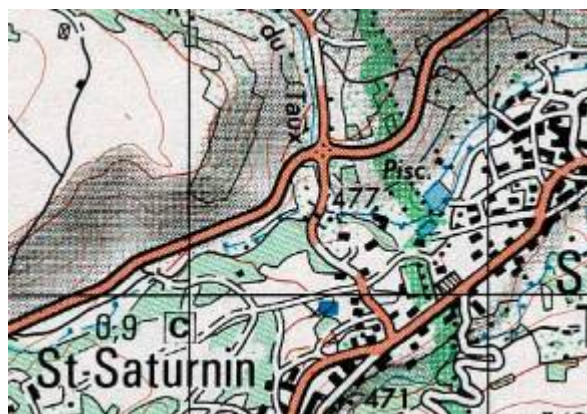


Pourquoi le choix du multishot ?



Carte à 300dpi (détail) : Prise de vue sur un dos « OneShot » : effets de moiré et perte des détails colorés.

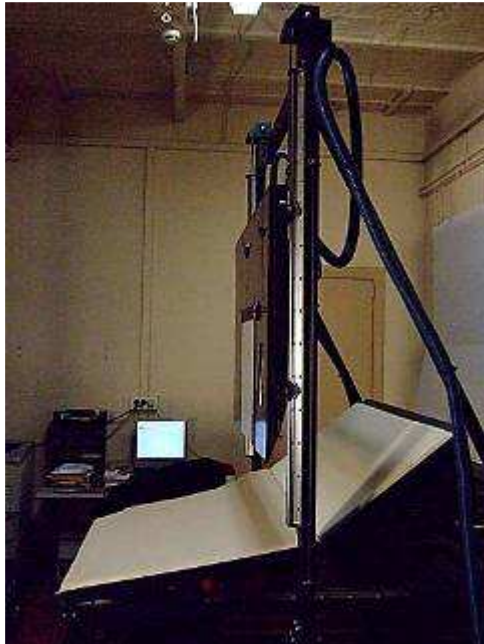
Carte IGN – Institut géographique national, France



Carte à 300dpi (détail) : Prise de vue sur un dos « MultiShot » : pas d'effets de moiré et bonne précision colorimétrique des détails colorés les plus fins (ici, les courbes de niveau)

4. Un porte document pour documents reliés et en feuille jusqu'au format A0

Porte document à plateau aspirant pour originaux en feuilles et reliés, jusqu'au format A0. Le panneau aspirant évite l'utilisation de vitre en verre ou autre dispositif de maintien.



Fabrication : société Charpiot, France



Mise en place d'un document relié.

5. Un panneau à dépression de 3 x 3m

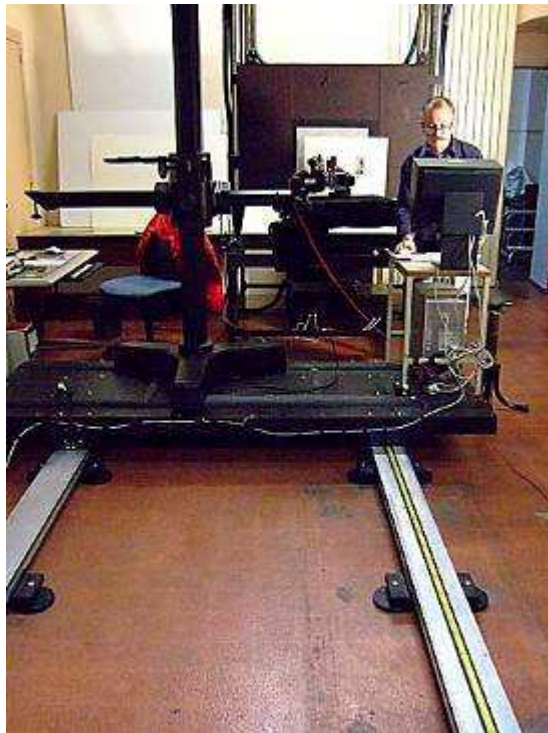


Face à ce porte document, un panneau aspirant vertical de 3m x 3m permet de photographier des documents en feuilles jusqu'au format 3 x 4m maximum, format des affiches publicitaires. (*Fabrication Charpiot, France*)

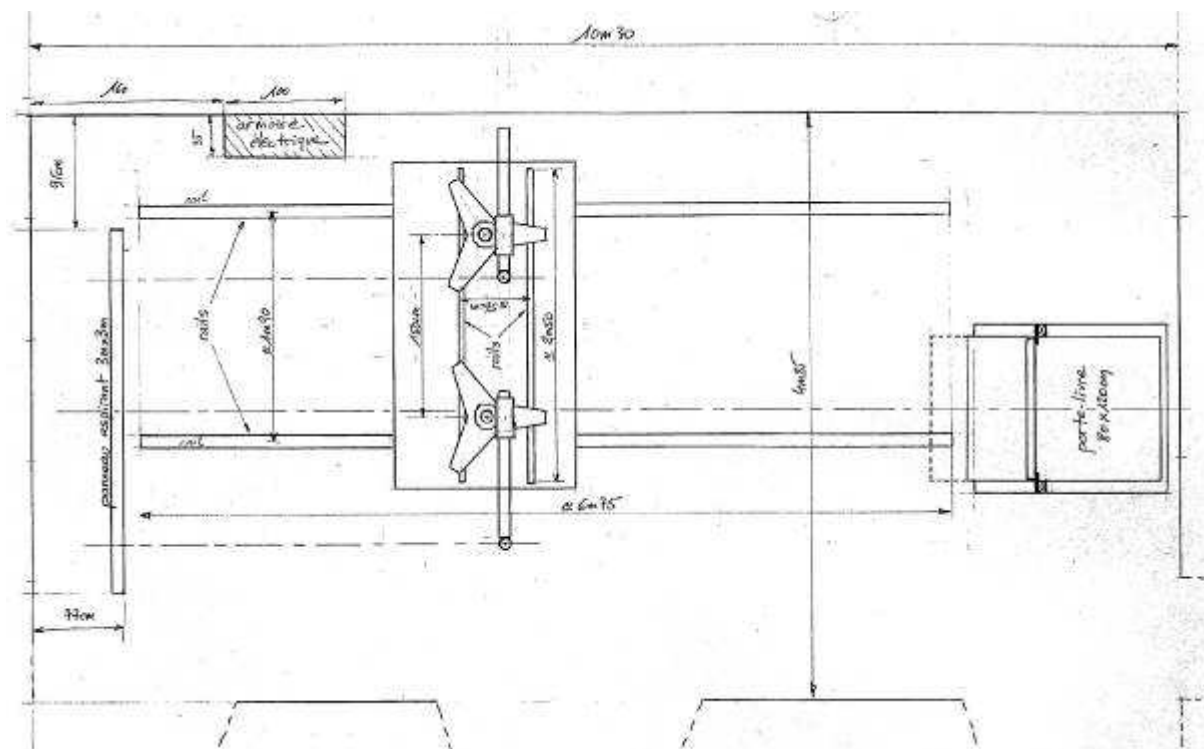
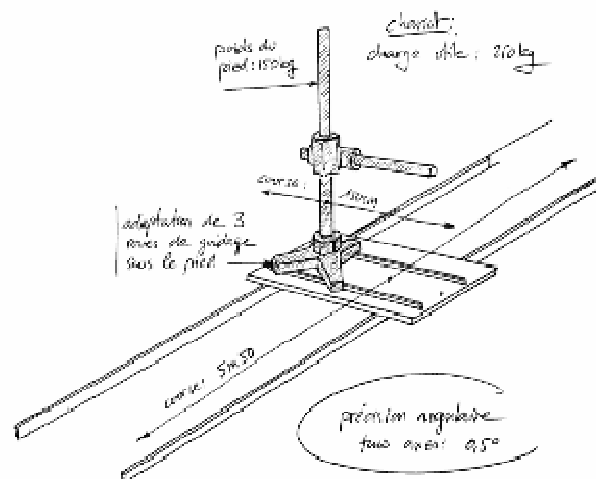
6. Un pied photographique de studio

Le pied utilisé est un pied colonne de studio, très stable et permettant une grande amplitude de mouvement. (*matériel Foba, Suisse*).

Un système de chariot sur rails



Fabrication Charpiot, France



7. Un système d'éclairage au flash électronique dont la lumière peut être polarisée

a. Flash électronique

Le système requiert un éclairage d'une grande stabilité. Le flash électronique a été choisi pour la qualité de sa lumière. Aucun échauffement du document dû à une émission de chaleur liée à l'éclairage. La part UV de l'émission du flash est filtrée par les cloches de protection disposées devant les tubes éclair. Seule l'énergie lumineuse nécessaire à l'exposition du capteur numérique est reçue par le document. (*matériel Broncolor, Suisse*)

b. Lumière polarisée

La polarisation de la lumière permet d'éliminer toute réflexion sur des parties brillantes du document et d'en améliorer le contraste. Cela est particulièrement utile dans le cas où le document a été conservé plié (cas des affiches publicitaires, p. ex.) et que la qualité des encres et/ou du support génère des brillances. Cela peut être aussi le cas de cartes sur parchemin, parfois gondolées.

Cette polarisation est obtenue en disposant devant les sources lumineuses des filtres polarisants linéaires en feuilles rigides (*distribution : Sarelec, France*) et devant l'objectif un filtre optique polarisant linéaire qui doit avoir une orientation croisée (90°) par rapport à ceux disposés sur les sources de lumière. Ce dispositif induit une perte importante de lumière, équivalente à 4 diaphragmes environ.

8. Les nouvelles potentialités d'un tel système avec la dernière génération de dos

Les derniers dos matriciels apparus sur le marché disposent de davantage de pixels. Le plus grand d'entre eux, le Kodak Leaf Aptus-II 10, est doté de 6000 x 9288px. Adapté au système décrit ci-dessus, il permettrait de reproduire à 300dpi des documents de taille supérieure à A0. Il faut également noter que son ratio Longueur / Largeur est plus grand : 1,55 au lieu de 1,33 pour les autres dos. Ce dos n'existe pas en version multishot (voir § B3).

Taille du document reproductible à 300dpi :

Dos Sinar 33 Mpx multishot (4992 x 6668px)	76 x 104cm
Dos Hasselblad 39Mpx multishot (5412x 7212px)	83 x 113cm
Dos Kodak Leaf Aptus-II 10 (6000 x 9288px)	93 x 149cm

Ces dimensions sont supérieures à celles que l'on peut reproduire à 300dpi avec les numériseurs à balayage, à l'exception notable du Metis double A0 (voir § A2)

Tableaux montrant les formats des docs originaux, les résolutions et les distances de prise de vue en fonction du capteur numérique et de l'objectif utilisés :

Dalsa 33 Mpx	Résolution capteur 3528 dpi	Dimensions capteur		Dimensions capteur en macroscan		diagonale 108 mm						
		4992 px 36 mm	6668 px 48 mm	8986 px 65 mm	12002 px 86 mm							
Focale	35 mm	47 mm	60 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	150 mm	180 mm	210 mm	300 mm	
		<i>Dimensions document</i>		<i>Dimensions document en macroscan</i>		<i>Réduction</i>						
<i>Résolution document</i>	<i>38 dpi</i>	<i>338 cm</i>	<i>452 cm</i>	<i>609 cm</i>	<i>813 cm</i>	<i>1/94,1</i>						
Distance de PDV	3,33 m	4,47 m	5,71 m	7,61 m	8,56 m	9,51 m	11,41 m	14,26 m	17,12 m	19,97 m	28,53 m	
<i>Résolution document</i>	<i>75 dpi</i>	<i>169 cm</i>	<i>226 cm</i>	<i>304 cm</i>	<i>406 cm</i>	<i>1/47,0</i>		<i><4A0</i>				
Distance de PDV	1,68 m	2,26 m	2,88 m	3,84 m	4,32 m	4,80 m	5,77 m	7,21 m	8,65 m	10,09 m	14,41 m	
<i>Résolution document</i>	<i>150 dpi</i>	<i>85 cm</i>	<i>113 cm</i>	<i>152 cm</i>	<i>203 cm</i>	<i>1/23,5</i>		<i><A0</i>				
Distance de PDV	0,86 m	1,15 m	1,47 m	1,96 m	2,21 m	2,45 m	2,94 m	3,68 m	4,41 m	5,15 m	7,36 m	
<i>Résolution document</i>	<i>300 dpi</i>	<i>42 cm</i>	<i>56 cm</i>	<i>76 cm</i>	<i>102 cm</i>	<i>1/11,8</i>		<i><A2</i>				
Distance de PDV	0,45 m	0,60 m	0,77 m	1,02 m	1,15 m	1,28 m	1,53 m	1,91 m	2,30 m	2,68 m	3,83 m	
<i>Résolution document</i>	<i>600 dpi</i>	<i>21 cm</i>	<i>28 cm</i>	<i>38 cm</i>	<i>51 cm</i>	<i>1/5,9</i>		<i><A4</i>				
Distance de PDV	0,24 m	0,32 m	0,41 m	0,55 m	0,62 m	0,69 m	0,83 m	1,03 m	1,24 m	1,44 m	2,06 m	
<i>Résolution document</i>	<i>1200 dpi</i>	<i>11 cm</i>	<i>14 cm</i>	<i>19 cm</i>	<i>25 cm</i>	<i>1/2,9</i>		<i><A6</i>				
Distance de PDV	0,14 m	0,19 m	0,24 m	0,32 m	0,35 m	0,39 m	0,47 m	0,59 m	0,71 m	0,83 m	1,18 m	

Kodak 39 Mpx	Résolution capteur 3740 dpi	Dimensions capteur		Dimensions capteur en macroscan		diagonale 108 mm							
		5412 px 36 mm	7216 px 48 mm	9742 px 65 mm	12989 px 86 mm								
Focale	35 mm	47 mm	55 mm	60 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	150 mm	180 mm	210 mm	300 mm	
		<i>Dimensions document</i>		<i>Dimensions document en macroscan</i>		<i>Réduction</i>							
<i>Résolution document</i>	<i>38 dpi</i>	<i>367 cm</i>	<i>489 cm</i>	<i>660 cm</i>	<i>880 cm</i>	<i>1/99,7</i>							
Distance de PDV	3,53 m	4,73 m	5,54 m	6,04 m	8,06 m	9,07 m	10,07 m	12,09 m	15,11 m	18,13 m	21,15 m	30,22 m	
<i>Résolution document</i>	<i>75 dpi</i>	<i>183 cm</i>	<i>244 cm</i>	<i>330 cm</i>	<i>440 cm</i>	<i>1/49,9</i>		>4A0					
Distance de PDV	1,78 m	2,39 m	2,80 m	3,05 m	4,07 m	4,58 m	5,09 m	6,10 m	7,63 m	9,16 m	10,68 m	15,26 m	
<i>Résolution document</i>	<i>150 dpi</i>	<i>92 cm</i>	<i>122 cm</i>	<i>165 cm</i>	<i>220 cm</i>	<i>1/24,9</i>		>A0					
Distance de PDV	0,91 m	1,22 m	1,43 m	1,56 m	2,07 m	2,33 m	2,59 m	3,11 m	3,89 m	4,67 m	5,45 m	7,78 m	
<i>Résolution document</i>	<i>300 dpi</i>	<i>46 cm</i>	<i>61 cm</i>	<i>82 cm</i>	<i>110 cm</i>	<i>1/12,5</i>		>A2					
Distance de PDV	0,47 m	0,63 m	0,74 m	0,81 m	1,08 m	1,21 m	1,35 m	1,62 m	2,02 m	2,42 m	2,83 m	4,04 m	
<i>Résolution document</i>	<i>600 dpi</i>	<i>23 cm</i>	<i>31 cm</i>	<i>41 cm</i>	<i>55 cm</i>	<i>1/6,2</i>		>A4					
Distance de PDV	0,25 m	0,34 m	0,40 m	0,43 m	0,58 m	0,65 m	0,72 m	0,87 m	1,09 m	1,30 m	1,52 m	2,17 m	
<i>Résolution document</i>	<i>1200 dpi</i>	<i>11 cm</i>	<i>15 cm</i>	<i>21 cm</i>	<i>27 cm</i>	<i>1/3,1</i>		>A6					
Distance de PDV	0,14 m	0,19 m	0,23 m	0,25 m	0,33 m	0,37 m	0,41 m	0,49 m	0,62 m	0,74 m	0,86 m	1,24 m	

Kodak 22 Mpx	Résolution capteur 2820 dpi	Dimensions capteur		Dimensions capteur en macroscan4			Dimensions capteur en macroscan 16shots		Dimensions capteur en 16shots		Dimensions capteur en macroscan2	
		4080 px	5440 px	7752 px	10336 px		15504 px	20672 px	8160 px	10880 px	5440 px	7752 px
Scneider Apo-Digital	5,6/35XL	5,6/47XL	4,0/60N	4,0/80L	4,5/90N	5,6/100N	5,6/120N	5,6/150N	5,6/180T	6,8/210T	5,6/210T	
Rodenstock Apo-Sironar Digital	4,5/35	4,5/45	4,5/55		5,6/90	5,6/105	5,6/135	5,6/150	5,6/180			
Hasselblad H	3,5/35	3,5/50		2,8/80		2,2/100	4/120M	3,2/150		4/210		4,5/300H C
Résolution document	38 dpi	Dimensions document		Dimensions document en macroscan4		Réduction	Dimensions document en macroscan4 + 16shots		Dimensions document en 16shots		Dimensions document en macroscan2	
		276 cm	368 cm	525 cm	700 cm	1/75,2	1050 cm	1400 cm	553 cm	737 cm	368 cm	525 cm
Distance de PDV	2,67 m	3,58 m	4,57 m	6,10 m	6,86 m	7,62 m	9,14 m	11,43 m	13,72 m	16,00 m		22,86 m
Résolution document	75 dpi	138 cm	184 cm	263 cm	350 cm	1/37,6	525 cm	700 cm	276 cm	368 cm	184 cm	263 cm
Distance de PDV	1,35 m	1,81 m	2,32 m	3,09 m	3,47 m	3,86 m	4,63 m	5,79 m	6,95 m	8,11 m		11,58 m
Résolution document	150 dpi	69 cm	92 cm	131 cm	175 cm	1/18,8	263 cm	350 cm	138 cm	184 cm	92 cm	131 cm
Distance de PDV	0,69 m	0,93 m	1,19 m	1,58 m	1,78 m	1,98 m	2,38 m	2,97 m	3,56 m	4,16 m		5,94 m
Résolution document	300 dpi	35 cm	46 cm	66 cm	88 cm	1/9,4	131 cm	175 cm	69 cm	92 cm	46 cm	66 cm
Distance de PDV	0,36 m	0,49 m	0,62 m	0,83 m	0,94 m	1,04 m	1,25 m	1,56 m	1,87 m	2,18 m		3,12 m
Résolution document	600 dpi	17 cm	23 cm	33 cm	44 cm	1/4,7	66 cm	88 cm	35 cm	46 cm	23 cm	33 cm
Distance de PDV	0,20 m	0,27 m	0,34 m	0,46 m	0,51 m	0,57 m	0,68 m	0,86 m	1,03 m	1,20 m		1,71 m
Résolution document	1200 dpi	9 cm	12 cm	16 cm	22 cm	1/2,4	33 cm	44 cm	17 cm	23 cm	12 cm	16 cm

Liens :

Bibliothèque nationale de France, banque d'images en ligne :

<http://images.bnf.fr>

Ce document a été rédigé pour une présentation faite à Barcelone les 26 et 27 juin 2008, à l'ICC (Institut cartographique de Catalunya), lors d'un workshop de la commission « Digital technologies in cartographic heritage » de l'ICA (International Cartographic Association).

Digital technologies in cartographic heritage :

<http://web.auth.gr/xeec/ICA-Heritage/>

Workshop Barcelone :

http://web.auth.gr/xeec/ICA-Heritage/Commission/3rd_Workshop/Barcelona.htm

Institut cartographique de Catalunya :

<http://www.icc.es/web/content/en/index.html>

Fabricants et distributeurs de matériels :

Appareils Alpa :

<http://www.alpa.ch/index.php>

Dos Hasselblad :

<http://www.hasselblad.com/?Country=Global>

Dos Sinar :

<http://www.sinar.ch/sinar/default.htm>

Dos Kodak :

http://graphics.kodak.com/US/en/Product/Digital_Photohraphy/default.htm

Dos Phase-One :

<http://www.phaseone.com/Content/p1digitalbacks.aspx>

Porte modèles et panneaux aspirants Charpiot :

<http://www.charpiot-reinhel.newfr.net/>

Pieds Foba :

<http://www.foba.ch/index.htm>

Éclairage flash électronique Broncolor :

http://www.bron.ch/br_home_en/

Filtres polarisant distribués par la société Sarelec :

<http://www.sarelec77.com/default.htm>