



# Photogrammétrie multi-images

Claude Daguillon (Rollei-Metric Services)

## QUALITÉ

Essentiellement pour des raisons culturelles la photogrammétrie multi-images par vues convergentes n'a pas encore reçu en France le développement et surtout l'acceptation des utilisateurs potentiels et aussi des autorités civiles et judiciaires.

La «Mémoire de l'Existant», qualité remarquable du système est reconnue comme un élément stable par exemple par les tribunaux d'outre Rhin.

Par exemple, matériels et logiciels ROLLEI et le respect de la normalisation ISO 9000 ne sont que maillons de la chaîne qualité à laquelle doit répondre tout le processus afin de garantir des résultats robustes et fiables grâce à une méthodologie de mise en œuvre définie et rigoureusement respectée.

Déjà des donneurs d'ordres demandent aux prestataires de services en photogrammétrie leur qualification ISO.

## MOYENS

Les appareils de prises de vues, caméras dites métriques, équipés de référentiel «réseau», les plus utilisés pour les applications afin de restitution sont majoritairement disponibles en petit et moyen format. Ils comportent de nombreux accessoires ainsi que des

(4ème partie)

## procédé argentique

objectifs calibrés interchangeables couvrant tous les besoins auxquels on peut avoir à faire face.

Il faut souligner que sur un même site, pour s'adapter aux servitudes du terrain et ou aux détails objet on peut tout à la fois changer de format et d'objectifs, sans pour autant se voir pénalisé tant soit peu au moment de la restitution.

Le petit format 24 x 36 qui utilise les films 135 permet d'obtenir une précision identique à celle obtenue avec le moyen format qui utilise les films 120, 220 voir 70 mm perforé.

C'est dans le format 135 que le choix d'émulsions est le plus grand, elles sont disponibles en noir et blanc et en couleurs.

Pour le moyen format, le film de 70 mm n'est pas disponible dans toutes les émulsions et n'est pas d'un emploi aisé car doit être conditionné en cartouche par l'utilisateur lui-même. Le film dit 220 est peu courant, le 120 est très répandu, il a une capacité de 12 images 6 x 6 cm et est disponible, tout comme le 135 en émulsions noir et blanc professionnelles parfaitement adapté à la photogrammétrie.

L'analyse - restitution peut aussi bien être effectuée en noir et blanc ou en couleurs. Les émulsions professionnelles techniques de haute performance sont essentiellement disponibles en noir et blanc.

Des films négatifs panchromatiques, au grain extrêmement fin, sur support mince, de l'ordre de 9/100 mm ont souvent une dorsale de gélatine teintée anti-halo qui parfait la planéité du film. Leur pouvoir résolvant élevé supérieur à 300 traits/mm. implique un traitement particulièrement précis et rigoureux que malheureusement la majorité des laboratoires de ville ne peuvent assurer.

Température, séquence, agitation, temps d'immersion du film dans les différents bains ne peuvent être atteints que dans des machines automatiques ; des machines de petites dimensions, travaillant notamment à bain perdu (moins de 600cc), sont aujourd'hui disponibles.

Afin d'augmenter la précision et la facilité d'exploitation des documents sur les digitaliseurs, il convient de procéder à l'agrandissement des négatifs.

Les agrandisseurs à lumière diffuse utilisés dans la plupart des laboratoires de ville ne peuvent assurer la résolution des détails qui intéressent la restitution aussi sont-ils à proscrire au bénéfice des systèmes agrandisseurs à condenseur optique double voir triple.

D'autre part le meilleur pouvoir résolvant d'un tirage papier n'excède rarement plus de 50 traits/mm et ce même sur un support mince, baryté brillant.

Il est recommandé pour conserver à l'agrandissement d'un négatif de haut pouvoir résolvant (# 300 traits/mm), de procéder à son agrandissement sur film transparent et non pas sur papier ; on obtiendra alors un document de résolution de l'ordre de 150 à 200 traits/mm, exploitable alors par transmission.

Pour l'analyse les agrandissements de l'objet sont disposés sur le plan d'une table à digitaliser capable de recevoir le maximum de clichés. Il est possible sur une surface restreinte d'effectuer l'implantation et le traitement d'un grand nombre de documents par démontage-montage successifs contrôlés par l'ordinateur, bien que cette solution soit sujette à perte de temps et d'attention de l'opérateur.

## PRÉCISION

Pour la mise en œuvre d'une unité opérationnelle de photogrammétrie multi-images par vues convergentes l'utilisateur a été capable de choisir au mieux les appareils de prises de vues, les logiciels, les ordinateurs de traitement et leurs périphériques. Néanmoins les critères de sélection du digitaliseur sont souvent mal compris ainsi comme résultante la même attention n'est pas donnée à cet équipement qu'au reste du système, bien que le résultat final en sortie de restitution dépend largement de la précision de ce qui est digitalisé.

La précision des tables à digitaliser est habituellement spécifiée indépendamment pour les directions horizontales (X) et verticales (Y). Il faut garder présent à l'esprit que les erreurs en X et en Y se combinent pour produire une erreur radiale résultante qui peut être supérieure aux erreurs spécifiques X ou Y ; de plus les erreurs s'appliquant le plus souvent aussi dans des directions de signe opposé, l'erreur résultante à prendre en compte est alors double.

### Les sources d'erreurs sont multiples :

#### Rotation du curseur

Le digitaliseur enregistre la position du «centre élec-

tronique» du curseur. Il appartient à l'opérateur de placer ce centre électronique directement sur le point à digitaliser. La référence du centre est marquée par un réticule, toutefois si le curseur et son réticule ne sont pas rigoureusement fabriqués, le réticule ne correspondant pas au centre électronique causera une erreur dépendant alors de l'angle sous lequel l'opérateur manipule le dit curseur pour effectuer les mesures en différents points de la surface de la table.

#### Réticule du curseur

Le réticule doit à la fois être visible mais aussi d'une finesse capable de relever des détails image de l'ordre de quelques centièmes de mm. Equipée d'une loupe le dit réticule doit être disposé le plus près possible de la surface document afin de minimiser les erreurs de parallaxe.

#### Résolution

La spécification de la résolution d'un digitaliseur définit le plus petit incrément de distance qui peut être affiché ou enregistré. Il ne faut pas confondre résolution et précision, néanmoins la résolution doit être plus fine que la précision réelle afin de ne pas la masquer et de pouvoir effectivement utiliser la pleine précision.

#### Reproductibilité

C'est la caractéristique du digitaliseur de fournir les mêmes valeurs pour les coordonnées d'un même point mesuré à des moments différents.

#### Stabilité

La stabilité est la reproductibilité à long terme du système. Le curseur maintenu en place les coordonnées lues doivent être identiques après plusieurs heures, plusieurs jours, le digitaliseur étant normalement éteint et allumé chaque jour.

#### Erreurs périodiques

Certains digitaliseurs présentent des erreurs périodiques soit sur l'axe des X soit sur l'axe des Y parfois sur les deux et surtout sur les bords. Ces erreurs sont issues de fabrication et le plus souvent provoquées par la disposition des capteurs électromagnétiques de lecture.

#### Orthogonalité

Des erreurs peuvent aussi être introduites par les conducteurs formant la grille de lecture X - Y non rigoureusement perpendiculaires.

### **L'erreur totale de digitalisation est la somme des erreurs relevées.**

Il est indispensable d'analyser scrupuleusement les performances du digitaliseur afin de pouvoir utiliser pleinement le potentiel et la précision de la photogrammétrie multi-images par analyse de relevés argentiques.

Redressement 2D et photogrammétrie multi-images 3D sont également traités soit par des procédés numériques utilisant prises de vues argentiques et numérisation des clichés par scanner des négatifs ou des agrandissements, soit par numérisation directe par appareils de prises de vues à saisie numérique.

La technique du numérique ne fait plus appel au digitaliseur mais aujourd'hui la précision de restitution est encore du domaine de l'argentique.

Nous traiterons de cette technologie en plein développement au cours d'un prochain article.