

Techniques de cartographie de la végétation et des milieux

I - Photographie aérienne

1. Historique :

La **photographie aérienne** est un domaine très vaste tant sur le plan de la variété des documents que des techniques employées. La première photographie aérienne date de 1858, elle est l'œuvre du photographe et aérostatier Félix Nadar qui a pris un cliché du Petit-Bicêtre (actuel Petit-Clamart), au sud de Paris, à proximité de Bièvres depuis un ballon captif.

En 1888, c'est la première photographie aérienne par cerf-volant (ou photo cervolisme) par Arthur Batut. Émile Wenz perfectionne le système trop tributaire des mouvements du cerf-volant. De nombreux systèmes apparaissent : déclenchement par fil, chariot pour monter la nacelle photo, etc. Mais la photographie aérienne a pris réellement son essor lors de la Première Guerre mondiale avec le développement combiné des ballons d'observation et de l'aéroplane, dopé par des besoins en renseignements militaires. En 1925, c'est le premier cliché photogrammétrique. La Seconde Guerre mondiale va déclencher un développement considérable de la photographie aérienne toujours sous l'impulsion des militaires.

En 1946 a lieu le premier cliché spatial avec une fusée V2 qui monte à une altitude de 130 kilomètres, ce sont les débuts de la photographie spatiale qui ne sera effective qu'avec les premiers satellites dédiés. Cette dernière ne concurrence pas totalement la photographie aérienne mais la complète sauf peut-être dans le domaine du renseignement militaire.

Le spécialiste qui étudie les sols a continuellement besoin de nouveaux instruments et de nouvelles techniques pour mieux comprendre et mieux évaluer l'état des terres, leur végétation et leurs cultures. Il n'est pas exagéré de dire que la photographie aérienne est l'instrument le plus important qui ait été adapté à cet usage au cours de ces dernières années.

Les photos aériennes servent depuis 1920 à dresser des cartes de la végétation, mais ce n'est qu'en 1940 qu'elles ont commencé à jouer un rôle de premier plan dans l'étude des forêts et les domaines connexes.

Le principal avantage que présente la photographie aérienne à qui veut étudier la végétation et les possibilités d'utilisation des sols réside dans le fait qu'elle enregistre de façon permanente des conditions que l'on peut étudier par la suite à loisir.

Quand on les observe dans **un stéréoscope**, ces vues donnent une image tridimensionnelle du terrain prise d'un point situé directement au-dessus de lui. Elles permettent d'identifier les essences et d'en mesurer l'image avec un degré d'exactitude surprenant. Elles permettent aussi de dresser des cartes avec rapidité et précision. Les massifs végétaux, les aires d'utilisation des sols et leur superficie peuvent être déterminés et évalués d'après les photos avec infiniment plus de précision et de rapidité que si ce travail était effectué à terre.

Quand on veut faire de la photographie aérienne il faut tout d'abord, comme pour n'importe quel autre travail, avoir soin de choisir un outil de première qualité, capable de s'acquitter convenablement de la besogne qu'on attend de lui. C'est ainsi seulement qu'on pourra être sûr d'avoir en mains un appareil susceptible de rendre le maximum de services.

Une vue aérienne, prise à la verticale n'est pas ce qu'un observateur ayant les pieds sur terre pourrait observer. Ainsi parler de « **paysage** » à partir d'images aériennes peut être considéré comme un abus de langage que nous nous permettrons pourtant dans cette approche descriptive des outils et méthodes d'analyse du paysage.

Exemple : La cartographie des changements d'occupation du sol à partir de photographies aériennes implique la succession des *opérations suivantes* :

- a. délimitation précise de la zone d'étude ;
- b. établissement d'une nomenclature adaptée à la demande, aux potentialités offertes par les photographies (fonction de l'échelle et de l'émulsion notamment) et à l'importance prévue des contrôles au sol ;
- c. définition des surfaces et largeurs minimales à cartographier en fonction de l'échelle de restitution ;
- d. interprétation proprement dite des photographies, en stéréoscopie classique ou à l'écran ;
- e. numérisation de l'information thématique.
- f. calcul des résultats : valeurs absolues et indices d'évolution.

2. Définitions

Déf.1 - La photographie aérienne est une image prise à la verticale à l'aide d'une caméra spécialisée, installée à bord d'un avion équipé pour de tels travaux.

Déf.2 - On appelle photographie aérienne toute prise de vue de type photographique, effectuée à partir d'avion, de ballon ou d'un autre support positionné au-dessus de la surface de la terre.

La photographie aérienne est une technique assez ancienne développée initialement par les militaires, puis par les géographes. Utilisée dans de nombreux domaines, elle est systématique pour la réalisation des cartes topographiques.

3. Spécifications des photographies aériennes

Il existe de **nombreuses méthodes de photographie aérienne**, mais celles qu'on utilise le plus couramment sont plus ou moins standardisées. Les photos ont généralement 23/25 cm² et sont prises avec l'appareil orienté verticalement d'un avion effectuant des parcours parallèles vers un point cardinal. Dans chaque parcours (ou bande) les photographies successives sont prises de façon que chacune des vues recouvre 60 pour cent de la superficie comprise dans le cliché précédent. Ce recouvrement assure la vision stéréoscopique et la triangulation photographique. Les bandes voisines se recouvrent généralement d'environ 30 pour cent sur les bords (recouvrement latéral).

Pour servir à la cartographie et à l'interprétation photographique exacte, les vues doivent être prises avec un minimum d'inclinaison (moins de 3 degrés) par une équipe expérimentée utilisant un appareil aérien de précision (**photographies verticales ou zénithales**). **Les photos obliques** peuvent rendre des services en tant qu'illustrations mais, comparées aux photos verticales, elles n'ont qu'une valeur relativement insignifiante quand il s'agit de travaux forestiers.

Les assemblages, plusieurs photos montées à côté les unes des autres sous une forme précise (contrôlée) ou approximative (non-contrôlée), remplacent utilement les cartes mais ne se prêtent pas à l'examen tridimensionnel.

Parmi les **nombreuses spécifications** s'appliquant aux photographies aériennes, outre celles qui sont assez rigoureusement standardisées, les plus importantes pour l'étude de la végétation et des possibilités d'utilisation des sols sont probablement:

1. la date de la prise de vue ;
2. l'échelle du cliché ;
3. la distance focale de l'appareil photographique ;
4. la saison dans laquelle a été pris le cliché ;
5. les conditions particulières de lumière au moment de la photographie ;
6. la combinaison pellicule-filtre utilisée.

4. Exploitation des photographies aériennes

L'exploitation des photographies implique deux opérations :

a- La photogrammétrie

Déf .1 - Technique qui permet de faire des mesures à partir de photos aériennes ou selon les méthodes les plus récentes telles que le radar et le '**laser profiling**' - à partir de données enregistrées automatiquement et pouvant être transformées en images.

La photographie et le traitement d'images exigent des techniques spéciales, ainsi que des appareils et logiciels adaptés.

Déf .2 - Technique qui a pour but de localiser et de restituer de façon précise les caractéristiques géométriques (forme, dimensions, orientations relatives) d'un objet à partir d'une ou plusieurs images.

Si le photogrammètre utilise des images aériennes à axe vertical pour faire de la cartographie, il utilise également des photographies terrestres à axe oblique en architecture, surveillance d'ouvrage d'art, levé d'objet remarquable.

Déf .3 - Technique permettant, à partir d'un couple stéréoscopique de photographies, d'étudier et de définir avec précision les formes, les dimensions et la position dans l'espace d'un phénomène quelconque".

b- Restitution photogramétrique

A l'aide de l'appareil de restitution, l'opérateur peut pointer les objets perçus en relief dans les images et enregistrer ainsi les coordonnées géographiques des objets qu'il vise. Dès cette étape, ces objets sont répartis par classes d'objets de même nature : habitations, réseau routier, rivières, bois, courbes de niveau.

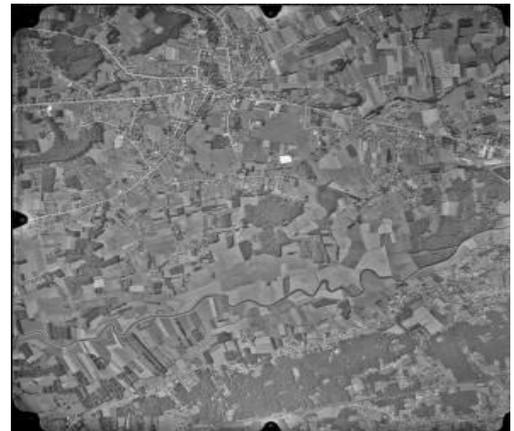
La restitution photogramétrique combine systématiquement deux images qui ont été photographiées depuis différents points. Chaque œil observe une autre image et, si les images sont bien orientées dans l'appareil, on obtient une vue en trois dimensions. Cela facilite l'identification et l'interprétation de certains objets (les bâtiments, par exemple).

Les objets ainsi saisis sont ensuite renseignés par le topographe sur le terrain avant d'être dessinés par le cartographe. (Vers une utilisation sous SIG)

5. Les prises de vues aériennes

Les photos aériennes destinées aux applications **photogramétriques** ont des caractéristiques spécifiques :

- Elles contiennent beaucoup d'informations (plus de 100 mégapixels),
- Elles sont très correctes sur le plan métrique et leur géométrie est matérialisée dans la marge extérieure par des repères et des informations supplémentaires.



La manière dont les photos sont prises est aussi particulière : **les photos consécutives** se recouvrent à 60% dans le sens du vol et **les différentes bandes des photos** se recouvrent également.

a- Voir en trois dimensions

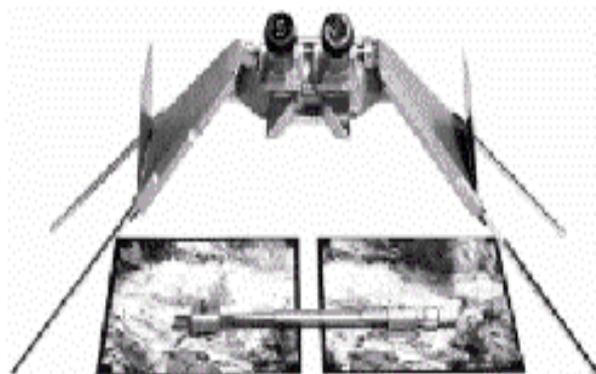
Les prises de vues aériennes sont toujours effectuées de façon à ce que deux photographies aient un même **recouvrement** longitudinal et latéral. Ces recouvrements permettent d'observer le territoire en trois dimensions, à l'aide d'un appareil spécialisé.

Le phénomène optique qui permet de voir en trois dimensions s'appelle la **stéréoscopie**

La stéréoscopie

Vision du relief grâce à l'utilisation d'un instrument d'optique appelé stéréoscope dans lequel deux images planes superposées par la vision binoculaire, donnent l'impression d'une seule image en relief.

Reproduit le processus naturel de la vision en trois dimensions de nos yeux. La prise de deux images dans des angles différents, par un avion, permet de reproduire la vision de nos deux yeux. C'est la distance entre les deux images et la hauteur de l'avion qui permettent d'accentuer l'effet de trois dimensions.



Stéréoscope à miroir

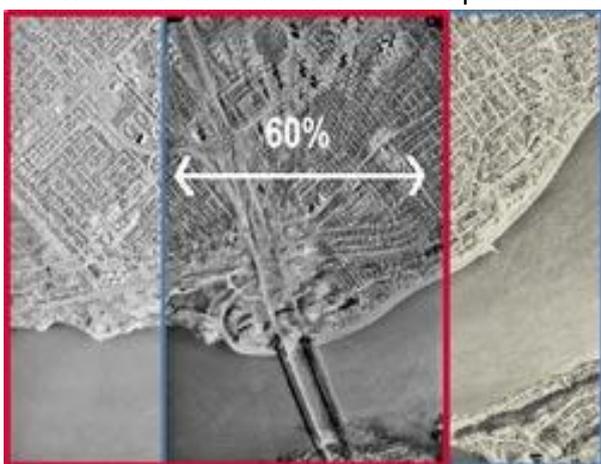
b - La photo-interprétation

Le terme « photo-interprétation », qui présente l'avantage d'être identique en français, en anglais, et de s'être imposé en espagnol (à l'orthographe près), désigne l'interprétation des photographies aériennes et des images spatiales. Mais la photo-interprétation naquit en fait dans la seconde moitié du XIX^e siècle, en même temps que la photographie.

Les **photointerprètes** utilisent des stéréoscopes pour regarder les photos en 3 dimensions. Ces lunettes spécialisées font en sorte que l'œil droit regarde la photo de droite et l'œil gauche regarde la photo de gauche, puis notre cerveau reconstitue l'image en 3 dimensions.

Afin d'obtenir une vision en trois dimensions du territoire couvert, une partie du sol représentée sur une photographie doit également être présente sur la suivante. C'est ce qu'on appelle le recouvrement. Lorsque l'avion se déplace, la zone photographiée qui est commune sur les deux photographies aériennes fournit une vue du territoire prise sous deux angles différents. En regardant cette partie à l'aide d'un stéréoscope, il est possible d'obtenir un aperçu du relief puisqu'il apparaît en trois dimensions.

- Recouvrement longitudinal de 60 % pour la vue stéréoscopique;
- Recouvrement latéral de 30 % pour assurer une couverture complète du territoire



Le recouvrement est dit longitudinal lorsqu'il est réalisé sur la ligne de vol de l'avion.



Le recouvrement est dit latéral lorsqu'il est réalisé le long de deux lignes de vol côte à côte.

* La stéréoscopie reproduit le processus naturel de la vision en trois dimensions de nos yeux. La prise de deux images dans des angles différents, par un avion, permet de reproduire la vision de nos deux yeux. C'est la distance entre les deux images et la hauteur de l'avion qui permettent d'accentuer l'effet de trois dimensions.