Photographie Géologie (Photographie aérienne)

I. Histoire de la photographie aérienne :

1858 : La première photo aérienne de l'histoire est Française, réalisée par **Gaspar TOURNACHON dit Nadar** depuis une montgolfière à une hauteur de 80 mètres, elle représente le petit Kremlin (actuel petit Clamart) en banlieue parisienne.

1888 : Après la Montgolfière, le Cerf Volant. **Arthur BATUT** réalise dans le Tarn la première photo aérienne faite depuis un cerf volant. Une chambre noire contenant une plaque de verre (le film n'existe pas encore) est hissée le long du fil d'attache du cerf volant et une mèche d'amadou en combustion lente déclenche la prise de vue. Il réalisera quelques années plus tard toujours depuis un cerf volant la première photo aérienne stéréoscopique.

1903 : Le premier drone de l'histoire est... . Un pigeon ! **Julius NEUBRONNER**, apothicaire allemand passionné de colombophilie et de photographie à l'idée d'inventer un appareil photo miniature à déclenchement automatique pour le fixer sous le ventre de ses pigeons voyageurs. La technologie est particulièrement ingénieuse, elle intéresse un temps les militaires mais n'aura qu'un succès d'estime.

1909 : Wilbur WRIGHT premier américain à avoir fait voler un avion aux états unis en 1903 réalise au dessus du village de Centocelli en Italie, la première photo aérienne prise depuis un avion.

1914 : Les premières unités de photographie aérienne militaires de l'histoire sont crées à **Toul, Verdun et Paris**, chacune ne compte que 3 personnes : un officier, un dessinateur, un photographe et deux appareil photo. La photo aérienne est alors essentiellement dédiée aux unités de ballons captifs, mais l'idée d'utiliser des avions s'impose très vite. Le **Général JOFFRE**crée en quelques mois 8 unités de photographie aérienne. En Décembre 1914 la photographie aérienne est devenue un élément essentiel de la stratégie, les photos permettent de voir les mouvements de troupe ennemis et sont bienvenues pour actualiser des cartes d'état major parfois vielles de plus de 50 ans...

1918 : Kodak crée la première école de photographie aérienne en Virginie aux Etats-Unis.

1920 : De l'appareil à l'avion, **Sherman Mills FAIRCHILD** concepteur d'appareils photos, inventeur en 1916 du premier appareil avec flash ne trouve pas parmi les avions de l'époque un modèle idéal pour faire de la prise de vue aérienne... Il dessine donc lui-même un avion dédié, le FC-1 et crée la Fairchild Aircraft Compagny. La compagnie fabriquera jusqu'en 1984 plus de 40.000 avions de tous types.

1939 : La seconde guerre mondiale remet au premier plan pour les militaires l'importance de la photographie aérienne, **Kodak**et **Graflex** fabriquent plus de 25.000 appareils de prises de vues, les techniques deviennent toujours plus performantes, on crée même des laboratoire portatifs pour développer les photos dans l'avion pendant le vol de retour et en transmettre les interprétation à l'état major par radio avant même l'atterrissage de l'avion.

1946 : Création en France de l'**IGN** et du centre de documentation de photographie aérienne, l'Institut Géographique National rachète des bombardiers B17 américains pour les modifier en avions de photographie aérienne. Les B17 de l'IGN survoleront la France et tous ses territoires pendant plus de 30 ans réalisant des millions de photos pour établir les cartes routières que nous connaissons tous.

1951 : Un appareil photo gigantesque est opérationnel, un seul exemplaire construit, un poids de 3 tonnes, un négatif qui mesure 90 cm sur 45 cm : la **caméra BOSTON** reste le plus gros appareil de photographie aérienne jamais construit. Un outil parfait pour l'espionnage : sans franchir la frontière il photographie jusqu'à 80 km vers l'intérieur du pays et même depuis un avion volant à 15.000 mètres chaque photo permet de détecter un objet de la taille d'une balle de golf...

1966 : Guerre Froide oblige, les USA mettent en service l'avion le plus ultime jamais construit pour aller faire des photos de l'autre coté du rideau de fer : le **SR71**. Ni armement ni de système furtif, le Blackbird a un plafond de 26.000 mètres et une vitesse de Mach 3,5 : aucun avion ennemi ne peut l'atteindre ni même le suivre. Pendant 25 ans le SR71 a photographié à plusieurs reprises tous les sites secrets de l'union soviétique, plus de 2.500 missiles ont été tirés contre lui mais à chaque fois sans succès, car les plus rapides n'atteignaient «que» 2.200 km/h.

1972 : L'équipage d'**Apollo 17** réalise en quittant l'orbite terrestre pour la lune, une nouvelle photo cadrant l'ensemble de la terre, les conditions d'éclairage du moment en font une image parfaite, c'est la photo de la planète bleue qui figure encore 40 ans plus tard dans tous les livres de géographie du monde. Cette photo aérienne et toutes celles ramenées par les équipages d'Appollo ont fait découvrir à des millions de gens la beauté de notre planète et contribué à une réelle prise de conscience sur sa fragilité.

1978 : La France en collaboration avec la Belgique lance le **programme SPOT** (Satellite Pour l'Observation de la Terre). Le premier, SPOT-1 sera lancé en 1986 depuis une fusée Ariane 1. En orbite à 832 km de la terre il en effectue le tour toutes les 101 minutes et réalise tous les 26 jours une couverture photographique de la totalité de la terre. Plusieurs générations lui succèdent, SPOT 6 dont le lancement est prévu en 2014 aura une définition de 1,5 mètre sol pour un pixel et une capacité de photographie de 3 millions de km² par jour.

1999 : Le photographe **Yann Arthus Bertrand** publie « **La Terre Vue du Ciel** » un ouvrage regroupant une collection unique de photographies aériennes. Publié en 24 langues il est avec plus de 3,5 millions d'exemplaires vendus un des plus grands succès de l'édition. Il contribue également à sensibiliser le grand public et les décideurs politiques à l'urgence d'une réflexion sur la préservation des équilibres naturels sur notre planète.

2000 : Les drones apparaissent, ils offrent une nouvelle catégorie de vecteurs utilisables en photographie aérienne. De performances très différentes entre les usages civils et militaires ils apportent pour certains d'indéniables plus values. Leur développement est rapide mais se heurte à des limites techniques ou réglementaires. En 2012 le pentagone déçu par les résultats abandonne son programme phare de drone global Hawk et décide de prolonger la vie opérationnelle des avions U2 jusqu'en 2023, les vecteurs classiques ont encore de nombreuses photographies aériennes à réaliser... et ça tombe bien, la plupart des photographes aériens n'imaginent pas faire des photos aériennes autrement qu'en montant dans un avion ou un hélicoptère.

II. La photographie Aérienne :

a. définition :

En termes génériques, une photographie aérienne est une photographie prise des airs. Normalement, les photos aériennes sont prises suivant la verticale, à bord d'un aéronef, à l'aide d'un appareil de prise de vues hautement précis. Il y a plusieurs aspects que l'on peut considérer pour déterminer ce qui fait qu'une photo d'une région est différente d'une autre de la même région : le type de pellicule, l'échelle, et le recouvrement. Les autres concepts importants qui sont utilisés en

photographie aérienne sont la couverture stéréoscopique, les repères de fond de chambre, la distance focale, les numéros de clichés et de rouleaux ainsi que les lignes de vol et les cartes-index. La documentation suivante vous aidera à comprendre les principes de base de la photographie aérienne. On y explique certains concepts techniques de base.

La photographie aérienne permet d'enregistrer les entités anthropiques et naturelles en constante évolution qui se trouvent à la surface de la Terre.
Elle montre les entités comme :

- les montagnes
- les canyons et les basses plaines
- les cours d'eau, de la source à l'embouchure

Elle révèle les ressources terrestres, comme :

- les lacs
- les forêts

Elles captent :

- les zones résidentielles et commerciales
- les réseaux routier et ferroviaire

Elles ont de nombreuses applications pratiques telles que :

- la production de cartes
- la planification urbaine et rurale
- l'étude des impacts sur l'environnement
- les actions civiles
- l'évaluation des biens immobiliers
- et même la décoration murale

b. Concepts de base de la photographie aérienne :

1. **Pellicule :** la plupart des photographies aériennes sont captées à l'aide de pellicules noir et blanc; toutefois, pour les projets spéciaux, on utilise quelquefois des pellicules couleur, infrarouge et infrarouge couleur.

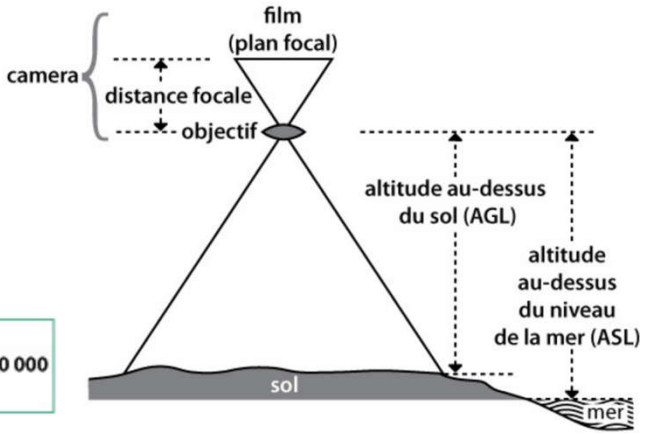
2. **Distance focale :** la distance qui sépare le milieu de la lentille de l'appareil de prise de vues et le plan focal (c.-à-d., la pellicule). À mesure que la distance focale augmente, la déformation de l'image diminue. On peut mesurer de façon précise la distance focale lorsque l'appareil de prise de vues est étalonné.

3. **Échelle :** le rapport entre la distance entre deux points sur une photo et la distance réelle entre ces mêmes deux points au sol (c.-à-d. 1 unité sur la photo équivaut à « x » unités au sol). Si un tronçon de 1 km d'une autoroute couvre 4 cm sur une photo aérienne, on calcule l'échelle comme suit :

$$\frac{\text{Distance sur la photo}}{\text{Distance au sol}} = \frac{4\text{ cm}}{1\text{ km}} = \frac{4\text{ cm}}{100\,000\text{ cm}} = \frac{1}{25\,000}$$ ÉCHELLE: 1/25 000

Une autre méthode utilisée pour calculer l'échelle d'une photo est de trouver le rapport entre la distance focale de l'appareil de prise de vues et la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol au moment où on prend la photo.

Si la distance focale de l'appareil de prise de vues est de 152 mm, et la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol (AGL) est de 7 600 m, on obtiendrait, à l'aide de la même formule, une échelle de :



$$\frac{\text{Distance focale}}{\text{Hauteur (AGL)}} = \frac{152\text{ mm}}{7\,600\text{ m}} = \frac{152\text{ mm}}{7\,600\,000\text{ mm}} = \frac{1}{50\,000}$$ ÉCHELLE: 1/50 000

Les échelles peuvent être exprimées de trois manières différentes :

- Unités équivalentes
- Fraction représentative
- Rapport

Le fait qu'un millimètre sur une photographie représente 25 mètres au sol peut être exprimé comme suit :

- Unités équivalentes : 1 mm = 25 m
- Fraction représentative ou rapport : 1/25 000
- Rapport : 1:25 000

Deux expressions sont couramment utilisées pour qualifier les échelles :

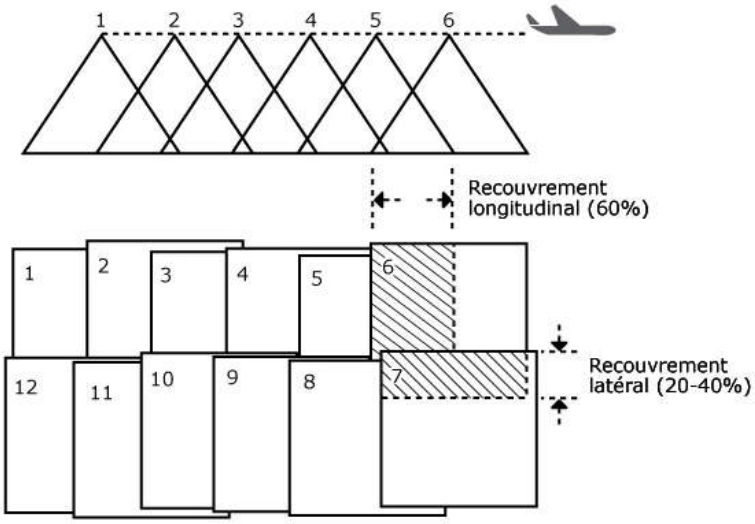
À grande échelle - Une photo à grande échelle (p. ex. 1/25 000) couvre une superficie plus petite avec plus de détails. Dire d'une photo qu'elle est à grande échelle signifie simplement que les entités au sol y sont représentées plus grandes et plus détaillées. La superficie représentée sur la photo est moindre qu'à des échelles plus petites.

À petite échelle - Une photo à petite échelle (p. ex. 1/50 000) qui couvre une superficie plus grande mais avec moins de détails. Dire d'une photo qu'elle est à petite échelle signifie simplement que les entités au sol y sont représentées plus petites et moins détaillées. La superficie représentée sur la photo est beaucoup plus grande qu'à des échelles plus grandes.

La Photothèque nationale de l'air dispose de photographies à des échelles très diverses, depuis l'échelle de 1/3 000 (la plus grande échelle) pour des régions choisies, jusqu'à 1/50 000 (la plus petite échelle).

4. **Repères de fond de chambre :** petites marques de repérage exposées sur les bords d'une photographie. Les distances entre les repères sont mesurées de façon précise lorsqu'un appareil de prise de vues est étalonné, et les cartographes utilisent cette information lorsqu'ils réalisent une carte topographique.

5. **Recouvrement :** proportion de la superficie couverte par une photographie qui se retrouve sur une deuxième photographie; on l'exprime généralement en pourcentage. On conçoit la trajectoire de vol de façon à assurer un recouvrement longitudinal d'environ 60 % (photos dans l'axe de la ligne de vol) et un recouvrement latéral entre 20 à 40 % (photos de lignes de vol parallèles).

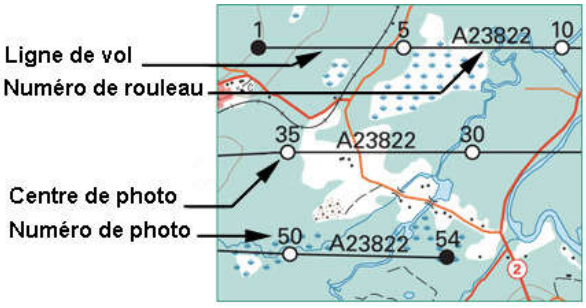


6. **Couverture stéréoscopique :** la vue tridimensionnelle qu'on obtient lorsqu'on visualise deux photos chevauchantes (appelée couple stéréoscopique) à l'aide d'un stéréoscope. Chaque photo du couple stéréoscopique offre une vue légèrement différente de la même région, que le cerveau combine et interprète comme une image en 3-D.

7. **Numéros de clichés et de rouleaux :** on assigne un numéro d'index propre à chaque photographie aérienne, d'après le numéro du rouleau et du cliché. Par exemple, la photo A23822-35 est annotée la 35e du rouleau A23822. Ce numéro d'identification permet de retrouver la photographie dans les archives de la PNA, en plus des renseignements comme la date à laquelle elle a été prise, l'altitude de l'aéronef (au-dessus du niveau de la mer), la distance focale de l'appareil de prise de vues et les conditions météorologiques.

8. **Lignes de vol et cartes-index :** à la fin d'une session de photos, le responsable du levé aérien trace l'emplacement du centre de la première, de la dernière et de chaque cinquième photo, en plus des numéros de clichés et de rouleaux, sur une carte du Système national de référence cartographique (SNRC). Les centres des photos sont représentés par de petits cercles, et on trace des lignes droites pour relier les photos d'une même ligne de vol.

Cette représentation graphique est appelée carte-index des photographies aériennes et elle permet d'établir le lien entre une photographie et son emplacement géographique. Les photos à petite échelle sont indexées sur des feuilles de carte du SNRC à une échelle de 1/250 000, et les photos à plus grande échelle sur des cartes du SNRC à une échelle de 1/50 000.



III. L'interprétation des photographies Aériennes :

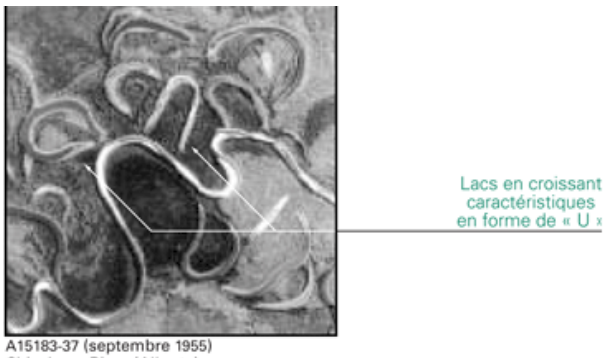
Contrairement à une carte, les entités qui figurent sur une photographie aérienne ne sont pas généralisées ni exprimées sous forme de symboles. Les photographies aériennes enregistrent toutes les entités visibles à la surface de la Terre telles que vues d'en haut. Bien que les entités soient visibles, elles ne sont pas toujours faciles à identifier. On appelle photo-interprétation le processus d'étude et de collecte des renseignements requis pour identifier les diverses entités anthropiques et naturelles. Lorsque correctement interprétées, les photographiques aériennes constituent une excellente source de données spatiales pour l'étude de l'environnement de la Terre.

Les facteurs à évaluer pour identifier une entité

1- Forme :

La forme d'un objet sur une photographie aérienne aide à identifier l'objet en question. Des formes régulières et uniformes indiquent souvent une contribution de l'homme.

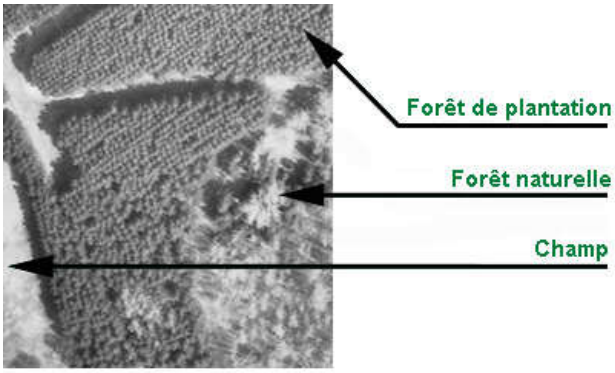
Cette image montre le méandre de la rivière Chinchaga, Alberta (Septembre 1955) entouré par de nombreux bras morts en forme de U.



A15183-37 (septembre 1955)
Chinchaga River (Alberta)

2- Motif :

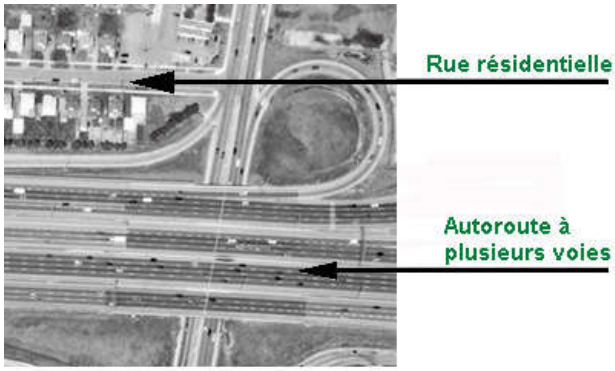
Comme la forme, la disposition des objets dans l'espace (p. ex., cultures en rang par opposition à un pré) est également utile pour identifier les objets et l'usage qu'on en fait. Cette image montre trois sortes de types de végétation. En haut de l'image, une plantation de forêts peut être identifiée par le motif de ligne droite ce qui ressemble à un tapis de laine gris foncé. Sur le côté droit de l'image, une forêt naturelle peut être identifiée par son motif structuré blanc. Enfin, sur le côté gauche de l'image, un modèle plus uniforme de couleur plus claire représente un champ de culture.



3- Taille

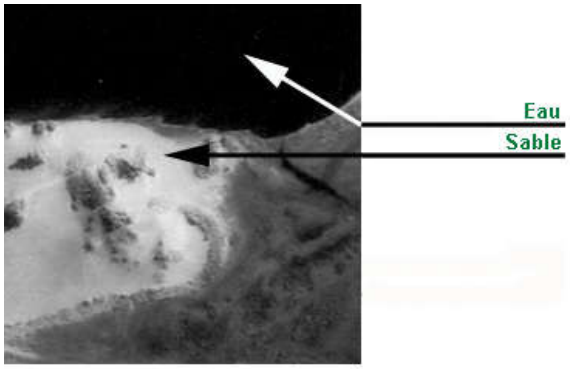
La mesure de la superficie de l'objet (p. ex. : routes à une voie ou à plusieurs voies).

Cette photo montre, en haut à gauche, une rue résidentielle comparée à une autoroute à plusieurs voies beaucoup plus large montrée dans le bas de l'image.



4- Tonalité/couleur :

Les caractéristiques colorimétriques d'un objet, par rapport aux autres objets de la photo. Le sable est clair, tandis que l'eau a généralement une couleur plus foncée. On peut déterminer l'espèce des arbres par la couleur de leurs feuilles à certains moments de l'année.



5- Ombre :

L'ombre fournit des renseignements sur la hauteur, la forme et l'orientation de l'objet qui la porte (p. ex. : espèces d'arbres).

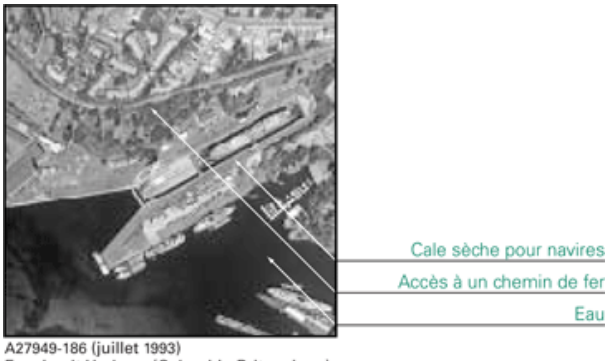
6- Texture :

Les caractéristiques physiques d'un objet changeront la façon dont l'objet apparaît sur une photo (p. ex. : de l'eau calme a une texture lisse, un couvert forestier a une texture rugueuse).

A22288-4 (juillet 1971)
Lake Louise (Alberta)

7- Association/Site :

Le fait d'associer la présence d'un objet avec un autre peut aider à identifier un objet (p. ex. : les bâtiments industriels ont souvent accès à des voies d'évitement; les centrales nucléaires sont souvent situées à proximité d'importants plans d'eau).



A27949-186 (juillet 1993)
Esquimalt Harbour (Colombie-Britannique)

8- Temps

Les caractéristiques temporelles d'une série de photographies peuvent être utiles pour déterminer les changements historiques dans une région (p. ex. : en regardant une série de photos d'une ville prises à différentes époques, il peut être possible de déterminer la croissance des quartiers de banlieue.

9- Vue stéréoscopique

Il est important d'avoir une vue stéréoscopique ou .3-D d'une région afin d'en déterminer le relief topographique et la hauteur des objets tels que les arbres et les édifices.

Une image stéréoscopique est obtenue à l'observation d'une paire de photographies ayant une partie commune. Cette partie commune est habituellement exprimée en pourcentage de la superficie couverte par une photo et est importante dans la coordination des prises de vue parce que le même point au sol doit apparaître sur au moins deux photos, ce qui permet de les rattacher l'une à l'autre. La trajectoire de vol est généralement conçue de manière à assurer un recouvrement longitudinal de 60 % de deux photographies consécutives. Ce recouvrement permet l'observation stéréoscopique lorsque deux photographies se chevauchant sont placées sous un stéréoscope. De plus, lorsqu'une couverture complète d'une région est nécessaire, on exige un recouvrement latéral de 20 à 40 %. Aux fins de la cartographie, des inventaires et des études de la végétation par exemple, un levé est exécuté en survolant, successivement dans un sens puis dans l'autre, des bandes de terrain parallèles et en assurant un recouvrement latéral d'une bande à l'autre sur toute la région à couvrir.

Dans le cas des couvertures non stéréoscopiques, comme celles utilisées pour l'échantillonnage des cultures ou la détection de la pollution, le photographe n'assurera qu'un recouvrement longitudinal de 20 %.