

# Le survol américain de 1946 – des duplicata négatifs à la mosaïque d'orthophotos à l'échelle nationale

Le 21 mai dernier, swisstopo a présenté un nouveau jeu de données dans le géoportail fédéral [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) lors d'une conférence de presse. Il s'agit d'une mosaïque nationale d'orthophotos d'une résolution au sol de 1 m, réalisée à partir de photographies aériennes prises en 1946. La publication du dit «vol américain» a engendré un écho médiatique très large et positif. Dans le présent article, le processus de traitement de ces données est décrit plus en détail.

*Il 21 maggio di quest'anno, nell'ambito di una conferenza stampa, swisstopo ha presentato un set di dati di geo.admin.ch. Si tratta di un mosaico nazionale di ortofoto con una risoluzione al suolo di 1 m, realizzato partendo da riprese aeree del 1946. L'eco mediatica della pubblicazione di questo cosiddetto «sorvolo degli americani» è stata immensa e oltremodo positiva. In quest'articolo si descrive nel dettaglio l'elaborazione di questo set di dati.*

*H. Heisig, J.L. Simmen, M. Zesiger*

## Situation de départ

De mai à septembre 1946, des bombardiers américains B-17 survolèrent la Suisse. L'objectif était la couverture photogrammétrique complète du pays en haute résolution. Cette action faisait partie d'une plus vaste campagne d'enregistrement menée par l'US Army Air Force en collaboration avec la Royal Air Force. Dans le cadre de cette campagne, toute l'Europe de l'Ouest ainsi que certaines parties de l'Afrique du Nord ont été photographiées.

Le gouvernement suisse a accordé l'autorisation d'enregistrer des clichés sur l'ensemble de la Suisse, à condition que des copies des images originales soient mises à sa disposition. Les 4117 négatifs de cette campagne de vol sont conservés depuis 73 ans dans les archives d'images de swisstopo. Le support d'image à base de nitrate montre aujourd'hui des signes évidents de processus de décomposition chimique (Fig. 1), en plus de présenter des

risques d'auto-combustion. A partir de 2011, les originaux ont donc été conservés et scannés dans le cadre du «plan de mesure» des images historiques (<https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/images-historiques/image-collection.html>). Parallèlement, les mé-

tadonnées associées ont été saisies numériquement dans le système d'information sur les images aériennes de swisstopo (LUBIS). Les images des vols américains sont disponibles en format 23 × 23 cm. Les négatifs ont été scannés avec une résolution de 14 micromètres par pixel. Sur la base des géométries des lignes de vols saisies manuellement, la précision de positionnement des centres de projection de chaque image a été grandement améliorée grâce à une procédure semi-automatique: cette méthode non-photogrammétriquement rigoureuse a été implémentée avec le logiciel libre Microsoft ICE (Image Composite Editor) basée sur la corrélation d'images, et ESRI ArcMap. Dérivés de ce processus, les centres de projection étaient disponibles avec une précision absolue pouvant varier de 10 à 100 m.

## Création de l'orientation interne

Pour cette campagne d'enregistrement, un certain nombre de caméras à bobine identiques, parmi les plus modernes de l'époque, ont été utilisées (Fig. 3). Comme il n'existe aucun certificat d'étalonnage pour ces caméras, l'orientation interne a été recrée avec une approche générique.

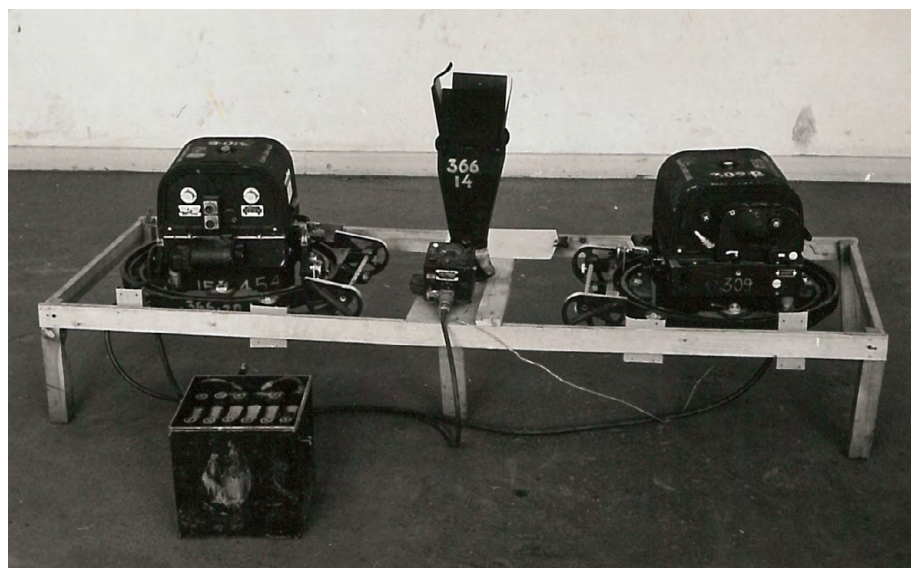


Fig. 3: Illustration de l'un des systèmes de caméra double à film en rouleau utilisés.

Abb. 3: Abbildung eines der verwendeten Rollfilm-Doppelkameratele.

La seule information connue est la distance focale, qui a été donnée comme 153 mm. Pour créer une (pseudo) calibration utilisable, les coins de l'image (au passage entre le contenu de l'image et le cadre noir) ont été mesurés en pixels sur un échantillon représentatif des images scannées. A partir de la moyenne de ces mesures, un étalonnage utilisable en [mm] a ensuite été dérivé, en fonction de la résolution du scannage. Un script a été développé pour la détection et la mesure automatisées de ces coins sur toutes les images. En raison de la séparation parfois difficile entre le contenu de l'image et le cadre, ainsi que la présence de poussières ou d'impuretés sur le film, des contrôles manuels des résultats ont toutefois été nécessaires. Les mesures manquantes ou imprécises ont été complétées manuellement.

## Aérotriangulation

Pour l'aérotriangulation, les 4117 images à orienter ont été divisées en 14 blocs photogrammétriques de 300 à 400 images chacun. L'aérotriangulation et la création des orientations externes ont été réalisées avec le module logiciel HAP (Historical Air Photo) de la société PCI Geomatica. L'acquisition manuelle de points de contrôle au sol (*Ground Control Point: GCP*) sur des images historiques prend beaucoup de temps et est souvent sujette à des incertitudes en raison de changements dans la topographie. Le logiciel HAP automatise cette étape et génère un très grand nombre de «candidats» GCP par corrélation d'images. Une orthophoto de référence actuelle et un modèle de terrain sont nécessaires comme données de base. Les zones non propices à la recherche de GCP stables entre les deux générations d'images (par exemple: forêts, glaciers, lacs) ont été masquées lors de cette recherche. De plus, un grand nombre de points de liaison (*Tie Points*) entre les différentes images historiques qui se superposent est également généré automatiquement. Une aérotriangulation traditionnelle est ensuite réalisée avec les GCP et les Tie Points obtenus. Grâce à une très haute redondance dans

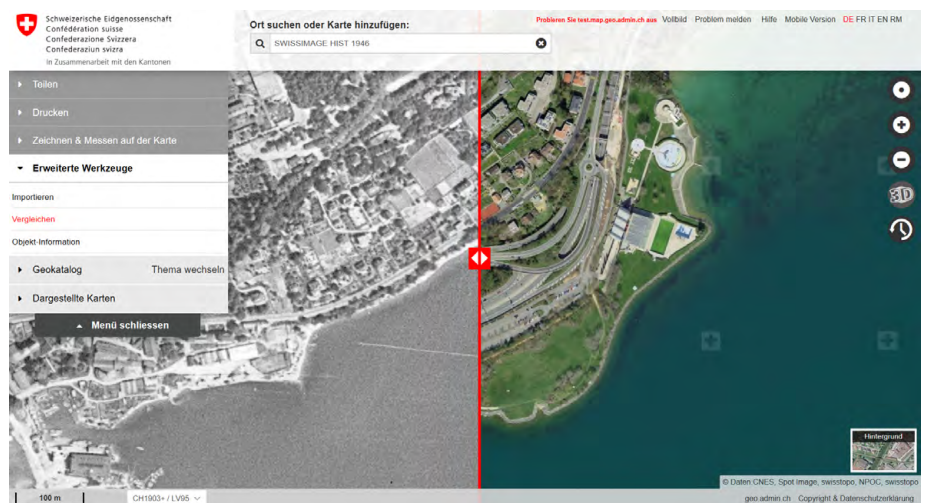


Fig. 4: La comparaison entre SWISSIMAGE HIST 1946 et les données de référence actuelles, ici les changements de la rive du lac à Neuchâtel-Maladière, est rapide et facile dans map.geo.admin.ch.

Abb. 4: Der Vergleich zwischen SWISSIMAGE HIST 1946 und aktuellen Referenzdaten, hier die Veränderung der Seeuferlinie bei Neuchâtel-Maladière, ist in map.geo.admin.ch einfach und schnell zu erkennen.

le bloc, on peut procéder à une élimination partiellement automatisée des points ayant des résidus élevés. Ceci conduit, par étapes itératives, à une optimisation de la géométrie du bloc. Une fois cela réalisé, les orientations résultantes des centres de projection des images peuvent être archivées dans LUBIS.

## Calcul d'orthophotos et mosaïquage

Le calcul des orthophotos individuelles avec une résolution au sol de 1 m a été effectué avec le modèle de terrain actuel swissALTI<sup>3D</sup>. La précision absolue planimétrique des orthophotos est d'environ 5 à 10 m. Dans les régions où le terrain a fortement changé depuis 1946, surtout sur les glaciers, des imprécisions locales plus importantes peuvent apparaître. Les orthophotos calculées sont optimisées radiométriquement à l'aide d'un script Photoshop automatique, puis archivées dans LUBIS. La mosaïque a été réalisée avec le logiciel OrthoVista (INPHO/Trimble). Les ajustements radiométriques entre images et les *seamlines* ont été créés automatiquement. Par la suite, un post-traitement manuel a été effectué sous la forme de patches, surtout pour minimiser les zones

couvertes par des nuages. Il n'a pas été procédé à d'autres traitements tels que la correction des dommages du support analogique (rayures, poussières, etc.) ou la correction géométrique des ponts.

La mosaïque d'orthophotos finale (Fig. 2), appelée SWISSIMAGE HIST 1946, a été sauvegardée dans le Geodata Warehouse (GDWH en abrégé) de l'infrastructure fédérale de données géographiques. Le GDWH est un système de stockage de géodonnées à long terme et sans perte. L'acquisition des données s'effectue via [geodata@swisstopo.ch](mailto:geodata@swisstopo.ch). En outre, les données sont proposées en tant que services WMS et WMTS. SWISSIMAGE HIST 1946 a également été publié en couche séparée sur [map.geo.admin.ch](https://s.geo.admin.ch/82a0743e60) (<https://s.geo.admin.ch/82a0743e60>, voir fig. 4).

Vous trouverez d'autres informations, documents et échantillons de données sur la page produit [https://shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/images/ortho\\_images/SWISSIMAGE\\_HIST\\_1946](https://shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/images/ortho_images/SWISSIMAGE_HIST_1946).

## Conclusion et perspectives

Pour le produit SWISSIMAGE HIST, les données de 1979 à aujourd'hui ont déjà été traitées et publiées sur map.geo.ad-



min.ch sous la dénomination «SWISS-IMAGE Voyage dans le temps», ceci en plus des vols américains de 1946. Néanmoins, la grande majorité des collections de photographies aériennes de swisstopo, les plus anciennes datant de 1926, n'a pas encore été traitée jusqu'à une mosaïque d'orthophotos.

Le grand intérêt du public pour les produits issus de la photographie aérienne historique et le mandat légal de base de

swisstopo sont des facteurs décisifs pour la numérisation d'autres parties des archives dans les années à venir, ainsi que leur mise à disposition du public sous une forme similaire. En ce sens, l'expérience acquise jusqu'à présent sera systématiquement prise en compte dans le développement ultérieur des chaînes de traitement. L'objectif est d'augmenter le degré d'automatisation tout en assurant une qualité de produit suffisante.

Holger Heisig  
Jean-Luc Simmen  
Mathias Zesiger  
Bundesamt für Landestopographie – swisstopo  
Seftigenstrasse 264, CH-3084 Wabern  
geodata@swisstopo.ch  
Holger.Heisig@swisstopo.ch  
Jean-Luc.Simmen@swisstopo.ch  
Mathias.Zesiger@swisstopo.ch

**„Die beiden gehören zusammen: Ihr GIS und unser CAD für alle Bereiche der Geomatik!“**

Michael Schulz, Vertriebsleiter rmDATA AG



**Ein GIS-Arbeitsplatz reicht nicht aus, um Daten aufzubereiten oder fortzuführen.  
Wir bieten Ihnen unser intelligentes CAD, speziell für Geomatiker.**



rmDATA Vermessung. **Intelligente Software – konsequent einfach**

rmDATA AG, Bahnhofstrasse 23, 8956 Killwangen

Tel: +41 41 511 21 31 . Fax: +41 41 511 21 27 . office@rmdatagroup.ch . www.rmdatagroup.ch

member of  rmDATA Group