Zeitschrift: Archäologie der Schweiz : Mitteilungsblatt der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte = Archéologie suisse : bulletin de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie = Archeologia svizzera : bollettino della Società svizzera di preist

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte

Band: 6 (1983)

Heft: 1

Artikel: Photographie aérienne et archéologie vaudoise

Autor: Francillon, François / Weidmann, Danis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-5332

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Photographie aérienne et archéologie vaudoise

François Francillon et Denis Weidmann

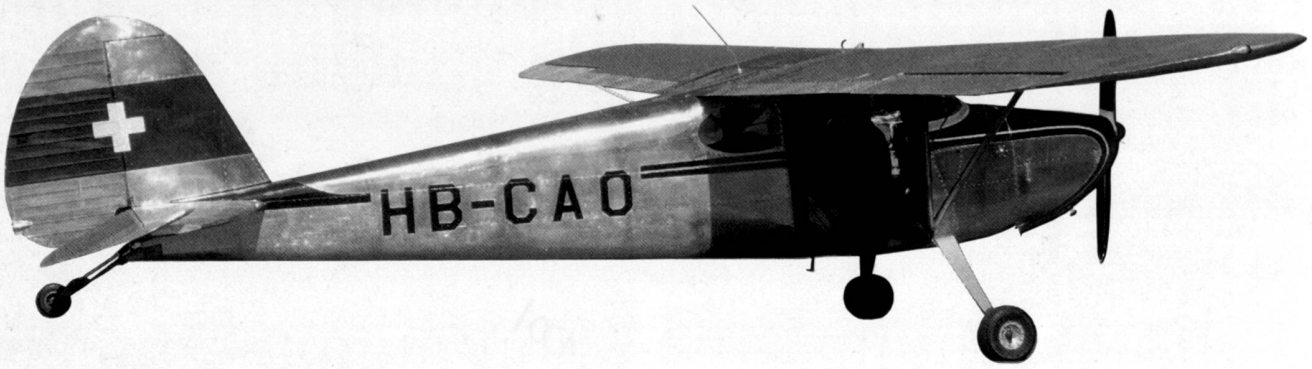


fig. 1
L'avion de tourisme utilisé pour les photographies aériennes vaudoises: un Cessna 170 de 1948.
Das für die Luftaufnahmen verwendete Flugzeug: eine Cessna 170 von 1948.
Il tipo dell'aereo, dal quale sono state fatte le foto: Cessna 170 del 1948.

L'archéologie aérienne en Suisse

Parallèlement au développement des recherches archéologiques en Suisse, nous constatons depuis quelques années une utilisation de plus en plus fréquente de la photographie aérienne, conformément à ce qui se passe à l'étranger.

Les conditions exceptionnelles de l'été 1976 ont donné lieu dans toute l'Europe à une récolte de documents parfois extraordinaires, dont l'abondance et la qualité ont retenu l'attention du public comme des spécialistes. De nombreux articles, notamment dans la revue française Archeologia[1] ont présenté ces visions nouvelles du patrimoine archéologique. Une exposition itinérante des meilleures photographies européennes a parcouru la France et la Suisse de 1980 à 1982.

Pour des raisons à la fois administratives, géologiques et pédologiques qui seront expliquées plus bas, la photographie aérienne archéologique en Suisse connaîtra difficilement un développement aussi remarquable que chez nos voisins. En France, c'est essentiellement la qualité homogène des sols agricoles et la grande dimension des parcelles cultivées dans les plaines qui permettent aux prospecteurs aériens de réaliser d'excellents inventaires. Des personnalités marquantes ont exploité ces possibilités depuis de longues années, souvent au titre de chercheurs individuels, historiens, archéologues ou simples amateurs passionnés par l'aviation et l'archéologie[2].

En Angleterre, où le terrain se prête remarquablement à ce genre d'observation, l'archéologie aérienne a connu un développement précoce, et a été bien intégrée aux démarches de prospection du territoire et d'établissement des cartes archéologiques. L'Allemagne, la Hollande, la Belgique et les autres pays européens dont le territoire est hors des zones d'influence alpines et glaciaires ont suivi la même voie[3].

La photographie aérienne n'est pas utilisée de façon systématique en Suisse, essentiellement pour deux raisons, administrative et physique:

- L'organisation fédéraliste de l'archéologie délègue à une trentaine de services différents (en principe un par canton, ville ou site archéologique important) la gestion du patrimoine archéologique, suivant des législations et méthodes qui leur sont propres.

Les orientations scientifiques et les capacités techniques des différents services archéologiques sont très inégales, selon les ressources financières, le caractère du patrimoine archéologique local et les motivations des autorités et archéologues responsables. L'inventaire archéologique est très avancé dans certains cantons, pour ainsi dire inexistant ou trop ancien dans d'autres. La photographie aérienne, qui est une des démarches possibles de l'inventaire, est ainsi utilisée de façon très variable d'un canton à l'autre.

- Le relief très contrasté du paysage helvétique, résultant de la tectonique alpine, du modelé glaciaire et de l'érosion postglaciaire, fournit une carte pédologique extrêmement fragmentée et discontinue. Les sols homogènes, qui donnent chez nos voisins ces fonds très remarquables, où la végétation répercute les moindres anomalies contenues dans le sous-sol, sont rarement étendus, localisés essentiellement dans les

fig. 2
L'organisation du Port romain d'Avenches apparaît sur les clichés verticaux de l'Office fédéral de topographie en 1954 (S.A.Bl 328 No 1709). Avec autorisation de l'Office fédéral de topographie du 31 janvier 1983.
Die Anlage des römischen Hafens von Avenches auf einer Luftaufnahme von 1954.
Il porto romano di Avenches su foto aerea del 1954.

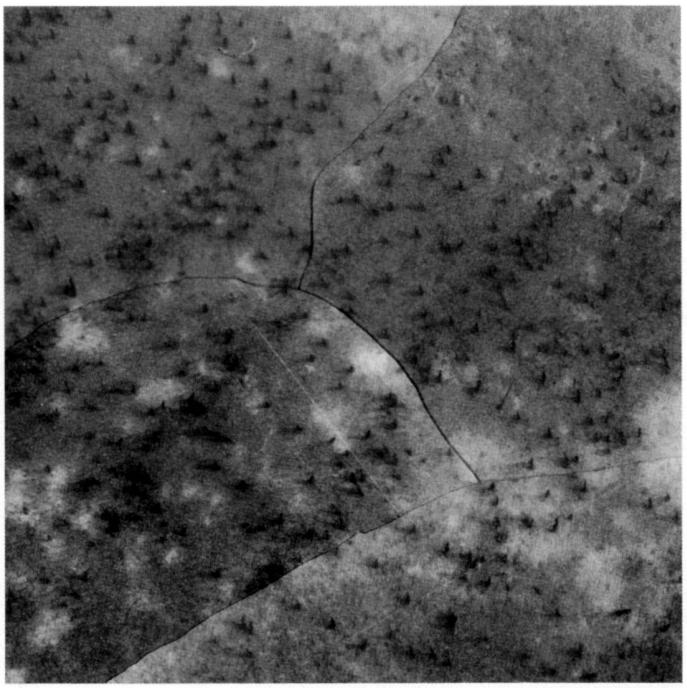


fig. 3
Le recours à un grand ballon à air chaud permit une nouvelle approche des sites submergés de Cortaillod (photomontage, février 1982). Photo M. Egloff.
Mit Hilfe eines Heissluftballons ist eine detaillierte Aufnahme der überfluteten prähistorischen Dörfer möglich.
Con l'aiuto di un grande pallone ad aria calda è stato possibile avvicinarsi di più ai siti sommersi di Cortaillod.

quelques plaines alluviales rattachées aux bassins rhénan et rhodanien. La lecture aérienne est encore compliquée par la forte densité de l'occupation humaine sur le plateau suisse et par ses conséquences: développement outrancier des zones construites, remaniements parcellaires fréquents, morcellement de la propriété foncière. Enfin, l'exploitation intensive d'un territoire agricole exigu tend à faire disparaître rapidement les vestiges superficiels et leur image, du fait de l'approfondissement des labours et de l'utilisation des engrais, qui gomment l'effet des vestiges enterrés sur la végétation.

La vision aérienne donne un point de vue privilégié pour l'étude archéologique d'un site ou d'un territoire. Elle réunit dans un même champ visuel une quantité d'indices dont la vision, pour l'observateur terrestre, est partielle, désordonnée ou sans signification. L'observateur aérien s'affranchit des haies, dépasse les clôtures et les talus; les traces des anciennes interventions humaines dans la nature s'ordonnent et livrent les plans voulus par les constructeurs du passé.

Les documents existants

Les archéologues, avant de s'élever dans les airs, peuvent recourir à une documentation d'archives qui a souvent l'avantage d'illustrer un état moins transformé de notre paysage. Il s'agit des *vues verticales* du territoire.

L'Office fédéral de topographie effectue régulièrement des couvertures complètes ou partielles du pays, pour les besoins de la mise à jour de la carte nationale, ou pour d'autres buts spécifiques, tels les mensurations cadastrales, les améliorations foncières ou la préparation de grand travaux de génie civil. Les archives du service comptent plus de 100000 clichés, pris à des altitudes variables, dès 1936. L'aviation militaire et la compagnie SWISSAIR ont également pris de nombreuses photographies ou en réalisent encore. Les documents d'archives militaires, notamment, remontent bien avant 1936.

Les clichés verticaux montrent rarement des traces d'intérêt archéologique, car l'altitude, la saison et l'heure de prise de vue ne sont en général pas favorables à l'enregistrement des anomalies d'origine humaine. L'intérêt de ces documents réside cependant dans leurs qualités géométriques. Ils permettent en effet, observés par couples au moyen d'un stéréoscope, de localiser certains vestiges encore bien caractérisés par leur relief (tumuli, levées de terre, fossés, remblais routiers, etc.).

La restitution photogrammétrique localisée de tels clichés permet l'établissement de cartes topographiques et archéologiques à grande échelle, très précises, complétées par des observations et relevés faits au sol[4]. Ces documents sont très utiles pour la documentation de sites étendus, où les bases cadastrales sont insuffisantes.

Nous avons recouru en partie à des restitutions pour l'établissement du plan de la villa romaine d'Orbe-Boscéaz[5] et des installations portuaires d'Avenches (fig. 2)[6]. La nouvelle édition du plan archéologique d'Avenches sera dessinée sur une base topographique établie par photogrammétrie.

Des années 40 jusque vers 1960, à l'instigation du Prof. H.-G. Bandi, de Berne, et de la Société suisse de préhistoire, c'est surtout la collaboration avec l'Office fédéral de topographie et le Service des troupes aériennes qui permit la prise de vues dans des buts spécifiquement archéologiques, vues obliques et verticales[7].

Le Service archéologique des routes nationales, de 1960 à 1980, a localisé ou découvert de nombreux sites archéologiques sur les tracés en projet en recourant aux vols bas, a but photogrammétrique, exécutés par les bureaux cantonaux de construction des autoroutes. Dans certains cas, des prises de vues spécifiques ont complété ces indications[8].

L'inventaire des sites, leur localisation et l'établissement des cartes archéologiques cantonales sont les motivations qui incitent depuis une vingtaine d'années divers archéologues suisses à effectuer des reconnaissances aériennes. Au cours de ces vols, ils interprètent aussitôt leurs observations et prennent en général eux-mêmes les photographies qu'ils jugent intéressantes.

Parmi les romands, nous citerons les travaux de R. Itié et D. Paunier, étudiant notamment l'occupation romaine du canton de Genève[9]. D. Paunier réalise actuellement une prospection détaillée par hélicoptère des sites touchés par les futurs travaux des routes nationales sur sol genevois. A ces recherches sont associées des vérifications au sol et des investigations d'archives, concernant notamment les toponymes.

P. Corboud, du Département d'anthropologie de l'Université de Genève, a effectué des relevés systématiques des rives genevoises pour l'inventaire des sites immergés, à l'aide d'un appareillage stabilisé par gyroscope. Le Service archéologique cantonal de Fribourg recourt également à la photographie aérienne archéologique.

A Neuchâtel, M. Egloff et B. Arnold, en plus de leurs vols sur des sites terrestres, ont documenté le plan des pilotis de nombreux villages préhistoriques littoraux actuellement recouverts par les eaux du Lac de Neuchâtel (fig. 3)[10]. Dans certains cas, les conditions particulièrement difficiles de la prise de vue à travers une tranche d'eau (reflets, vaguelettes, etc.) ont pu être améliorées par recours à un ballon à air chaud, à bord duquel avaient pris place les observateurs et photographes. Ce moyen très stable permet un meilleur choix de l'angle de prise de vue le plus favorable. Concentré sur l'époque médiévale, S. Morgan (Bursins et Genève) utilise ses vues prises d'avion ou d'hélicoptère pour illustrer les développements urbanistiques et militaires encore conservés, ainsi que les vestiges des bourgs disparus. Ses études s'étendent à l'ensemble de la Suisse[11].

Dans le canton de Jura, des prospections aériennes ont été faites sur le futur tracé de la route Transjuranne.

Nos confrères alémaniques pratiquent également à l'occasion ces méthodes. Certains cantons s'assurent la collaboration d'entreprises privées, spécialisées dans les prises de vues à basse altitude, pour la documentation des sites. Des prises de vues photogrammétriques de certains sites ont été réalisées et parfois restituées, mais le survol régulier des sites et leur prospection par les archéologues restent exceptionnels.

Il faut enfin donner un aperçu des nombreuses expérimentations faites par les moyens les plus divers pour obtenir des vues aériennes sans recourir à un avion ou un hélicoptère. Nous avons élevé dans les airs des appareils de prise de vues télécommandés au moyen de ballons captifs gonflés à l'hydrogène (ballons météorologiques) ou de cerfs-volants. Ces essais ont essentiellement mis en évidence l'inconstance du régime des vents locaux, ainsi que la densité extraordinaire des obstacles (lignes électriques, téléphoniques, arbres, etc.) où peuvent s'accrocher dans nos régions des engins aussi difficilement contrôlables! Les ballons captifs requièrent un temps particulièrement calme; la moindre brise les fait dévier de l'objectif ou s'oppose à leur ascencion; les cerfs-volants, au contraire, demandent un régime de vent régulier et d'une certaine force. Ces méthodes sont plus rentables en terrain très dégagé, et nous avons pu réaliser quelques vues d'ensemble des fouilles de l'Université de Genève aux Kellia (Basse-Egypte) en 1967–1968, par ballon et cerf-volant.

En 1976, 1977 et 1981, P. Corboud mit au point un modèle de cerf-volant à grande portance qui permit des prises de vues excellentes sur le même site. Le principal problème réside dans le contrôle de la position de l'appareil, du cadrage, et de l'amortissement des mouvements dus au vent. Enfin, en 1981, les meilleurs résultats furent atteints avec la mise en oeuvre d'un parachute ascensionnel tracté par une jeep qui permettait d'élever le photographe à une centaine de mètres au-dessus du sol (fig. 4.5). Des séquences filmées parfaitement cadrées et orientées, ont pu être également tournées par ce moyen.

L'emploi d'appareils photographiques montés sur des modèles réduits d'avions ou d'hélicoptères télécommandés est possible, mais très aléatoire. Il demande une mise au point et des bricolages interminables. Comme avec les ballons et cerf-volants, ces tentatives sont synonymes de perte de temps, d'argent et s'achèvent bien souvent par des catastrophes aériennes... Rien ne remplace vraiment l'observateur dans son aéronef, et il ne fait guère de doute que les appareils légers, de plus en plus nombreux et variés qui sont mis sur le marché, vont dans les prochaines années contribuer au développement de la photographie aérienne archéologique. Des photographies, illustrant les fouilles archéologiques de l'établissement terrestre de Rances (bronze moyen), campagne 1978, ont ainsi été prises lors d'un vol plané en aile delta, parti des hauteurs du Jura.

Dans l'inventaire des moyens auxquels les archéologues recourent au sol pour obtenir une vision d'ensemble de leurs chantiers, il convient de citer également les échelles de pompiers ou les élévateurs téléscopiques à nacelles que les services publics mettent à disposition, les grues de chantiers ou tout simplement la toiture et les échafaudages du bâtiment voisin... Des tours tubulaires, des bipodes ou tripodes géants on été élaborés pour hisser photographes ou appareils en hauteur[12]. Ces recherches peuvent être fondées si elles correspondent à de réelles nécessités documentaires. Ainsi, les prises de vues photogrammétriques effectuées systématiquement à Douanne (fig. 6) pour les relevés du chantier de fouilles préhistoriques sur le tracé de la N 5 ont été expérimentés par ballon et par grue, avant d'être réalisés depuis les superstructures qui couvraient la fouille[13].

fig. 4
Vue oblique d'un ensemble de monastères coptes fouillés dans le désert égyptien. Photographie depuis un parachute ascensionnel. Photo MSAC.
Blick vom Fallschirm auf die Ausgrabungen von Kellia in Oberägypten.
Vista dal paracadute sui scavi di Kellia in Egitto.

fig. 5 (en haut)
Vol en parachute ascensionnel tracté par une jeep. Kellia 1981. Photographie: Mission suisse d'archéologie copte.
Kellia 1981 – Ein Fallschirmspringer macht Luftaufnahmen.
Kellia 1981 – Un paracadutista alla ripresa di foto aeree.

fig. 6 (en bas)
Des ballons météorologiques gonflés à l'hydrogène élèvent deux caméras photogrammétriques au-dessus de la fouille de Douanne. Photo Ing. Büro Mesaric.
Zwei an Ballons befestigte Kameras über den Ausgrabungen von Twann.
Due macchine fotografice attaccate a palloni sopra gli scavi di Twann.

Méthodes et techniques de prospection

Pour l'instant, il est clair que l'appareil privilégié pour la photographie aérienne reste l'hélicoptère, qui permet un réglage parfait de la position de l'observateur, et une vision sans problème du site. Seul le coût exorbitant de cet appareil en restreint l'emploi.

Nous utilisons pour notre part les avions disponibles sur les aérodromes de tourisme locaux, et essentiellement un Cessna 170, quadriplace à aile haute, vétéran de l'aviation locale (1948), apprécié pour sa stabilité et sa lenteur. Nous recourons également à l'occasion à des modèles plus récents, biplaces. Ces appareils sont loués à l'heure. L'équipage se compose d'un pilote professionnel (moniteurs d'aéroclubs), d'un navigateur dont la mission consiste à faire respecter le plan de vol, d'observer à vue les diverses anomalies et de les reporter sur la carte de vol. Enfin, sur le siège arrière, dans le courant d'air de la porte ouverte, le photographe chargé également de l'observation et des prises de vues. Les communications entre ces personnes sont souvent codifiés et restreintes, vu le bruit de l'appareil.

Le plan de vol, préparé à l'avance, résulte en général de deux facteurs principaux, l'itinéraire idéal des objectifs visés et les restrictions de parcours inhérentes à la navigation aérienne. Pour le premier facteur, on souhaitera soit une inspection d'une série de sites connus ou à vérifier, soit une exploration systématique d'une région que l'on quadrille selon des axes définis par la topographie des lieux ou par l'angle d'ensoleillement.

Pour le second facteur, nous devrons prendre en compte les obstacles à la navigation aérienne, qui peuvent être physiques (montagnes, lignes électriques) ou réglementaires (couloirs aériens, zones d'approche des places d'aviation, zones d'exercices militaires, agglomérations).

L'angle et l'altitude d'approche d'un site, liés au type d'observation et de photographies souhaitées déterminent enfin le détail du plan de vol. L'altitude d'observation idéale se situe vers 400 mètres au-dessus du sol, ce qui n'empêche nullement de revenir sur un point intéressant à une altitude plus basse.

Ces itinéraires sont tracés sur des cartes

au 1 : 50000 dont le pilote et le navigateur possèdent chacun un exemplaire. Les déviations de parcours dues à une erreur ou à une modification en cours de route, ou encore dues à l'influence du vent, sont consignées sur la carte. Ces notes sont précieuses pour l'identification exacte des prises de vues. Les vols durent une heure à une heure et demie, en moyenne, ce qui permet, par exemple, le contrôle systématique d'une zone de 10 km sur 8, ou un itinéraire de 150 km environ (fig. 17).

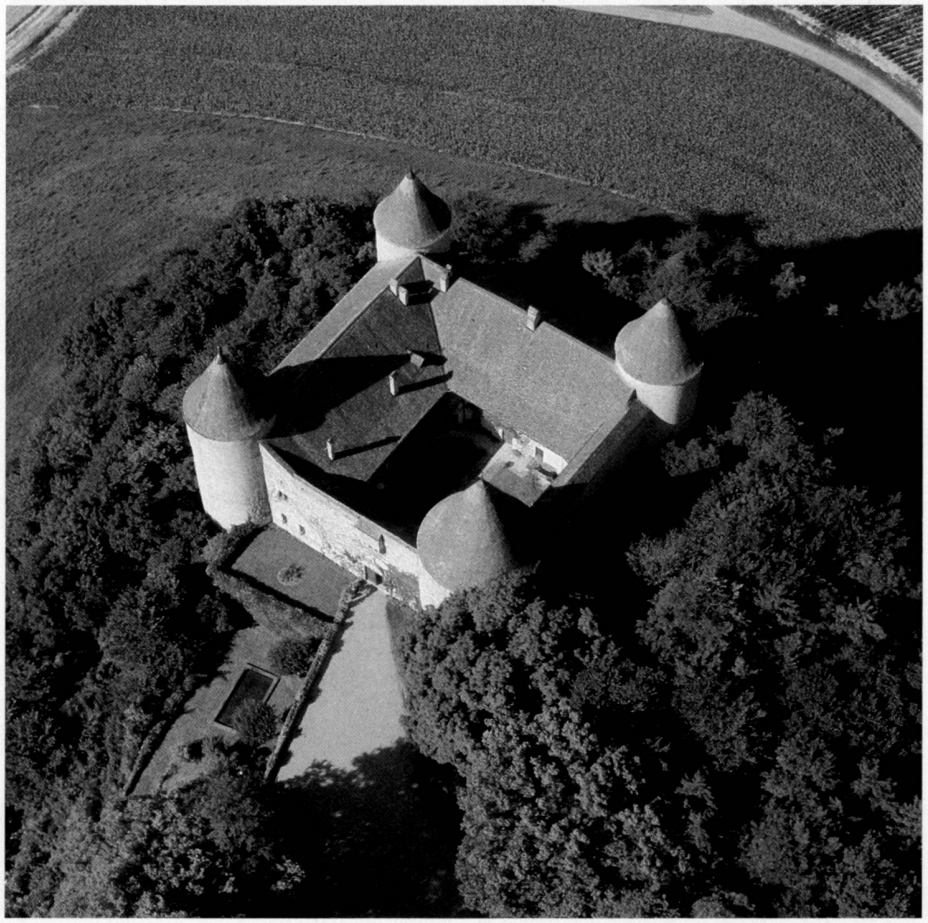
La photographie: Les appareils de moyen format sont peu maniables pour l'opérateur aéroporté, du fait de leur poids et de leur système de chargement (12 à 16 poses par film selon les formats). Ils ne sont donc pas recommandés pour la prospection. La qualité des clichés obtenus permet cependant un emploi en annexe à l'appareil petit format pour des prises de vues particulièrment intéressantes, susceptibles d'être publiées ou fortement agrandies. Les appareils utilisés couramment exposent les films format 24 x 36 mm. Il s'agit souvent d'un Nikon F2, avec moteur pour l'entraînement ou le rembobinage du film, ce qui permet des prises de vues à cadence très rapide. On diminue la probabilité de manquer la bonne photographie sous le meilleur angle, lors de passages rapides ou très bas, mais il arrive que l'on multiplie également les photographies inutiles ou faisant double emploi.
Nous recourons aussi aux services d'un appareil à réglage automatique (Nikon EL), ce qui augmente sensiblement la qualité des photographies par luminosité changeante (nuages, zones ombragées). L'absence de moteur sur cet appareil implique un choix plus sévère des occasions des prises de vues. Les objectifs ont une focale de 50 mm, mise au point bloquée sur l'infini. Ils sont munis de filtres pour les rayons ultraviolets.
Pour ce qui concerne la pellicule, nous sommes restés fidèles aux films diapositifs couleurs, type Kodachrome 64, de sensibilité moyenne, qui différencie agréablement les nuances colorées de nos latitudes au moment de la période de maturité de la végétation. L'emploi de films panchromatiques noir-blanc conduit à des résultats plutôt décevants. Certains de nos collègues, dont R. Goguey, en France, ont obtenu une intéressante différenciation des coloris en employant une émulsion couleur sensible aux infrarouges (Ektachrome Aero Infra Red). Ce procédé, qui fausse la gamme de rendu des couleurs, est intéressant lorsqu'il s'agit d'enregistrer des anomalies répercutées par des différences de maturité des céréales ou autres végétaux, normalement perceptibles par de faibles nuances dans les verts et les jaunes. Ces phénomènes sont moyennement sensibles sur une pellicule de type classique; ils sont différenciés avec un plus grand contraste par le film infrarouge. Ces émulsions ont par ailleurs l'avantage d'éliminer l'effet de la brume et d'une légère nébulosité.

Les anomalies révélatrices et leur interprétation

Comment ce manifestent dans nos régions les structures d'intérêt archéologique enfouies dans le sous sol? Il ne faut pas perdre de vue que les phénomènes observés des airs constituent un ensemble d'éléments naturels, dont certains seulement sont liés à l'activité présente ou passée de l'homme. Seule *l'interprétation* directe par l'archéologue ou la *photo-interprétation* peuvent en tirer les éléments significatifs pour les études archéologiques.
La plupart des ouvrages et publications traitant de la photographie aérienne archéologique ont établi une classification des divers types d'anomalies habituellement associées aux vestiges archéologiques. Nous les ordonnerons selon l'état progressif des dégradations qu'ils ont subi, vu de la surface.
En premier lieu, les restes apparents des *structures construites* sont les plus évidents, car ils sont observables directement. Il peut s'agir de monuments existants, encore en fonction ou ruinés. La vision aérienne aide à prendre conscience de l'ordonnance de ces vestiges, par ailleurs généralement visibles au sol. Elle peut donner un point de vue inhabituel, ou un complément imagé du plan. Les vues obliques, suivant une orientation bien calculée peuvent admirablement exprimer les fonctions urbanistiques anciennes, ou les rapports des établissements humains avec l'environnement géographique[14]. Les photographies des bourgs médiévaux, des châteaux, des villes romaines sont plus les fréquentes dans ce domaine (par ex. fig. 7. 8. 20–23). La vision stéréoscopique de ces images renforce leur intérêt documentaire, mais elle n'est pas toujours possible.
Certains vestiges préhistoriques ou médiévaux se marquent encore par des reliefs plus ou moins accentués, levées de terre, tertres, tumuli, fossés, terrassements etc. On profitera de les observer par éclairage dur et rasant, tôt ou tard dans la journée, ou par soleil hivernal bas sur l'horizon, accentuant les ombres portées (fig. 12).
Parmi les vestiges observables directement, nous placerons également les constructions conservées en milieu subaquatique. Ces conditions particulières requièrent, comme nous l'avons vu, certaines précautions, vu les problèmes posés par les reflets de la lumière zénithale sur la surface lacustre. L'eau doit être claire, et les vestiges dégagés de végétation; ces conditions ne se produisent guère qu'en hiver chez nous[15].
La plus grande part des sites archéologiques de nos régions fortement cultivées sont aujourd'hui arasés, ou enfouis par les effets de l'activité humaine; l'alluvionnement ou le colluvionnement naturel contribuent également à effacer tout relief à leur emplacement.
Les sols dégagés de la végétation constituent un champ privilégié d'observation. Si le milieu désertique permanent est une situation quasi inexistante chez nous (sauf en haute montagne!) on peut rencontrer des états équivalents pour la prospection aérienne. Il arrive que des terrains soient artificiellement décapés de leur couverture végétale, en vue de grand travaux (autoroutes, parkings de magasins à grande surface, gravières etc.). Ces circonstances sont fugaces et il est rare que l'observation aérienne soit faite à ce moment là, les archéologues étant généralement occupés au sol à suivre les travaux!
Les labours annuels amènent en surface les matériaux des constructions enterrées, tuiles, briques, fragments de mortier, graviers des routes romaines etc. (fig. 9a. b.). Ces éléments, lavés par les intempéries, délimitent les périmètres des anciennes constructions. Il va de soi que la multiplication des labours, leur approfondissement rendu possible par l'introduction de tracteurs toujours plus puissants, et le changement d'orientation des sillons tendent à disperser toujours plus les vestiges, et à rendre l'image aérienne du site moins précise. Les images nettes obtenues par ce phénomène sont généralement révélatrices d'une phase de dégradation très active des substructures par les charrues.
Les fosses ou *fossés comblés* peuvent

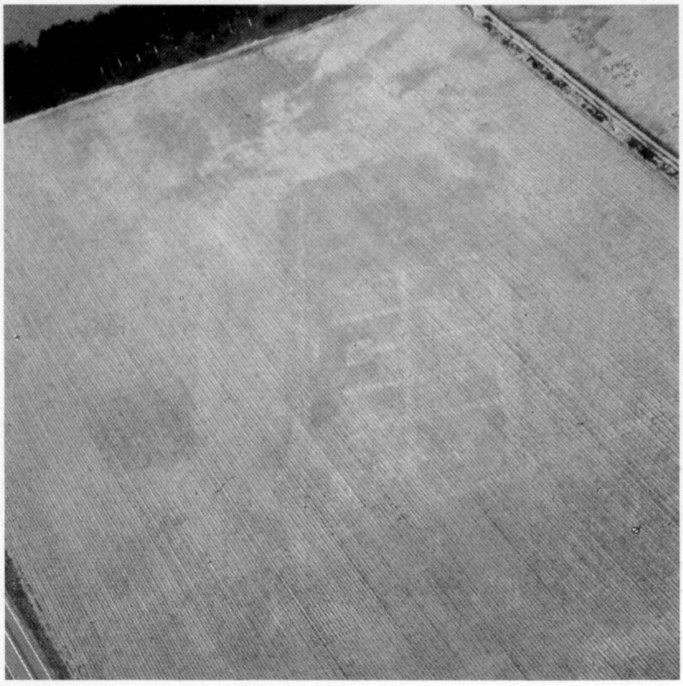
fig. 7
Août 1979 – Vue plongeante sur la cathédrale de Lausanne, à l'extrémité de la colline de la Cité.
August 1979 – Blick auf die Altstadt von Lausanne und die Kathedrale.
Agosto 1979 – Vista sulla città vecchia di Losonna e sulla cattedrale.

fig. 8
Août 1979 – Le carré savoyard du Château de Champvent.
August 1979 – Schloss Champvent.
Agosto 1979 – Il castello di Champvent.



apparaître dans les champs labourés par des différences de colorations attestant une composition sédimentologique ou pédologique différentes (fig. 11). Dans nos terrains à substrat morainique ou fluvio-glaciaire, le fossé comblé d'un drainage ou d'une conduite téléphonique apparaîtra souvent en clair sur le reste du champ labouré, du fait des graviers et limons argileux remontés du fond de la tranchée, et mêlés aux terrains cultivés de la surface. Inversément, des canaux abandonnés ou des bras morts d'une rivière devenus marécages, montrent un remplissage sombre et tourbeux.

L'humidité du terrain se manifeste en surface des champs labourés par des traces parfois impressionnantes, mais délicates à interpréter dans nos régions (fig. 14). En principe, la capacité de rétention d'un terrain est proportionnelle à la finesse de son sédiment. Après une averse, les fossés à remblai grossier et les emplacements de murs enterrés auront un effet drainant, séchant plus vite que les zones voisines. Mais les drains bouchés peuvent être également une cause de résurgence locale, et apparaître comme des fossés à remplissage fin ou tourbeux... Le caractère fort capri-



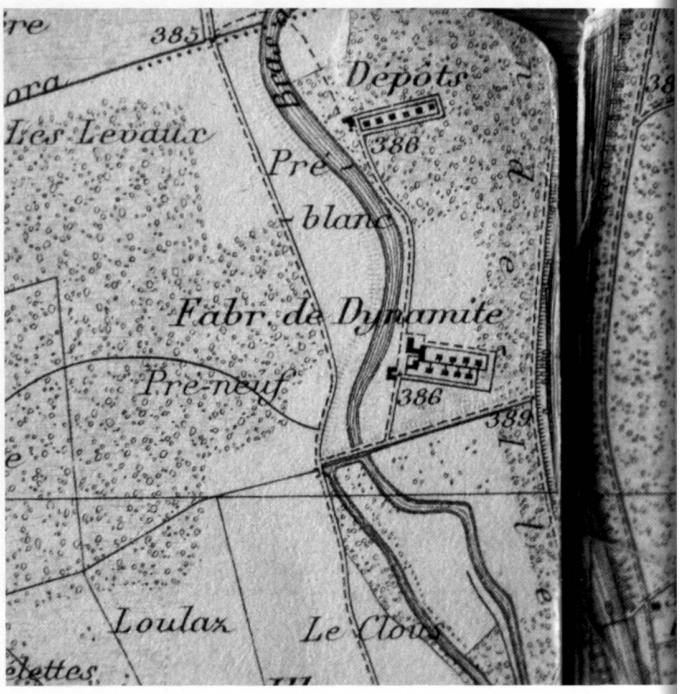
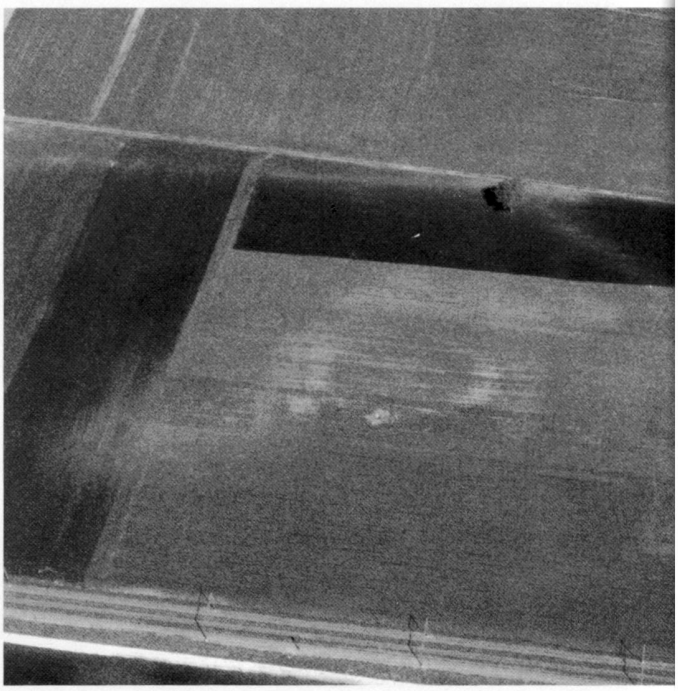


fig. 9
Le plan de l'ancienne fabrique de dynamite de Vionnaz VS, démolie au début de ce siècle, apparaît dans un champ labouré, par la coloration des anciens sols en gravier des ateliers.
In einem Acker zeichnet sich wegen der Kiesböden der Grundriss einer zu Beginn des 20. Jahrhunderts abgerissenen Dynamitfabrik von Vionnaz VS ab (vgl. den nebenstehenden Ausschnitt der Siegfriedkarte).
Il suolo di ghiaia fa riconoscere nel campo la pianta di una fabbrica di dinamite di Vionnaz VS, demolita all'inizio del 20° secolo (vedi dettaglio della carta geografica qui accanto).

fig. 10
Août 1979 – Une route romaine inconnue jusqu'alors, bordée de larges fossés, détectée dans la plaine de la Broye (commune de Granges-Marnand). Son remblai de graviers jaunit la végétation.
August 1979 – Eine bis jetzt unbekannte römische Strasse in der Broye-Ebene. Auf ihrem Kiesbett gedeiht die Vegetation weniger gut.
Agosto 1979 – Una strada romana, finora sconosciuta, nella pianura della Broye. La vegetazione è scarsa sul letto di ghiaia.

fig. 11
Mai 1981 – L'Ilan, commune de Bavois. Un enclos entouré de fossés aujourd'hui comblés. Les champs voisins, labourés, font apparaître les drainages.
Mai 1981 – L'Ilan, Gemeinde Bavois. Ein Wall mit verfüllten Gräben zeichnet sich ab. In den benachbarten Äckern Spuren von Drainagekanälen.
Maggio 1981 – L'Ilan, comune di Bavois. Appare un baluardo con fosse riempite. Nei dintorni campi con tracce di canali di drenaggio.



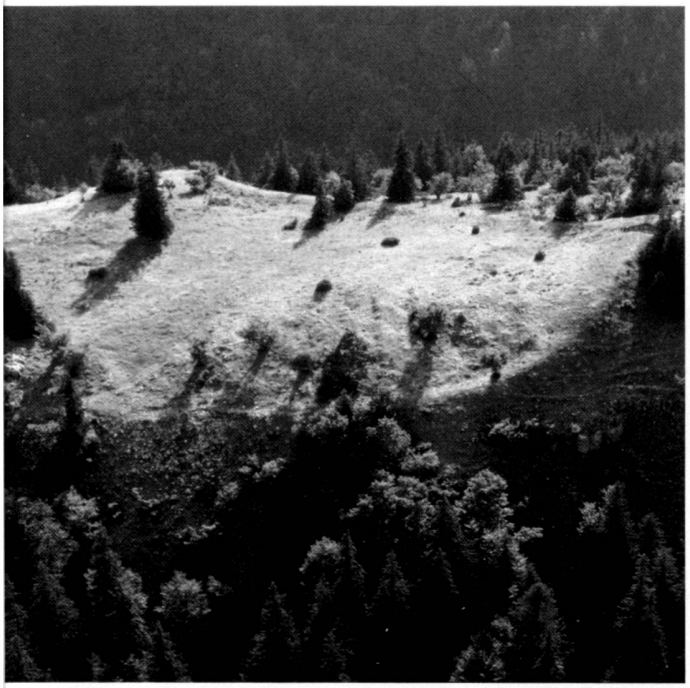


fig. 12
15 juillet 1976 – Les rayons rasants du soleil à six heures du soir font apparaître le rempart qui entoure le site de hauteur de Châtel – Arrufens (bronze moyen et époque romaine tardive, altitude 1400 m).
15. Juli 1976 – Im Streiflicht erscheinen um sechs Uhr abends die Befestigungen des Sporns von Châtel-Arrufens (mittlere Bronzezeit und späte Römerzeit; Höhe 1400 m).
15 luglio 1976 – Nei raggi bassi delle sei di sera appaiono le fortificazioni sullo sprone di Châtel-Arrufens a 1400 m (bronzo medio e epoca tardoromana).

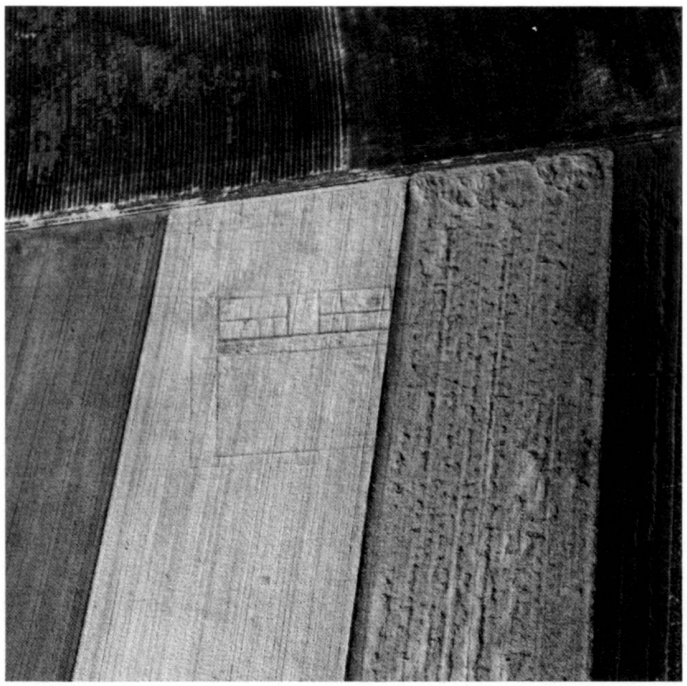


fig. 13
15 juillet 1982 – Les fondations arasées d'une annexe de la villa romaine d'Yvonand ont retardé la pousse du blé. Les traces plus discrètes d'un temple carré sont visibles à l'autre extrémité du même champ (cf. la couverture).
15. Juli 1982 – Die Grundmauern eines Hauses und eines kleinen Heiligtums (im Hintergrund; vgl. das Titelblatt) vor der römischen Villa von Yvonand bewirken ein langsames Wachstum des Getreides.
15 luglio 1982 – Le fondazioni di una casa e di un piccolo santuario (in fondo; cf. la copertura) davanti alla villa romana di Yvonand rallentano la crescita del grano.

fig. 14
10 juillet 1976 – Cours fossile du Bey, ruisseau aujourd'hui canalisé dans la plaine d'Avenches. Le remplissage sablonneux a asséché le terrain et accéléré la maturité.
10. Juli 1976 – Ehemaliger Flusslauf des heute kanalisierten Bey in der Ebene von Avenches.
10 luglio 1976 – Corso antico del Bey nella pianura di Avenches, oggi canalizzato.

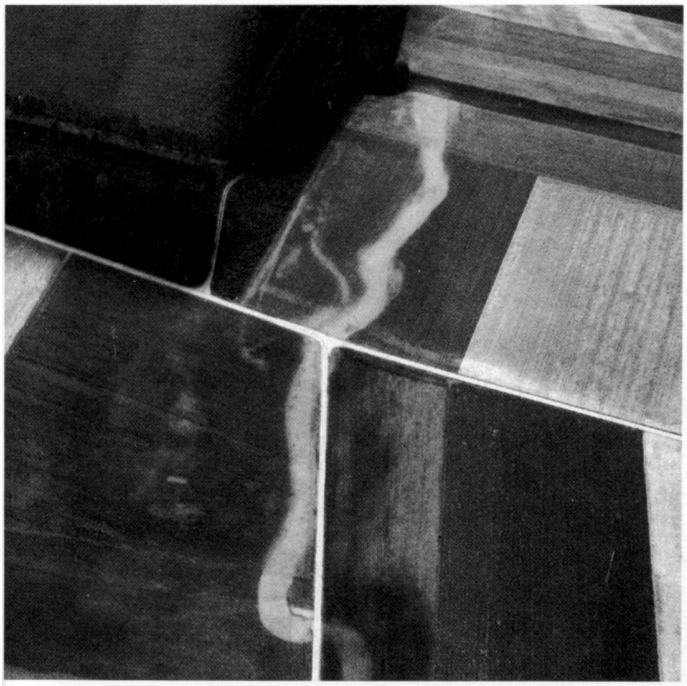


fig. 15
10 juillet 1976 – Ces traces observées à Jeuss FR évoquent le plan d'un immense théâtre romain avec mur de scène, tracé des vomitoires, murs à exèdres. Il s'agit en fait des vestiges d'un exercice militaire de la première guerre mondiale…
10. Juli 1976 – Bei der eigenartigen theaterähnlichen Anlage, die sich bei Jeuss FR abzeichnet, handelt es sich um einen militärischen Übungsplatz aus dem 1. Weltkrieg.
10 luglio 1976 – Malgrado la rassomiglianza qui a Jeuss FR non si tratta di un teatro ma di un campo di esercizio militare della prima guerra mondiale.

cieux des taches d'humidité est bien montré par une vue verticale du site d'Orbe – Boscéaz (villa romaine) prise par hasard en avril 1965, peu après une période de pluie, alors que le réseau des drains commence à fonctionner et assèche tout d'abord ses propres tranchées (fig. 19). Contre toute attente, aucun des murs romains constatés en 1976 (fig. 20) n'apparaît! Pourquoi? Nous l'ignorons.
L'interprétation des traces sur sol nu, doit faire l'objet d'une critique sérieuse, fondée sur des connaissances de géologie et d'hydrologie locales.

L'influence des vestiges enterrés sur les plantes: selon les conditions qu'ils créent dans le sous-sol, les éléments archéologiques influencent également la croissance des végétaux, spontanés ou cultivés (fig. 10). On peut distinguer trois facteurs:

- la sélection des espèces
- la densité des pousses
- la hauteur de croissance et le changement de teinte à maturité

Ces influences, qui peuvent être positives ou négatives, s'exerceront par des modifications chimiques, granulométriques ou hydrologiques dues à la présence des anomalies archéologiques. L'exemple le plus classique est celui de la fondation de mur à faible profondeur dans un champ de céréales, ce qui crée des conditions locales plus sèches par effet de drain. La croissance du blé sera ralentie à cet endroit, l'épaisseur de terre où peuvent se développer les racines de la plante étant plus faible. On constate aussi une densité moindre des pousses, ce qui facilite parfois la colonisation par d'autres espèces végétales (mauvaises herbes).
En fin de période de croissance, on constatera donc une sensible différence de hauteur des tiges et un jaunissement précoce dans les endroits secs. En observation aérienne, selon l'éclairage et l'angle de prise de vue, les traces de maçonnerie apparaîtront en sombre (éclairage rasant et vue verticale) ou en clair (lumière diffuse, zone plus jaune) (cf. les images de la couverture).
Il est fréquent que les cultivateurs récupèrent consciencieusement les pierres des murs pour leurs constructions. Le fossé sera comblé par un surplus de terre cultivable et l'influence sur la végétation sera positive: croissance plus forte et maturité plus tardive dans ce milieu légèrement plus humide.

Le moment le plus favorable pour ces observations est celui de la maturité estivale, si possible pendant et au terme d'une longue période de sécheresse qui marque ses effets pendant la fin de la croissance.
Le mois de juillet sera ainsi le meilleur pour la prospection des champs de céréales. Août et septembre permettront des observations dans les prairies sèches (fig. 16) et parfois dans les maïs. La mécanisation de l'agriculture et la sélection des semences ont un effet positif pour l'observation aérienne: la parfaite uniformité du traitement des surfaces cultivées par ces méthodes est comparable à l'application d'un révélateur photographique ou à un tramage de document. La »maille« finement ponctuée et alignée d'un champ de céréales a des propriétés optiques dont il faut tenir compte lors de l'observation et de l'interprétation. Elles dépendent de l'orientation des semis, de l'angle d'incidence de la lumière du soleil et enfin de l'angle sous lequel se fait l'observation. Ainsi, les anomalies n'apparaissent que dans un angle de vision très restreint, contraignant l'observateur aérien à tourner autour de son objectif et à l'observer à des altitudes et à des heures différentes. L'enregistrement continu des images, par film ou par magnétoscope est susceptible d'améliorer le rendement des prospections.
L'étude des anomalies végétales est donc très fructueuse; elle donne les images les plus saisissantes et les plus précises surtout pour les sites très arasés. Mais elle dépend comme nous l'avons vu de nombreux facteurs météorologiques saisonniers et requiert une grande persévérance, donc beaucoup d'investissements. Seuls les passages répétés sur le même site augmentent la probabilité de réaliser le meilleur cliché.

Citons encore un autre phénomène susceptible de révéler la présence de vestiges enfouis, celui de *l'inertie thermique des matériaux.* Selon leur composition respective et leur teneur en eau, les fondations des maçonneries et le terrain encaissant emmagasinent ou restituent la chaleur à des vitesses différentes, ce qui peut avoir un effet lors de la fonte d'une mince couche de neige, la disparition du givre ou l'assèchement de la rosée. Là encore, il s'agit de phénomènes très fugaces, dont l'observation est liée à la chance ou à un programme de vol rigoureux. Le développement des instruments spéciaux qui enregistrent la déperdition de chaleur (thermographie) permettra peut-être un progrès dans ce domaine.
Dans la réalité de tous les jours de la prospection, les indices et facteurs que nous avons passés en revue apparaissent en combinaison, mêlés aux phénomènes naturels tels les ronds de sorcières formés par les champignons, perturbés par les interventions les plus diverses (traces de véhicules, pistes d'animaux, traitement chimiques etc.).

L'interprétation des données aériennes requiert donc la plus grande prudence et une connaissance approfondie des phénomènes possibles, comme des circonstances locales, géologiques et archéologiques. Nombreux sont les sondages et les fouilles inutiles, entreprises sur les indications d'un prospecteur trop enthousiaste, qui n'aura pas suffisament critiqué sa documentation!
En préalable à l'interprétation des prises de vues, le classement des documents est nécessaire. Il implique la recherche des coordonnées géographiques du point photographié, le nom de la commune et le cas échéant, la dénomination du site archéologique concerné, s'il est connu. Les photographies verticales à petite échelle de l'Office fédéral de topographie, et les données enregistrées sur le plan de vol aident à identifier les photographies obliques.
Des techniques ont été développées pour faciliter l'exploitation des clichés: *Le filtrage optique,* privilégiant certains alignements ou orientations peut mettre en évidence les anciennes cadastrations sur des vues verticales[16]. *Le traitement des images par ordinateur* permet d'augmenter les contrastes, de sélectionner certains tons colorés[17]. Des programmes de calcul permettent le redressement des vues obliques, ce qui est très précieux quand on sait que l'immense majorité des vues aériennes prises par les archéologues sont des obliques. La mise en oeuvre de ces techniques relève de laboratoires ou institutions spécialisées et équipées. Il existe également des méthodes simples, par projection, par tracés graphiques ou par calcul, qui permettent à l'archéologue de reporter des anomalies sur un fond cadastral ou une autre base topographique existante[18].

Recherche aérienne et inventaire des sites

Nous avons vu que nos régions périalpines, densément aménagées ne présentent pas les terrains le plus favorables pour la prospection aérienne. Les sols helvétiques fournissent cependant à l'occasion des images surprenantes et très évocatrices pour le public.
Notre propre expérience, depuis 1971, nous porte à croire que deux types au moins de recherches sont rentables: la recherche de détail sur un site archéologique donné, et la prospection aérienne liée à une démarche systématique d'inventaire des sites archéologiques.

Pour assurer une meilleure gestion du patrimoine archéologique vaudois, nous avons entrepris dès 1973 un nouvel inventaire de nos sites[19], dans la suite des travaux de G. de Bonstetten et D. Viollier[20]. Ces inventaires, exemplaires pour l'époque, ne sont ni assez précis, ni assez complets en regard des exigences actuelles.
L'inventaire est fondé sur le recoupement de toutes les données d'archives disponibles. La localisation des noms de lieux associés aux sites est habituellement faite par référence aux anciens documents cadastraux, et aux premières éditions de la carte Siegfried. Nous reportons à cette occasion également sur les cartes de travail les toponymes de caractère archéologique. Ces données ponctuelles sont soumises à une double vérification sur le terrain, par prospection au sol et par observations aériennes répétées, selon un quadrillage systématique du territoire (fig. 17).
Au cours de ces recherches, il ne s'agit pas tant de voir le détail de l'organisation des sites, que de repérer le mieux possible les anomalies susceptibles de marquer les vestiges archéologiques suspectés. Ces démarches sont complémentaires et sont fréquemment l'occasion de nouvelles découvertes.
Les résultats des recherches en cours sont encourageants, car le nombre de sites inventoriés dans les districts explorés en 1982 a pu être augmenté de 50% environ. Les découvertes dues à la photographie aérienne seraient insuffisantes à elles seules; elles sont heureusement mises en valeur par les apports réciproques des autres méthodes d'inventaire.

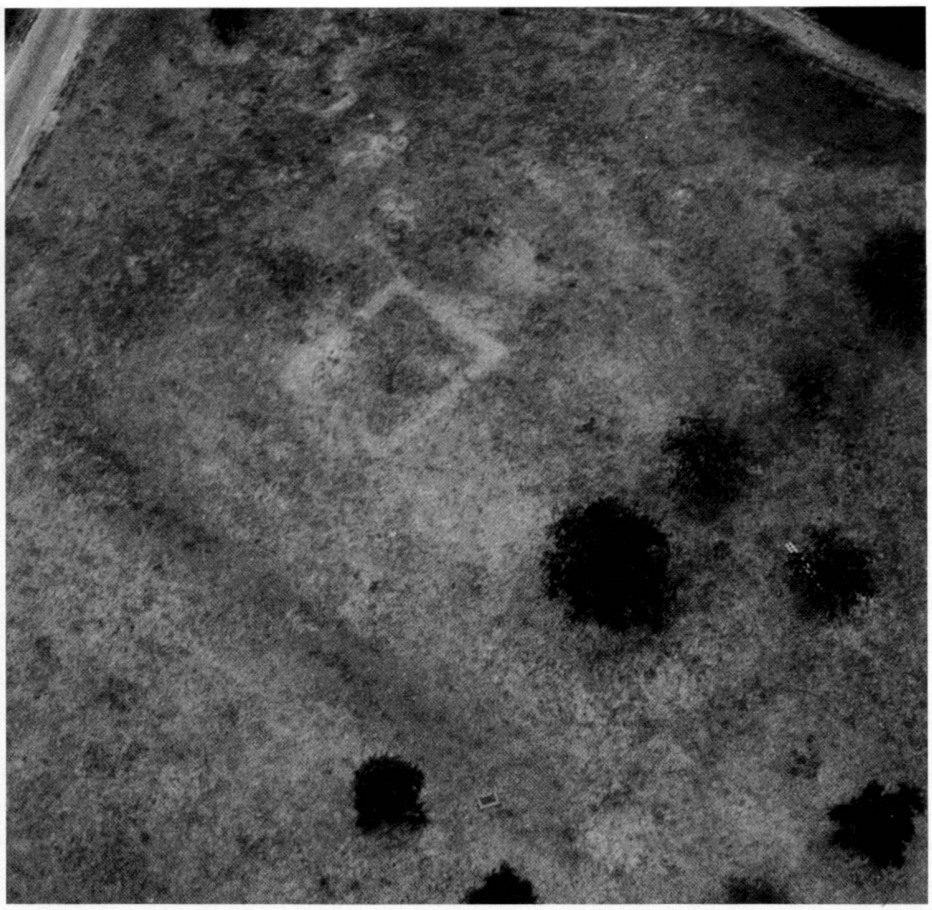
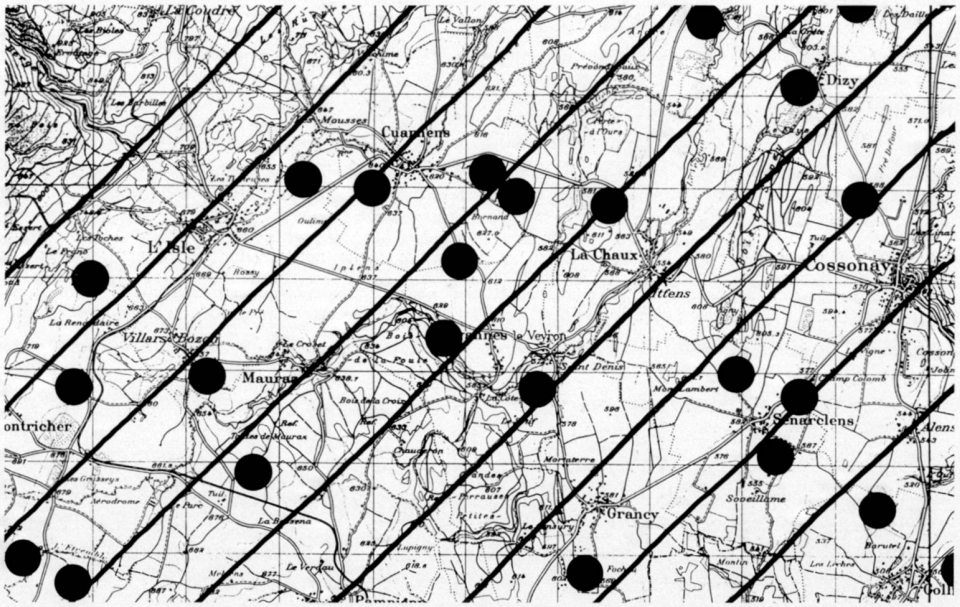


fig. 16
10 juillet 1976 – Le site du »Château Vieux« à Mex. La luzerne est desséchée par les murs de l'ancienne Maison Forte. Le fossé qui l'entourait, comblé, est resté plus humide.
10. Juli 1976 – Die Grundmauern der längst verschwundenen Burg »Château Vieux« in Mex zeichnen sich im Luzernenfeld ab, weil die Pflanzen über den Mauern austrocknen, der verfüllte Graben dagegen, weil das Erdreich an dieser Stelle feucht bleibt.
10 luglio 1976 – Le fondazioni del castello »Château Vieux« a Mex sparito da lungo appaiono nel campo, perché le piante si seccano sopra i muri. Nelle fosse riempite invece la terra rimane umida.

fig. 17
Tracé d'un vol systématique dans le district de Cossonay. Les cercles représentent les sites détectés par travaux d'archives et recherches toponymiques.
Plan mit den Routen einer systematischen Überfliegung im Distrikt Cossonay. Die Punkte zeigen die Fundstellen, die sich durch Archivarbeit und Flurnamenforschung eruieren liessen.
Pianta con il corso di un volo sistematico nel distretto di Cossonay. I punti indicano i luoghi archeologici individuati con studi in archivi e su nomi di luoghi.



Huit ans de prospection sur un établissement romain: Orbe - Boscéaz (fig. 18–21)

Le vaste établissement d'Orbe - Boscéaz (voir note 5) est un site test pour les conditions d'observation sur les plateaux riches en graviers secs du pied du Jura. Différents propriétaires y cultivent régulièrement des céréales, en alternance avec de la luzerne ou, par endroits, des pommes de terre, du colza ou du maïs. Le site à été survolé une dizaine de fois de 1974 à 1982, à diverses saisons, mais surtout en été. Les sols nus, après labours, n'ont fait apparaître que le réseau de drainage moderne, soit par taches d'humidité après des intempéries, soit par différence de coloration de sols dans le remplissage des tranchées.
Les vestiges romains de Boscéaz consistent en fondations de maçonneries et en sols bétonnés, complètement arasés par les labours. Cette situation est favorable, car aucune couche de déblais de construction n'est intercalée entre les structures et la couche de terre végétale. Néanmoins, les seuls végétaux qui ont transmis à maturité l'image des structures enterrées sont des céréales (en juillet) et la luzerne (en août). Les images enregistrées en 1976 ont permis de donner les grandes lignes de l'organisation, et certains détails de bâtiments bien arasés (chapelle E, bâtiment C. 8). En août 1979, la luzerne qui recouvrait le corps central de la villa a donné le détail des deux cours à péristyle B 2 et B 3. En 1982, nous avons survolé Boscéaz à cinq reprises, de mai à fin juillet, pour mieux cerner les circonstances favorables. Seuls quelques détails nouveaux sont apparus (bâtiment D); le reste des observations confirma l'organisation constatée précédemment.
Le report des données sur plan s'est avéré fort délicat. Nous disposions en effet de plusieurs plans cadastraux anciens, imprécis dans leur ensemble, où était reporté les résultats des sondages et fouilles précédentes. Les cadastres modernes présentaient également des imprécisions. Nous avons donc balisé les bornages sur lesquels étaient recalées les anciennes fouilles, et l'ensemble a été relevé par photogrammétrie aérienne (en collaboration avec le bureau cantonal de construction des autoroutes).
La restitution, effectuée au 1/1000, comporte le tracé des courbes de niveaux équidistantes de 1 m, le réseau des coordonnées de la carte nationale et, les bornages modernes et anciens. Ce document a permis le report des relevés archéologiques faits à différentes époques depuis le XIXe siècle, préalablement rassemblés sur des minutes au 1/100. L'interprétation des différentes anomalies observées en photographie aérienne oblique a été ensuite reportée en traitillé. Ce document correspond à un état de nos connaissances, base de travail pour études ou futures investigations.
De nouvelles observations aériennes, de moins en moins rentables, pourraient apporter quelques précisions locales, sans remettre en question l'ensemble. Nous ne pouvons fournir des plans équivalents des établissements romains comme les villae de La Chaux (district de Cossonay) (fig. 22), d'Yvonand-Mordagne (district d'Yverdon) (converture) ou de Buchillon - Chanivaz (district de Morges) (fig. 23). Ces différents sites ont donné des images aériennes parfois remarquables, mais en nombre encore trop faible pour permettre les indispensables recoupements avec les résultats des autres méthodes de prospection (sondages, recherches géophysiques, plans d'anciennes fouilles etc....), lesquelles n'ont pas toujours été mises en oeuvre.

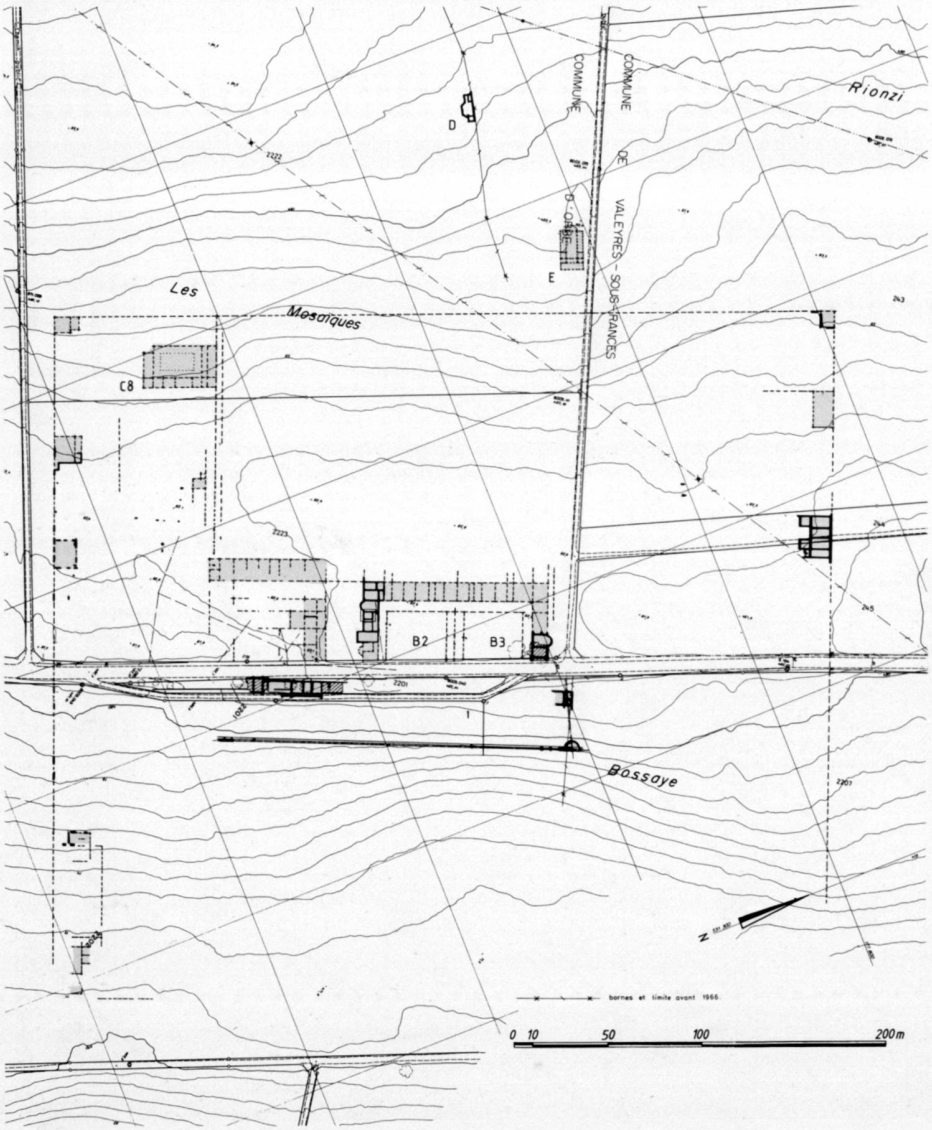


fig. 18
Orbe - Boscéaz. Plan topographique avec état des connaissances archéologiques en 1982 (fouilles, sondages et observation aérienne). Dessin M. Klausener et F. Francillon.
Orbe - Boscéaz. Gesamtplan des Gutshofes, Stand 1982.
Orbe - Boscéaz. Pianta generale della villa romana, stato del 1982.

fig. 19
Orbe - Boscéaz, avril 1965. Le réseau des drains modernes apparaît par séchage en surface des champs labourés. Document BAR.
Orbe - Boscéaz, April 1965. Drainagekanäle erscheinen, aber keine römischen Mauern.
Orbe - Boscéaz, aprile 1965. Appaiono canali di drenaggio ma niente muri romani.

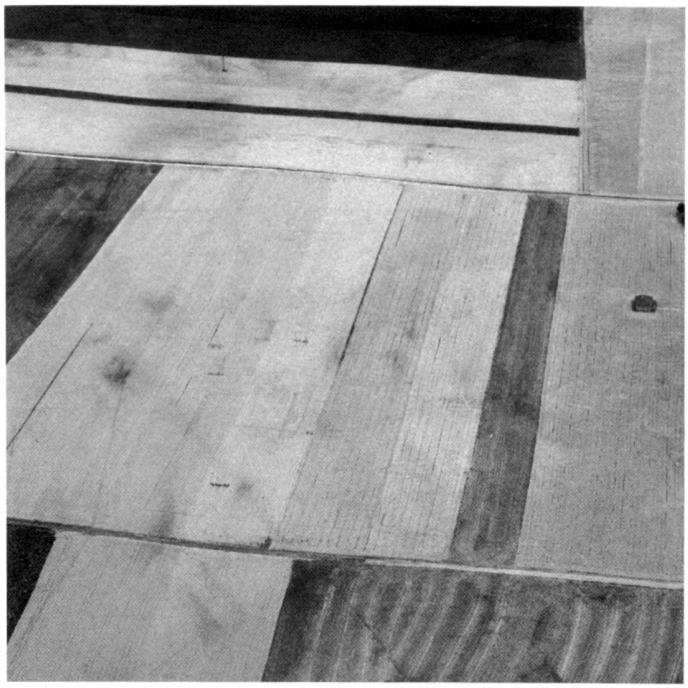


fig. 20
10 juillet 1976 – Vue d'ensemble du plateau d'Orbe – Boscéaz par lumière diffuse, peu avant la récolte des céréales. La plupart des traces de fondations sont visibles simultanément.
10. Juli 1976 – Übersichtsaufnahme von Orbe – Boscéaz: Kurz vor der Getreideernte zeichnen sich bei diffusem Licht die meisten Mauerzüge des römischen Gutshofes ab.
10 luglio 1976 – Vista generale di Orbe – Boscéaz: poco prima della raccolta appaiono nella luce diffusa le fondazioni della villa romana.

fig. 21
2 août 1979 – Dessèchement de la luzerne à l'emplacement des pièces des portiques Nord. Cours B1 et B2. Villa romaine d'Orbe – Boscéaz.
2. August 1979 – Über den Grundmauern der nördlichen Porticus B1 und B2 von Orbe – Boscéaz trocknet die Luzerne aus.
2 agosto 1979 – Sopra le mura dei portici nord B1 e B2 di Orbe – Boscéaz si seccano le piante.

fig. 22
15 juillet 1976 – Vue oblique du site de la villa romaine de la Chaux, occupant une situation analogue à celle de Boscéaz. Champs de blé à maturité et éclairage en fin de journée.
15. Juli 1976 – Die römische Villa von la Chaux im fast reifen Getreidefeld, bei Abendlicht.
15 luglio 1976 – Nella luce di sera la villa romana di la Chaux nel campo di grano quasi maturo.

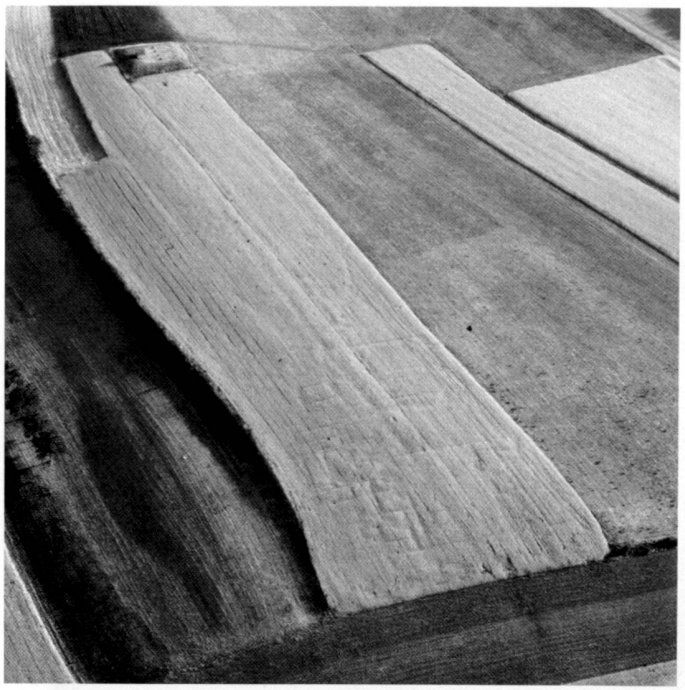


fig. 23
22 juillet 1982 – Traces de la villa romaine de Buchillon-Chanivaz, au bord du Léman, dans les blés à maturité.
22. Juli 1982 – Im fast reifen Getreidefeld zeichnen sich bei Buchillon-Chanivaz die Grundmauern einer römischen Villa ab.
22 luglio 1982 – Nel campo di grano quasi maturo appaiono presso Buchillon-Chanivaz le fondazioni di una villa romana.

Photographies: Section Monuments historiques et Archéologie Etat de Vaud. (Sauf indication contraire.)

1 Document archeologia, 1973.1 (L'Archéologie aérienne, vision fantastique du passé). - Dossiers de l'Archéologie 22, mai-juin 1977 (Les grandes découvertes dues à la sècheresse 1976). - R. Goguey, Vingt ans d'archéologie aérienne, de la Bourgogne à l'Alsace. Archéologia 132, juillet 1979, p. 71-83. - Dossiers de l'Archéologie 43, mai 1980 (Découvertes d'archéologie aérienne. Europe. 10000 ans d'histoire; catalogue de l'exposition de Dole).

2 Il faut citer parmi eux Raymond Chevallier, René Goguey et Roger Agache. Les travaux de ce dernier ont eu pour résultat la publication d'une remarquable carte archéologique qui contient également une bibliographie étendue des travaux français et européens: R. Agache, La Somme préromaine et romaine. Mémoires de la Société des antiquaires de Picardie 24 (Amiens 1978).

3 Pour l'état des travaux en Angleterre jusqu'en 1975, voir Aerial reconnaissance for archeology. Research Report No 12. Council for British Archeology (Londres 1975). - Allemagne: R. Christlein et O. Braasch, Das unterirdische Bayern (Stuttgart 1982).

4 Voir: R. Glutz, Die neue Topographie ur- und frühgeschichtlicher sowie mittelalterlicher Bodendenkmäler. AS 2, 1979, p. 138-146. - W. Drack, Der Stand der Topographierung archäologischer Denkmäler im Kanton Zürich. Zürcher Chronik 2/1982, p. 54-61.

5 D. Weidmann, L'établissement romain d'Orbe-Boscéaz . AS 1, 1978, p. 84-86.

6 H. Bögli et D. Weidmann, Nouvelles recherches à Aventicum. AS 1, 1978, p. 71-74. - F. Bonnet, Les Ports d'Aventicum. AS 5, 1982, p. 127-131.

7 H.-G. Bandi, Die Bedeutung von Fliegeraufnahmen in der Urgeschichtsforschung. Ur-Schweiz 6, 1942, p. 33-35. - H.-G. Bandi, Luftbild und Urgeschichte. ASSPA 33, 1942, p. 145. - H.-G. Bandi, Erfahrungen der Vermittlungsstelle für Fliegeraufnahmen. Ur-Schweiz 9, 1945, p. 49-58. - H.-G. Bandi, Sechs Jahre Vermittlungsstelle für Fliegeraufnahmen der Schweiz. Gesellschaft für Urgeschichte. Mélanges Louis Bosset (Lausanne 1950), p. 199-206. - H. Grütter, Photogrammetrie im Dienste der Archäologie. Ur-Schweiz 26, 1962, p. 1-5. - H. Grütter, Archéologie aérienne. Introduction. Ur-Schweiz 28, 1964, p. 53-66.

8 A. Bruckner, Archäologische Erkundungen mittels Flugzeugs im schweizerischen Nationalstrassennetz. ASSPA 59, 1976, p. 209-210.

9 R. Itié et D. Paunier, Quelques essais récents de photographie aérienne dans le canton de Genève. Document Archeologia, 1973. 1, p. 28-31. - R. Itié et D. Paunier, Des vestiges de centuriation à Genève? Dossiers de l'Archéologie 22, mai-juin 1977, p. 88-91.

10 M. Egloff, Versunkene Dörfer der Urnenfelderzeit im Neuenburger See: Forschungen der Luftbildarchäologie. Arch. Korrespondenzblatt 11, 1981, p. 55-63. - B. Arnold, Cortaillod-Est: avec Icare et Neptune sur les traces d'un village du bronze final. AS 5, 1982, p. 90-93.

11 S. Morgan, Lecture aérienne de la Suisse médiévale (Lausanne 1976). - S. Morgan, De l'oppidum helvète au bourg suisse: Un regard aérien sur les sites affectés à la défense. AS 2, 1979, p. 147-153. - S. Morgan, Villes et bourgades neuchâteloises (Hauterive 1982).

12 Une des réalisations les plus intéressantes, transportable, élevant un appareil à 16 m. pour des prises de vues verticales, a été mise au point par les suédois: E. Nylen, A Turret for vertical photography. Antikvariskt arkiv 24, 1964. - Exemple d'un bipode: J. Whittlesey. Photogrammetry for the excavator. Archeology 19, 1966, p. 273-276. - Exemple de ballons: J. Whittlesey, Balloon over Sardis. Archeology 20, 1967, p. 67-68. - J. Dubois, Photographie aérienne en ballon aérostatique. Archeologia 139, février 1980, p. 41-45.

13 A. Furger et alii, Die Ausgrabungen der neolithischen Ufersiedlungen von Twann (1964-1976). Bulletin SSPA No 32, 1977, p. 2-3.

14 Une excellente vue de ce genre, par R. V. Monti est publiée par R. Kasser, Eburodunum I (Yverdon 1975) p. 108. Elle montre comment le plan en éventail des rues du bourg médiéval d'Yverdon est controlé par une des tours du château. Une vue analogue est publiée par Morgan (note 11, 1976, p. 46).

15 Pour ce genre de prise de vue, voir les recommandations de M. Egloff (note 10).

16 M. Guy, Le traitement optique des photographies aériennes. Document Archeologia, 1973. 1, p. 73-75. - F. Favory, Une méthode pour la recherche et la reconstitution des cadastre antiques: le filtrage optique des photographies aériennes verticales. Les Dossiers de l'Archéologie 43, mai 1980, p. 37.

17 I. Scollar, L'informatique appliquée à la photographie aérienne. Les Dossiers de l'Archéologie 22, mai-juin 1977, p. 78-87.

18 I. Scollar, Transformation of extreme oblique aerial photographs to maps or plans by conventional means or by computer. Aerial reconnaissance for archeology. Research Report No 12. Council fo British Archeology (Londres 1975) p. 52-59. - J.C.C. Williams, Simple photogrammetry (Londres et New York 1969).

19 F. Francillon et D. Weidmann, Pour une nouvelle carte archéologique du Canton de Vaud. Revue historique vaudoise 1981, p. 189-192.

20 G. de Bonstetten, Carte archéologique du canton de Vaud (Toulon 1874). - D. Viollier, Carte archéologique du canton de Vaud (Lausanne 1927).

F. Francillon
D. Weidmann
Monuments historiques et Archéologie
Place Riponne 10
1005 Lausanne

Luftaufnahme und Archäologie im Waadtland

Mit Luftaufnahmen lassen sich manchmal spektakuläre Zeugen der Vergangenheit im Bild fassen. In mehreren europäischen Ländern gehört die Luftfotografie bei der archäologischen Prospektion zu den regelmässig eingesetzten Hilfsmitteln; in der Schweiz wird sie allerdings, nicht zuletzt wegen der stark gegliederten Landschaft, bisher wenig gebraucht. Immerhin haben Luftaufnahmen des Bundesamtes für Landestopographie schon oft alte Strukturen und Mauern erkennen lassen und bei der Vermessung gute Dienste geleistet.
Neben dem immer noch geläufigsten Verfahren mit dem Flugzeug haben die Archäologen verschiedene andere Methoden (Ballon, Fallschirm usw.) für Luftaufnahmen entwickelt.
Die archäologischen Strukturen geben sich auf verschiedene Art und Weise zu erkennen:

- durch oberirdisch noch sichtbare Reste (Ruinen, Burgen, Städte, Wälle, Pfähle im Wasser). Der Stand des Sonnenlichtes spielt eine wichtige Rolle;
- durch Spuren, die sich dank unterschiedlicher Feuchtigkeit und Verfärbungen auf dem blossen Boden, z.B. nach der Ernte, abzeichnen;
- durch unterschiedliches Wachsen und Reifen des Getreides und der Wiesen treten, besonders bei Trockenheit, Strukturen und Mauern im Boden hervor.

Mehrere Flüge und längere Beobachtung eines Fundplatzes vermitteln schliesslich ein recht genaues Bild von längst zerstörten Strukturen, wie das Beispiel von Orbe-Boscéaz oder der Hafen von Avenches zeigen.
Im Kanton Waadt wird die Luftfotografie seit mehreren Jahren mit Erfolg eingesetzt, als Ergänzung zu den Nachforschungen in den Archiven und Museen und zu Geländebegehungen. Eine neue archäologische Karte des Kantons ist nicht zuletzt mit Hilfe der Prospektion aus der Luft zustandegekommen.

Fotografia aerea e archeologia nel cantone di Vaud

Le foto aeree permettono qualche volta di individuare complessi archeologici in maniera spettacolare. In vari paesi europei la fotografia aerea è un mezzo assai comune e usato regolarmente per la prospezione archeologica. In Svizzera invece è stato usato poco finora a causa del paesaggio molto variato. Malgrado questo le foto aeree dell'ufficio federale di topografia hanno fatto spesso scoprire strutture e muri antichi e facilitato la localizzazione precisa.
Il metodo più comune è sempre la foto ripresa dall'aereo, però gli archeologhi hanno sviluppato altri metodi, come le riprese da un pallone o dal paracadute.
Vari principi permettono di riconoscere strutture archeologiche:
- resti visibili in superficie (rovine, fortezze, città, baluardi, pali nell'acqua). E importante la posizione del sole, cioè l'inclinazione dei raggi solari;
- tracce sul suolo dovute alla differenza di umidità e colorazione del suolo differente, visibili par es. dopo la raccolta;
- variazioni della crescenza e della maturazione del grano e sui campi accentuate in periodi di siccità, fanno apparire strutture e muri;
- voli spessi e osservazione prolungata di un luogo archeologico fanno uscire meglio strutture sparite come per es. a Orbe - Boscéaz o il porto di Avenches.

La fotografia aerea è praticata da diversi anni nel cantone di Vaud e con successo. Completa le ricerche negli archivi e nei musei e quelle sul luogo. Una nuova carta geografica archeologica è stata realizzata grazie anche a questo mezzo. *S.S.*