

UTILISATION DES PHOTOS AERIENNES
DANS LA REALISATION DE LA CARTE GENERALE
DES SOLS DU MAROC

H. FARAJ, M. ICOLE, G. MISSANTE et R. WATTEEUW

Introduction

Du 21 au 28 septembre 1964, un congrès international sous l'égide de l'UNESCO s'est tenu à Toulouse sur les « Principes et méthodes d'intégration des études par exploration aérienne des ressources naturelles en vue des possibilités de mise en valeur ».

En fait, il s'est agi surtout d'étudier l'utilisation des photos aériennes pour la connaissance des facteurs du milieu géographique, chacun admettant qu'au terme de ces analyses une synthèse était réalisée pour orienter les choix et justifier les actions en vue d'une meilleure exploitation des ressources naturelles.

Le Maroc était représenté à Toulouse. Deux communications rédigées par des collaborateurs de l'INRA furent présentées. La première de

T. IONESCO et Y. SELOD : « Reconnaissance des milieux pastoraux du Maroc par la Photo-interprétation ». La seconde, rédigée par des pédologues du Service de la cartographie des sols de l'INRA, est reprise et développée dans cet article car elle intéressera tous ceux qui doivent, ou devront ultérieurement, utiliser la carte des sols au 1/200 000 du Maroc.

La carte générale des sols du Maroc est définie à la fois par les fins qui lui sont assignées et les moyens mis en œuvre. Parmi ceux-ci nous ne parlerons que de l'utilisation des photos aériennes dont nous établirons une sorte de bilan à la fois historique et méthodologique.

Historique de l'utilisation des photos aériennes pour la cartographie des sols au Maroc

Les couvertures aériennes ne sont pas récentes. Les premières prises de vue concernent le couloir Sud Rifain (région de Fès à Guercif) et sont faites de 1938 à 1940. La plupart des séries de photos à petites échelles (1/40 000 environ) est réalisée entre 1948 et 1953. Depuis, l'Institut Géographique National, ou bien complète la couverture du territoire (ancienne zone Nord en 1958 ; les hauts plateaux en 1957 et 1962), ou bien refait des séries défectueuses (Doukkala 1963), ou bien encore réalise des couvertures aériennes à échelle plus grande dans les régions économiquement intéressantes pour aider aux actions de développement sous le contrôle des Offices de mise en valeur (le bassin du Sebou, Haouz, Triffa, Tadla, Plaine du Zebra, région de Nador, couverts par des missions établies au 1/20 000. Le Gharb et les périmètres irrigués sont photographiés au 1/10 000).

Pour la cartographie des sols, l'utilisation des photos aériennes remonte à 1948 (BRYSSINE, cartographie dans la Bahira). Cependant un véritable engouement pour la cartographie venue de photos aériennes saisit les pédologues à partir de 1954. Ce succès s'explique par la conjonction de deux faits :

— L'achèvement de la couverture aérienne du Maroc utile comme nous venons de le dire.

— L'aboutissement des recherches des géologues et des géographes qui mettent en évidence des sols reliques, des formes héritées de climats aujourd'hui disparus.

Ces résultats enrichissent les théories pédogénétiques en mettant l'accent sur les pédogénèses fossiles et les mouvements du matériau ori-

ginel. Les travaux des géographes sont immédiatement connus et exploités par les pédologues car, au Maroc, les spécialistes des sciences de la terre « se connaissent, et ont conscience de l'utilité de leurs apports réciproques » (RAYNAL, 1962). Les méthodes cartographiques se modifient aussitôt. Désormais une analyse même sommaire des formes et des dépôts précède l'étude pédologique proprement dite.

Ces formes et ces dépôts pouvant être étudiés par photo-interprétation, on conçoit que la diffusion de cette technique ait été, dès lors, particulièrement rapide.

Nature des informations fournies par les photographies aériennes

La photographie d'avion est une image de l'ensemble des particularités de la surface du terrain. Comme pour toute représentation, chaque particularité concrète ne s'exprime pas, selon sa nature, avec la même fidélité sur la photo. Certains signes photographiques suffisamment descriptifs de la réalité sont immédiatement interprétés par l'observateur, d'autres, au contraire ne reçoivent leur signification qu'au terme d'un examen du terrain plus ou moins long et d'un raisonnement. Aussi classons-nous par ordre de complexité croissante, les diverses catégories de renseignements susceptibles d'être apportés par la photo : le relief, les repères, les limites de sols.

Rappelons que, pour notre cartographie au 1/200 000, nous utilisons comme document topographique les cartes régulières au 1/50 000 chaque fois qu'elles existent ; dans les montagnes nous ne disposons, le plus souvent, que d'un fond de reconnaissance au 1/100 000.

1. Le relief

Comme cela a été maintes fois souligné, la restitution du relief en vision stéréoscopique est d'une fidélité et d'une précision remarquables. Notons toutefois que l'observation d'un couple de photographies d'avion avec le stéréoscope de terrain montre moins la valeur absolue des pentes que les changements de pente. Nous avons souvent remarqué qu'un accident topographique était décelé d'autant plus facilement que la pente variait rapidement et d'une valeur plus grande. Aussi distinguons-nous, parmi les régions que nous avons cartographiées, plusieurs types de paysages :

— les plaines d'accumulation et les régions à larges vallonnements sans ruptures de pente notables.

— les montagnes et régions accidentées où les ruptures de pente sont fréquentes. La représentation en courbes de niveau sur une carte au 1/50 000, a fortiori au 1/100 000, ne fournit pas toujours le modelé propre de chaque forme et, de ce fait, les photos sont un document de valeur supérieure.

— un troisième type de paysage où les ruptures de pente s'organisent le plus souvent selon des axes préférentiels. Ce sont, par exemple, les régions du littoral atlantique, les régions alluviales à terrasses emboîtées et les plateaux entaillés.

Les ruptures de pente qui se « lisent » très bien sur photos aériennes au 1/40 000 sont plus difficilement reproduits et « lus » sur carte au 1/50 000 si les dénivellations sont de faible importance.

2. *Les repères*

La recherche de repères est la préoccupation première du cartographe au terrain.

L'avantage de la photographie d'avion par rapport à la carte est indéniable sous ce rapport. Toute particularité du terrain de dimension suffisante se trouve sur le cliché alors que la carte ne fait figurer que certains détails du terrain qui relèvent d'un choix établi à l'avance.

L'utilité de la couverture aérienne comparée à celle de la carte est d'autant plus grande que la prise de vue est récente. La photographie aérienne permet alors de situer exactement les repères actuels du terrain, éventuellement de rajeunir la figuration planimétrique d'une carte.

L'aisance à se situer dépend du type de paysage :

— dans les régions accidentées, les formes de relief sont les repères les plus utilisés. Par conséquent tout document topographique bien fait au 1/50 000, toute couverture aérienne de bonne qualité d'une échelle voisine, quel que soit leur âge, sont satisfaisants pour les besoins de notre cartographie avec cette nuance que la photo aérienne est l'instrument le plus précis.

— dans les plaines et les plateaux, le repérage est plus difficile. On s'oriente surtout grâce aux particularités planimétriques, ce qui exige le recours aux documents les plus récents et les plus fidèles, c'est-à-dire les photos aériennes ; dans les régions à développement rapide, telles que les périmètres irrigués et le voisinage des grandes villes, l'emploi d'une couverture aérienne récente est indispensable.

3. *Les limites de sols*

a. Notion de séparateur

Parmi toutes les particularités de surface qui sont exprimées sur photos aériennes, certaines sont utiles car elles accompagnent avec une fidélité suffisante un horizon superficiel, un type de sol ou même une association pédologique. Elles servent à faire des séparations ayant une signification pédologique. Ces particularités utiles, visibles sur photos aériennes, nous les appelons des « séparateurs » pour évoquer leur fonction.

Dans certains cas, les séparateurs sont des caractères pédologiques proprement dits, tels que la couleur ou la texture : ce sont alors des « séparateurs directs ». D'autres séparateurs, sans être des caractères du sol, signalent des qualités pédologiques : ce sont les « séparateurs indirects » ou « indicateurs » ; la végétation, le mode d'occupation du sol, le modelé, les formes de relief, sont utilisés comme indicateurs.

b. Utilité des séparateurs

Les séparateurs directs s'expriment sur photos par des tons de différentes valeurs ; ils ne permettent pas toujours de situer avec précision une limite ni de boucler un contour car la valeur du ton résulte de l'action de nombreux facteurs, certains même étant extrinsèques au sol. Par contre les séparateurs indirects, représentés par un ensemble de signes caractéristiques faciles à déchiffrer, sont plus commodes : nous les utilisons de préférence.

L'utilité d'un séparateur ne dépend pas seulement de son « aptitude-à-séparer-sur-photo ». Il faut encore que ces séparations correspondent à des changements dans la nature des sols, c'est-à-dire que le séparateur soit « fidèle ».

Au cours de notre cartographie nous avons constaté qu'un séparateur ne conservait une signification pédologique déterminée que sur une faible surface, ce qui oblige à surveiller sa « fidélité » ; néanmoins, les limites obtenues en contrôlant les séparateurs ont une précision qui satisfait aux exigences de notre cartographie.

c. Procédés complémentaires, sans utilisation de photo aérienne

Malheureusement ce procédé rapide, élégant, ne donne pas toutes les délimitations nécessaires. Nous recourons alors à une technique plus

laborieuse, que nous appelons l' « interprétation de surface ». Il s'agit d'établir des liaisons entre les particularités de surface et la nature du sol, sans passer par les photos aériennes. Cette démarche, analogue à la photo-interprétation, est d'un emploi plus large puisque les particularités de surface ne sont plus soumises à la condition d'être visibles sur photos aériennes. Si « l'interprétation de surface » ne suffit pas à donner des limites, un réseau de sondage est indispensable.

Le rôle de la photo-interprétation dans la rédaction d'une carte

1. Traits généraux de la cartographie des sols au 1/200 000

Notre travail de cartographie est essentiellement descriptif. Les différents types de sols sont définis par un ensemble de caractères morphologiques visibles sur le terrain et de « tests » faciles à effectuer sur place. Dans la rédaction de la légende définitive ces types morphologiques sont situés dans la classification française des sols (AUBERT, DUCHAUFOUR ; Gand, 1962).

La reconnaissance aboutit en général à découper le périmètre de prospection en « unités cartographiques de premier ordre ». Par ce vocable, nous entendons une région que définissent à la fois un type de paysage, un mode d'association des sols et un ensemble de caractères géologiques. Le rôle de chaque facteur — morphologique, pédologique, géologique — dans la caractérisation de cette région est variable selon les zones prospectées.

Dans la mesure où les critères de séparation sont d'ordre morphologique, il va de soi que la photo-interprétation facilitera cette opération.

A l'intérieur de la région unité de premier ordre, la cartographie avance de proche en proche en deux phases. Dans la première, on prospecte en détail une zone de surface limitée afin de mettre au point des schémas de répartition des sols et des règles d'interprétation photographique, en quelque sorte des « recettes ». Au cours de la seconde phase, la progression est plus rapide car il s'agit d'appliquer les procédés précédemment élaborés à une région présentant une analogie suffisante avec la première zone. Un réseau d'observations contrôle cette analogie. Lorsque la généralisation n'est plus possible, on reprend l'examen détaillé du terrain. Cette avance par saccades est imposée par la nature même des procédés d'interprétation. « L'interprétation de surface », comme l'interprétation photographique, n'aboutit, nous l'avons vu plus haut, qu'à des recettes valables localement.

Certaines régions se prêtent à une approche moins empirique dans la mesure où il est possible d'y définir rapidement des « zones-tests » représentatives de l'ensemble. Ce sont ces zones-tests qui feront l'objet de l'étude détaillée.

2. *Adaptation à différents paysages*

a. Les montagnes et les régions accidentées

Dans ces régions les sols appartiennent à des types morphologiques variés, répartis sur un grand nombre de petites plages juxtaposées les unes aux autres. Il est impossible, dans une cartographie au 1/200 000, de restituer les détails de cette mosaïque pédologique. Afin d'obtenir un document lisible, il est indispensable de représenter des ensembles de sols.

Considéré dans sa généralité, le problème de cartographie de ces zones est très complexe puisqu'il s'agit de procéder à la fois à deux opérations complémentaires : un regroupement de sols afin de constituer des ensembles, et une séparation de ces ensembles. L'expérience a montré que ce problème peut être considérablement simplifié par le fait que les caractères morphologiques d'un sol de montagne dépendent étroitement de la nature du substratum géologique et que, réciproquement, des sols reposant sur un même substratum présentent une analogie suffisante pour être groupés en un ensemble pédologique significatif : une association de sols.

La méthode de cartographie consiste à séparer des associations pédologiques déterminées par leur substratum. Dans la pratique, on cartographie d'abord des substratums puis des associations pédologiques. On peut considérer que les substratums jouent ici le rôle d'« unités cartographiques de premier ordre ».

La cartographie des substratums est facilitée par la photo-interprétation : les différents faciès sont très lisibles car on les repère à la fois par des séparateurs directs (couleur de l'affleurement, texture) et des indicateurs de bonne valeur (végétation et surtout relief). Parfois même il est possible, au sein d'un même faciès, de déceler les variations lithologiques au moyen du modelé et de procéder ainsi à des découpages secondaires. La cartographie des associations pédologiques est basée sur l'emploi des séparateurs tel que nous l'avons exposé plus haut. On ne peut indiquer de règle générale d'emploi, chaque zone étant l'objet d'une approche particulière. Cependant la morphologie violemment contrastée permettant de mieux interpréter le rôle de chaque facteur de pédogénèse

dans la formation du sol, facilite la compréhension des règles de répartition à l'intérieur d'une unité cartographique. Ces règles sont utilisées quand elles permettent de mettre en évidence des plages suffisamment grandes.

b. Les plaines

Contrairement aux régions accidentées, dans les plaines, un type de sol occupe généralement une surface étendue et le passage d'un type à un autre est souvent progressif. Ce mode de répartition s'explique par une stabilité relative des facteurs de pédogenèse qui, s'ils varient, ne sont généralement pas l'objet de mutations brutales comme dans les régions de montagne. De par ce mode de répartition et du fait que la valeur agricole d'une plaine exige une description plus fine du terrain, la cartographie en plaine consiste à délimiter des types de sols plutôt que des ensembles de sols. Pour la définition des unités cartographiques de premier ordre, il va de soi que les critères morphologiques et géologiques interviennent peu.

Par l'observation des horizons superficiels, on constate que certaines particularités pédologiques se maintiennent de façon continue ou qu'elles se répètent fréquemment à l'intérieur d'une zone déterminée. On a remarqué au terme de la prospection, que les types de sols, à l'intérieur de cette zone ne variaient pas à l'infini, mais qu'ils se rattachaient à un nombre limité de sols. Un premier tri est faisable. Ces zones, repérées à l'aide de caractères superficiels du sol, sont ici les unités cartographiques de premier ordre. On peut se demander si le fait qu'un caractère de surface se retrouvant constamment sur une grande étendue ne traduirait pas en réalité une certaine homogénéité du dépôt. Les sols qui se développent à partir de ce dépôt seraient liés en quelque sorte par une certaine constance dans la nature du matériau originel, constance que les pédogenèses différentes ne parviendraient pas à masquer. L'existence d'unités cartographiques de premier ordre ne résulterait pas comme en montagne de l'homogénéité du substratum mais de celle du matériau originel.

Il est à remarquer que, contrairement aux montagnes, la distinction des unités cartographiques de premier ordre, résulte de « l'interprétation de surface ». La photo-interprétation intervient au stade ultérieur, dans la cartographie des unités cartographiques de premier ordre. Mais même à ce stade, la part essentielle revient encore à l'interprétation de surface.

c. Les plateaux entaillés et les vallées à terrasses emboîtées

Dans ce type de paysage l'individualisation des formes permet de

caractériser, sinon de dater, les dépôts qui leur correspondent. L'analyse morphologique du pays débouche ainsi directement à la séparation en unités cartographiques de premier ordre.

Conclusion

La connaissance du terrain est indispensable pour établir les recettes d'interprétation, pour vérifier la valeur des limites obtenues à l'aide des photos, et pour procéder aux délimitations qui ne peuvent être faites par la photo-interprétation. Le travail de photo-interprétation n'est pas dissocié du travail de terrain, il est réalisé par le pédologue.

La carte des sols au 1/200 000 a deux utilités. Elle constitue le canevas des études pédologiques ultérieures à grande échelle. Elle est aussi un élément d'inventaire parmi d'autres (carte des milieux pastoraux, carte de l'érosion, etc.) sur le milieu physique marocain. L'intégration de ces documents en vue des actions de développement interviendra au terme des études particulières par la rédaction de la carte des vocations culturelles. Nous pensons que le travail à venir sera plus facile et plus précis si les photos maquillées ayant servi à l'établissement des cartes ont été conservées.

Manuscrit déposé le 8.12.64

Région de Matmata (est de Fès)

Mission photographique : Fès 1948, couple stéréo 322 et 323. Ech. approx. 1/40 000

1. Examen de la photo

Qualité moyenne dans la netteté. Recouvrement dans le sens de la petite dimension.

2. Unités cartographiques de premier ordre (U.C.P.O.)

Mise en évidence de 3 U.C.P.O.

« A » : les basses terrasses de l'oued Inaouene et affluents ;

« B » : une terrasse de l'oued Inaouene ;

« C » : le substratum miocène.

Délimitation par le modelé, par la situation des « U.C.P.O. » dans le paysage après photo-interprétation et prospection de terrain.

3. Sols associés

Observés après prospection minutieuse du terrain.

ZONE A : les basses terrasses sont caractérisées par un dépôt alluvionnaire plus ou moins argileux.

A₁ : sols peu évolués bruns et paravertisols bruns.

A₂ : sols peu évolués gris.

Délimitation après observation de terrain et généralisation sur photographie : les sols de couleur brune occupent toutes les basses terrasses des affluents de la rive gauche de l'oued Inaouene ; les sols gris occupent les terrasses les plus récentes de cet oued.

ZONE B : la haute terrasse de l'oued Inaouene est caractérisée par un dépôt rouge, caillouteux, peu ou pas calcaire sur un limon encroûté.

B₁ : sols bruns calcaires, quand le dépôt rouge a été tronqué par l'érosion.

B₂ : vertisols et paravertisols bruns sur croûte tuffeuse ou zonaire. Délimitation par leur situation, et l'utilisation de l'indicateur indirect « touffes de palmiers nains (doum) » caractérisant les sols bruns calcaires les moins profonds.

ZONE C : le substratum miocène

— Croupes convexes

C₁ : vertisols bruns sur marnes.

C₂ : sols bruns calcaires grossiers sur marnes sableuses calcaires. Délimitation par l'utilisation de l'indicateur indirect « doum », laissé là où le sol est le moins profond (en C₂).

— Sur les talus et les entailles plus vigoureuses

C₃ : sols bruns calcaires peu profonds, caillouteux sur substratum miocène.



Malmala

Oulad Sidi Cheik (route de Meknès à Fès)

Cliché I.G.N. Mission Maroc 50-51, NI 30 VII 4 cd, couple stéréo 3 et 4

Ech. approximative 1/50 000

1. Examen des photos

ZONE A

Ton photo assez clair ; forte dénivellation par rapport à la zone B ; modelé caractéristique des paysages de marnes ; quelques taches plus foncées avec plantations importantes.

ZONE B

Ton photo assez foncé surtout dans la partie sud ; forte occupation humaine le long de la faille et petits champs ; dans la partie sud, grandes exploitations. L'examen stéréoscopique indique quelques zones à mauvais drainage ; des taches claires sont à caractériser.

2. Unités cartographiques de premier ordre (U.C.P.O.)

L'observation du terrain nous amène à considérer deux U.C.P.O. principales : les collines marneuses du Miocène tortionien, le long des rides prériftaines, et les sols sur calcaire lacustre. L'exemple choisi montre le contact entre ces 2 unités.

La délimitation est très nette ; elle résulte des modèles différents et de la forte dénivellation existant entre ces 2 zones (tectonique, postérieure au dépôt des calcaires lacustres, l'érosion déclenchée a mis à nu les marnes).

3. Sols associés

Pour l'exemple donné, en plus de l'observation du terrain qui a un rôle prépondérant, nous indiquons les éléments de la photo qui facilitent les délimitations :

ZONE A

A₂ : collines marneuses — sols peu évolués et régosols.

A₁ : flancs de collines où des résurgences de la nappe (suintements et sources) permettent la plantation de l'olivier — sols peu évolués hydromorphes.

ZONE B

B₃ : ton photo clair, douars — affleurement de la dalle au niveau de la faille.

B₄ : pas de séparateur — sols bruns calcaires sur croûte calcaire.

B₅ : pas de séparateur — sols châtaîns subtropicaux profonds. Les taches plus claires correspondent à des labours de défoncement ayant ramené du calcaire en surface.

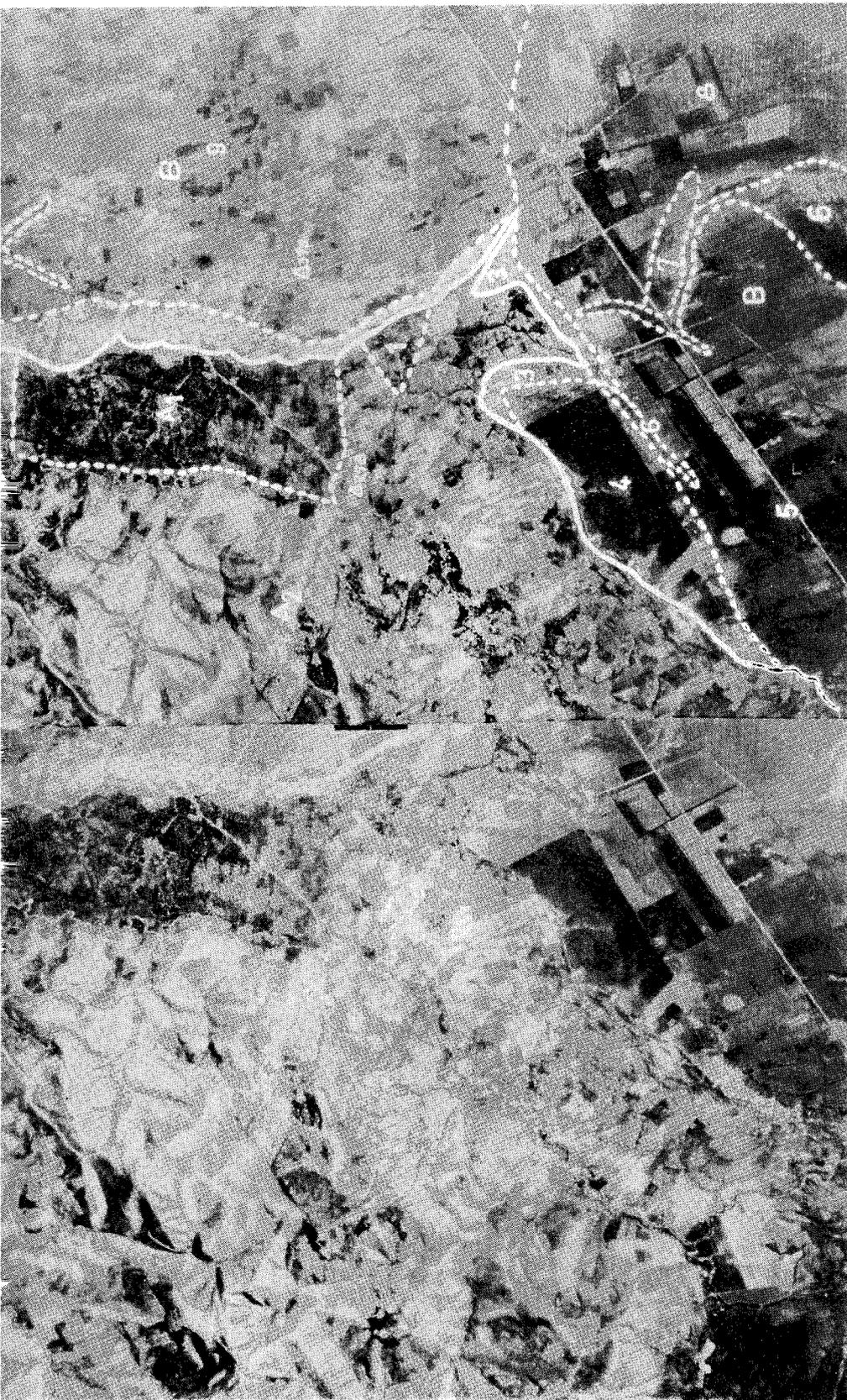
B₆ : ton photo plus sombre, légère dépression — tirs noir grossier.

B₇ : bombement calcaire — sols rendziniiformes, squelettiques sur croûte calcaire.

B₈ : pas de séparateur — sols rouges lessivés, argilo-sableux, profonds.

B₉ : mode d'occupation du sol (petits champs) — sols sableux rubéfiés, squelettiques à minces sur calcaire lacustre.

B₁₀ : dépression, ton photo foncé — sols hydromorphes.



Oulad Sidi Cheik

Région d'Aguelmous

Mission Maroc 1955, NI 30 VII, couple stéréo 048 et 049, Ech. approx. 1/55 000

Qualité de la mission : netteté excellente

1. Examen de la photo

L'examen de la carte géologique nous montre, dans la région étudiée, deux substratums différents : les quartzites et les schistes. Sur photos aériennes, les quartzites se reconnaissent à leur forme homogène, un relief élevé mais peu découpé, des crêtes rocheuses orientées. Les schistes quant à eux sont fortement découpés, offrent une grande variété de paysages aux modelés et tons très différents. Nous considérons ces substratums comme étant les « unités cartographiques de premier ordre ». Nous les désignons par « A » pour les quartzites et « B » pour les schistes.

2. Subdivision des U.C.P.O. (observation photo et contrôle terrain)

ZONE A

A₁ : nombreux affleurements rocheux sous couvert forestier peu dense ; sols squelettiques associés à des sols bruns forestiers.

A₂ et A₃ : observez l'opposition de versants.

— A₂ : exposition sud, teinte plus claire, érosion plus marquée : griffes et entailles, pente plus raide. Sols squelettiques caillouteux.

— A₃ : exposition nord, ton plus sombre, érosion peu marquée, versants plus longs d'où accumulation plus importante de matériau. Association de lithosols, sols peu évolués et parfois sols hydromorphes.

ZONE B

B₄ : faciès analogue à A₃, mais substratum différent (schiste) d'où érosion plus marquée, relief plus tourmenté. Association de régosols, sols peu évolués minces et sols hydromorphes.

B₅ : alluvions : sols profonds à texture hétérogène ; dans le cas présent ces sols sont peu évolués.

B₇ : cuvette d'accumulation caractérisée par une teinte sombre homogène. Sols profonds.

B₆, B₈, B₉ : paysages subissant l'érosion ; trois étapes à observer dans le processus.

— B₆ : 1^{er} stade — Collines très découpées mais relief encore important ; végétation maigre. Association de régosols et sols bruns dégradés.

— B₈ : 2^e stade — Disparition de la végétation ; griffes de l'érosion de plus en plus nombreuses ; début de nivellement. La proportion des régosols augmente par rapport aux sols bruns.

— B₉ : 3^e stade — Substratum mis à nu partout ; paysage nivelé ; le chevelu plus sombre sur la photo représente des zones d'accumulation, la teinte plus claire indique un décapage.

Ce paysage, assez fréquent, est caractérisé par une association de régosols et de sols peu évolués minces caillouteux.

NOTE : Dans la cartographie générale nous avons groupé B₈ et B₉. La distinction n'a été faite ici que pour indiquer les différents stades de l'érosion.



Aguelmous

Dayet el Kochtam (Sud-Ouest de Fès)

Cliché I.G.N. Mission Maroc 50-51, N° 30 VII 4 cd. Photo 61. Ech. approx. 1/40 000

1. Examen de la photo (sud de la faille)

ZONE A

Ton foncé — rares cultures — quelques petites dayas, très faible occupation humaine.

A₁ : grandes cultures — à priori même formation.

ZONE B

Ton clair avec plage centrale foncée — grande daya — limites nettes — nombreux champs.

Les douars sont installés le long de la bordure sud (présence de l'eau).

2. Unités cartographiques de premier ordre (U.C.P.O.)

L'observation de terrain nous fait considérer 2 U.C.P.O.

a. dans l'une, les terrains sont rouges, non calcaires, peu profonds le substratum étant le calcaire lacustre lapiazé (zones A et A₁).

b. dans l'autre les terrains sont des alluvions récentes, grises, très calcaires (zones B et B₁).

Le ton photo différent lié au modelé (les zones B sont toujours dans les dépressions) et aussi au mode d'occupation du sol permettent des délimitations faciles.

Remarquons que l'U.C.P.O. « B » est constituée de plages dispersées dans l'U.C.P.O. « A ».

3. Sols associés

En fonction des délimitations opérées sur la photo, nous observons sur le terrain :

ZONE A : sols rouges méditerranéens squelettiques sur dalle calcaire.

A₁ : idem, mais sols moyennement profonds.

ZONE B : sols peu évolués sur « alluvions à dragées ».

B₁ : mêmes sols, faciès hydromorphe.



Dayet el Kochlam

Région d'El Kelaa des Shrarna

Climat aride à hiver tempéré. Pentes faibles d'exposition nord
Mission I.G.N. Maroc n° 8, 1948. Photos 183-184. Ech. approx. 1/37 000

1. Examen de la photo

ZONE A

Ton photo gris foncé, assez uniforme, faible occupation du sol, réseau hydrographique dense mais peu différencié.

ZONE B-A

Bien individualisée, ton photo noir. Forte occupation humaine, nombreux petits champs récemment labourés.

ZONE B

Ton photo clair avec trois nuances principales B₁, B₂, et B₃, réseau hydrographique très découpé; irrigation traditionnelle au réseau dense de séguias.

2. Unités cartographiques de premier ordre (U.C.P.O.)

L'observation du terrain nous indique que les zones A et B appartiennent à 2 U.C.P.O. :

— dans la zone A, les terrains sont profonds, bruns, calcaires et en général irrigués;

— dans la zone B, les terrains sont peu profonds, rouge-brun, non calcaires, et caillouteux, le substratum étant la dalle calcaire; ils sont peu cultivés.

La distinction entre ces 2 unités est faite grâce :

- a. à un séparateur direct; ton photo bien contrasté de ces deux dépôts de nature différente.
- b. à un séparateur indirect: mode d'occupation du sol.

3. Sols associés

Pour l'exemple choisi, les sols se répartissent de la façon suivante :
ZONE A : sols bruns-rouges (rouges steppisés) caillouteux, squelettiques à minces sur dalle calcaire.

ZONE B-A : complexe de sols bruns, peu profonds et caillouteux; de sols bruns-rouges squelettiques et d'affleurements de dalle.

ZONE B : sols bruns subtropicaux à encroûtement granulaire.

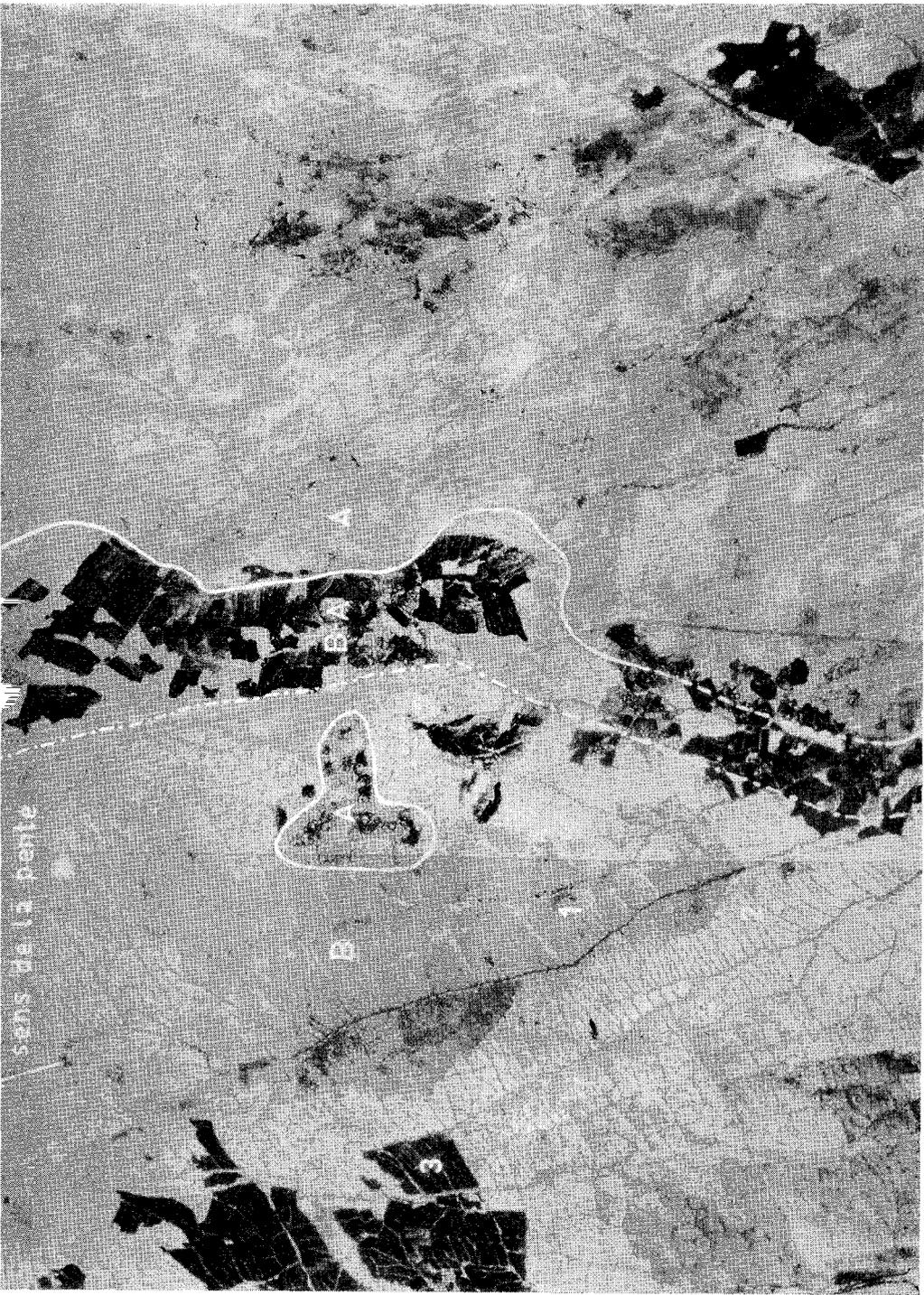
Nous constatons un léger débordement de la zone A (bombement de la dalle) dans la zone B.

Les nuances observées dans la zone B correspondent à :

B₃ : labours récents;

B₂ : jachères de 2 ans;

B₁ : labours de l'année précédente.



El Keiaa

ملخص

استغلال الصور الجوية في تحقيق خرائط عامة لاراضي المغرب

تسجل الصورة الجوية الخصائص الآلية لاصل الاراضي؛ وتبرز في نفس الوقت الجودة العلمية للتربة.

وقاعدة وضع خرائط للاراضي هي البحث عن الاوضاع الواقعة بين الاراضي المغطات بطبقات جيولوجية منقرلة في المناطق، حيث شقوق المرتفعات شيرة (جبال)، او متنوعات في الطبيعة ذات آلية اصلية في المناطق بدون شقوق المرتفعات المذكورة (سهول)

تجمع هذه المعلومات بسهولة في الصور المعبرة بالمناطق المصابة مثل ما في السهول والفحص فوق الارض الاولية. نتيجة الصور المعبرة، لا يمكن ان تفرق بين عمل الارض؛ بل يجب ان تكون قد وضعت من طرف عالم التربة او تحت اشارته

RÉSUMÉ

La photographie aérienne enregistre les caractères des matériaux originels des sols, en même temps qu'elle signale des qualités pédologiques.

La base du travail de cartographie des sols est de rechercher des oppositions entre des substratums géologiques dans les régions où les ruptures de pentes sont nombreuses (montagnes), ou des variations dans la nature des matériaux originels dans les régions sans ruptures de pente notables (plaines).

Dans les régions accidentées, ces renseignements sont facilement réunis par la photo-interprétation alors que dans les plaines, la prospection sur le terrain demeure primordiale. En conséquence, la photo-interprétation ne peut pas être dissociée du travail de terrain ; elle doit être faite par le pédologue ou sous sa direction.

RESUMEN

Fotografías aéreas y cartografía de suelos

La fotografía aérea reproduce los caracteres de los materiales origi-

nales de los suelos, señalando al mismo tiempo ciertas cualidades edafológicas.

La base del trabajo cartográfico de los suelos consiste en investigar las oposiciones entre los substratos geológicos en las regiones en que abundan las rupturas de pendiente (montañas), o las variaciones en la naturaleza de los materiales originarios sin notables rupturas de pendiente (llanos).

En las regiones accidentadas estos datos se reúnen sin dificultad mediante la interpretación de la fotografía aérea, mientras que en los llanos la prospección « *in situ* » continua siendo primordial. Por consiguiente, la interpretación de la fotografía aérea no puede ser disociada del trabajo efectuado en el terreno ; tiene que hacerse por un edafólogo o bajo su dirección.

SUMMARY

Aerial photographs and soil cartography

Aerial photographs record the characters of parent materials of soils and, at the same time, points out some of pedological properties.

Soil cartography work is based on the search either for oppositions between geological substratums in regions with numerous breaks of slope (mountains), or for variations in the nature of parent materials in regions without appreciable breaks of slope (plains).

In mountainous or hilly regions such information is readily collected from aerial photo interpretation, whereas in the case of plains field prospection remains of primary importance. Therefore aerial photo interpretation cannot be separated from field work and must be done by the soil scientist or under his guidance.

BIBLIOGRAPHIE

- BRYSSINE, G. — 1948. Etude préliminaire des sols du périmètre irrigable des Srahna. — S.R.A. Rabat.
- BURINGH, P. — 1960. The application of Aerial Photographs in soil surveys. Manual of photographic Interpretation. — Amer. Soc. of Photogrammetry (Washington D.C.).

- CRESWICK, W.S. & W.H. ROCHWELL — 1959. Application of aerial - photographic technics to agricultural surveys. — *In* LUEDER, D.: Aerial photographic interpretation Book Company Inc., pp. 373-385, Washington.
- HAGENZIEKER, D. — 1964. The tropical grey and black earths of the Accra plains, Ghana, their environment, characteristics and air - photograph mapping. — *Netherlands Journal of Agricultural Science*, Wageningen, vol. 12, 2.
- PLATONENKO, M.A. — 1960. Accuracy in mapping soils from aerial photographs ; translation in : *Soviet Soil Science*, 1, May 1961.
- RAYNAL, R. — 1962. Pédologie et Géomorphologie au Maroc. — *Revue de Géographie du Maroc*, 1 et 2, Rabat.
- VEENENBOS, J.C. — 1957. Méthode et coût d'une étude de classification des terres et des sols par l'emploi de la photographie aérienne. — *Sols africains*, IV, pp. 122-135.
- VINK, A.P.A. — 1963. Aspects de pédologie appliquée. — A la Baconnière, Neuchâtel.