

MICROMORPHOLOGIE DES PROCESSUS D'ALTERATION
DES ROCHES ULTRABASIQUES DE COTE D'IVOIRE EN
VERMICULITE, MONTMORILLONITE ET KAOLINITE

Delvigne, J. (1)

INTRODUCTION. -

Le KOUA BOCCA est une petite colline de roches ultrabasiques formant un massif de quelques kilomètres carrés de superficie et qui domine de 200 mètres environ la plaine granitique qui forme le paysage habituel du Centre de la Côte d'Ivoire.

L'histoire géomorphologique de la région est complexe et est le résultat de la succession de cinq périodes d'aplanissement et de cuirassement des sols sous climat sec ou de transition alternant avec des périodes d'altération profonde sous climat chaud et humide. La formation du relief du KOUA BOCCA date de la seconde période d'aplanissement (Mio-Pliocène) et s'est poursuivie durant les trois dernières périodes du Quaternaire : formation du Haut Glacis au Quaternaire ancien, du Moyen Glacis au Quaternaire moyen et du Bas Glacis au Quaternaire récent.

Les altérations les plus anciennes datant de la fin du Secondaire et du début du Tertiaire sont, dans la région environnante du type ferrallitique à Gibbsite avec formation de Bauxite. On ne les retrouve pas dans le massif du KOUA BOCCA. Seules quelques boules de bauxite retenues sur les flancs de la colline témoignent de ce lointain passé. Les altérations suivantes qui datent du Mio-Pliocène et du Quaternaire ancien sont également du type ferrallitique mais à Kaolinite et hydroxydes de fer. On re-

(1) Laboratoire de Sedimentologie.

NICE. - FRANCE

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

trouve dans la partie amont des glacis périphériques des lambeaux de cette ancienne surface jusqu'ici épargnés par l'érosion. Les altérations plus récentes, à partir du Quaternaire moyen sont au contraire du type ferrugineux et vertique.

Un grand nombre de puits a été foncé dans les différents niveaux géomorphologiques afin de différencier les processus d'altération suivant leur âge et leur intensité.

PETROGRAPHIE.

Le massif de roches ultrabasiques est constitué d'un ensemble de stratifications à pendage NNE de compositions minéralogiques variables pouvant être rassemblés en quatre types fondamentaux :

- Diopside 80 % + Olivine 10 % + Magnétite 10 % .
- Diopside 80 % + Olivine 5 % + Hypersthène 5 % + Magnétite 10 % .
- Diopside 70 % + Hypersthène 10 % + Hornblende 15 % + Magnétite 5 % .
- Diopside 40 % + Hornblende 35 % + Plagioclase 25 % .

Cet ensemble sous l'influence des granites encaissants remobilisés à une période ultérieure du Précambrien s'est différencié en trois auréoles concentriques distinctes :

- zone centrale non modifiée,
- couronne moyenne où 20 % des minéraux sont transformés en Hornblende poecilitique verte,
- Couronne extérieure où 80 % des minéraux sont transformés en Hornblende verte et en Epidote.

Ce complexe ainsi différencié a été enjetté de filons de Pegmatite et de Quartz ayant eu pour résultat la trans

formation partielle ou totale, dans les épontes plus ou moins épaisses, de :

- l'Olivine en Serpentine,
- l'Hypersthène en Talc et en Trémolite,
- le Diopside en Actinote et en Pistachite,
- la Hornblende en Ouralite,
- le Plagioclase en Zoizite et en Paragonite.

Les injections de Pegmatite ont été accompagnées par des cristallisations parfois importantes, jusqu'à 3% d'Apatite venant se loger dans la Hornblende et à proximité des Magnétites.

Tous ces types pétrographiques, une fois portés en surface par le jeu de l'érosion, se transforment à leur tour sous l'influence des phénomènes superficiels variables eux-mêmes en intensité et en durée suivant la position topographique de l'endroit considéré et suivant l'époque géologique et géomorphologique durant laquelle ces phénomènes se sont manifestés.

MICROMORPHOLOGIE DES ALTERATIONS VERTIQUES.

Les altérites et les sols à caractère verticale occupent environ 80 % de la surface du massif du KOUA BOCCA. Le reste est constitué d'une part de la colline centrale entièrement rocheuse aux pentes trop raides pour pouvoir conserver les altérations et les sols et d'autre part des quelques lambeaux cuirassés sur altération ferrallitique ancienne épargnés par les cycles d'érosion plus récents.

L'épaisseur des altérites à caractère verticale est variable suivant la pente des glacis périphériques : en amont, aux pieds de la colline centrale, les altérites affleurent et ont une épaisseur de une à trois mètres; dans la zone moyenne des glacis les altérites sont épaisses de plus de dix mètres et recouvertes par un sol gravillonnaire et caillouteux d'un mètre d'épaisseur; dans les zones aval, les sols

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

sont plus épais, plus argileux et reposent sur un niveau d'altérites réduit à un ou deux mètres d'épaisseur. Les profils les plus intéressants sont donc situés à mi-pente des glaciers.

1) L'altération de l'Olivine;

L'Olivine est certainement le minéral le plus sensible aux agents de l'altération qu'ils soient d'origine métamorphique ou superficiels. Il arrive fréquemment que l'Olivine soit le seul minéral qui soit altéré dans une roche qui a conservé par ailleurs un aspect parfaitement frais. Pour cette raison il est souvent difficile d'attribuer telle ou telle altération observée dans l'Olivine à un processus de transformation profond ou superficiel.

Dans les profils situés à hauteur des glaciers moyen et inférieur et présentant des caractères vertiques indiscutables, on peut distinguer plusieurs types d'altération de l'Olivine : en Serpentine, en Iddingsite et en Nontro-nite.

a) L'altération en Serpentine :

Celle-ci est d'origine métamorphique ou hydrothermale; elle est accompagnée le plus souvent par la transformation partielle des autres minéraux en Talc, en Actinote ou en Epidote. Nous n'insisterons pas sur cette transformation indépendante des conditions superficielles.

b) L'altération en Iddingsite :

Celle-ci est assez courante dans le massif étudié et se rencontre autant dans les profils d'altération profonds que dans les roches relativement fraîches recueillies en affleurement. N'étant généralement accompagnée d'aucun autre minéral secondaire, ni d'origine profonde ni d'origine superficielle, il est délicat de se prononcer sur l'origine exacte de ce type d'altération. N'a-

yant toutefois été retrouvée, en affleurement ou dans les profils, que dans la partie amont des glacis, il est probable que cette altération soit due aux phénomènes superficiels et qu'elle se présente en position intermédiaire entre l'altération en Goethite (voir plus loin : altération ferrallitique) et l'altération en Nontronite (voir ci-dessous en c.).

En général la transformation de l'Olivine en Iddingsite est totale, tout le cristal de Péridot étant transformé en un seul cristal rouge ou brun-rouge d'Iddingsite. Les noyaux frais d'Olivine sont rares et ne sont pas denticulés : ils sont irréguliers et caverneux. La transformation initiale est probablement isovolumétrique. Toutefois, avec le vieillissement de l'échantillon après extraction, les feuillets d'Iddingsite ont tendance à se décoller et à former des pores allongés parallèles. Cette rétraction peut être due à la dessiccation en conditions naturelles à la surface des affleurements ou en conditions artificielles en laboratoire, car on ne rencontre jamais d'illuviation entre les feuillets d'Iddingsite contrairement à ce que se passe dans le cas des changements de volume de la Vermiculite.

c) L'altération en Nontronite :

Contrairement à l'Iddingsite, la Nontronite ne se rencontre que dans les profils d'altération profonds à caractère vertical.

La transformation pénètre surtout le long des cassures du minéral et progresse vers l'intérieur de celui-ci en suivant les zones de faiblesse, isolant des noyaux d'Olivine grossièrement denticulés, voire triangulaires. La Nontronite se présente sous forme de phyllite assez largement cristallisée (10 à 20 microns), jaune à vert, à forte biréfringence et sensiblement orientée suivant l'axe C du minéral primaire. Dans les plages d'Olivine totalement al

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

térées, cette orientation de la Nontronite sur le réseau primaire est toutefois beaucoup moins bien marquée.

2) L'altération de l'Hypersthène.

L'altération de l'Orthopyroxène commence très tôt mais se poursuit très lentement à travers tout le profil d'altération. Celle-ci se fait en Nontronite vert pâle, très peu pléochroïque, à biréfringence élevée, d'orientation parallèle à la direction d'extinction du pyroxène : la Nontronite, d'extinction droite, s'éteint donc en même temps que les noyaux d'Hypersthène dont elle provient.

L'altération est périphérique, centripète mais progresse aussi le long des cassures transversales des prismes de Pyroxène, cassures fréquentes dans ce type de cristal. Le contact est net entre les deux phases : rectiligne suivant une direction parallèle à l'allongement des prismes, finement denticulé au contraire parallèlement aux autres axes.

La taille des feuilletts de Nontronite est variable suivant les échantillons et va de 5 à 50 microns environ. L'intensité de la couleur verte de la Nontronite semble être en rapport avec la teneur en fer initiale du Pyroxène, l'excédent de fer pouvant même cristalliser seul en fins granules de Goethite en bordure des plages de Nontronite.

Notons que l'altération hydrothermale de l'Hypersthène fournit du Talc, que cette transformation procède, comme en surface, le long des cassures et est centripète. L'excès de fer libéré de l'Hypersthène et refusé par le Talc cristallise en fins granules de Magnetite rejetés en couronne autour des plages de Talc. Il y a là une surprenante convergence des formes bien que les causes soient très différentes.

3) L'altération du Diopside.

L'altération du Clinopyroxène commence beaucoup

plus tardivement que celle de l'Olivine ou de l'Hypersthène et ne débute qu'à mi-hauteur des profils d'altération. Elle s'accompagne généralement d'une diminution brutale de la résistance mécanique de la roche altérée, celle-ci devenant plus friable et plus poreuse. La transformation se fait en trois étapes successives :

- Dans un premier temps, le Pyroxène jusqu'alors assez massif et non fracturé, se charge d'un clivage très fin et très serré, surtout visible en section perpendiculaire à g_1 , conférant au minéral une couleur générale légèrement grisâtre. Il ne semble pas toutefois qu'il y ait transformation minéralogique à ce stade de l'altération.
- Dans un deuxième temps apparaît la Montmorillonite, minéral phylliteux jaune - crème, légèrement pléochroïque, de forte biréfringence. La Montmorillonite apparaît surtout en périphérie des grains de Diopside et progresse irrégulièrement vers l'intérieur du pyroxène isolant des noyaux de Diopside caverneux et finement denticulés. Généralement un seul cristal de Montmorillonite remplace le cristal primitif de Pyroxène. L'extinction de la Montmorillonite se fait ainsi en une seule fois, parallèlement à l'axe ϵ du Pyroxène et donc obliquement par rapport à la direction d'extinction des noyaux de Diopside, puisque ce minéral présente une extinction fortement oblique. Cette particularité permet de photographier les deux phases en présence sur deux clichés séparés puisque leur extinction, et donc leur maximum d'éclairement, n'ont pas lieu en même temps. Il semble y avoir un certain espace entourant les noyaux de Pyroxène qui les sépare ainsi de la phase phylliteuse néoformée. Il est difficile de dire si cet espace, large de quelques microns, est vide ou occupé par un matériau amorphe incolore.

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

- Dans un dernier temps, les noyaux denticulés de Pyroxène disparaissent au profit de la Montmorillonite qui s'étend et qui finalement se présente sous forme d'une plage monominérale, de couleur jaune beige, irrégulière, poreuse et lamellaire. Les grains de Diopside assemblés primitivement dans la roche fraîche en mosaïque de grains équidimensionnels sont finalement tous altérés en une mosaïque de plages de Montmorillonite diversément orientées comme l'étaient les Pyroxènes.

4) L'altération des Hornblendes.

Dans la roche fraîche il s'agit le plus souvent de Hornblende brun vert à structure largement poecilitique englobant et digérant au moins partiellement de nombreuses inclusions, plus ou moins arrondies de Diopside, d'Hypersthène et de Magnétite. Les plages de Hornblende poecilitique peuvent atteindre de deux à douze millimètres de diamètre. Elles contiennent très souvent des prismes aciculaires d'Apatite. L'orientation cristallographique de la Hornblende est quelconque par rapport à la structure du massif et par rapport à la surface du sol.

Par altération on voit les Hornblendes se transformer rapidement en Vermiculite disposée en longs feuillets parallèles, de la dimension des plages primitives d'Amphibole, fortement pléochroïque jaune vif à incolore, incluant d'une part des îlots caverneux de Hornblende ayant conservé leur orientation originale et d'autre part les inclusions arrondies et non modifiées de Diopside et des autres minéraux primaires.

Il n'a pas été possible, dans l'état actuel de nos recherches, d'observer les tout premiers stades de l'altération de la Hornblende, celle-ci se faisant à très grande

profondeur. Toutefois, vu la disposition des fragments ca verneux de Hornblende autour des plages de Vermiculite, il semble que l'altération progresse à partir du centre des cristaux d'Amphibole et soit centrifuge. Le contact entre les phases primaires et secondaires est net et sans zone de transition.

Très rapidement les résidus d'Amphibole disparaissent, au profit de la Vermiculite. Celle-ci présente une orientation quelconque par rapport à la Hornblende primitive mais toutes les plages de Vermiculite ont une orientation presque constante, parallèle ou légèrement oblique par rapport à la surface du sol. L'orientation nette, la nature micacée et la grande taille de la Vermiculite confère à la roche altérée un aspect de micaschiste tendre et grossier.

Avec l'augmentation rapide de la proportion de Vermiculite, on assiste à une expansion assez forte du volume initial de la roche, les minéraux frais anguleux tels que la Magnétite ou les Hypersthènes et les minéraux fragiles tels que les longs prismes d'Apatite initialement inclus dans la Hornblende, sont tronçonnés et déplacés, la masse gonflante périphérique ayant disloqué et entraîné ces fragments de minéraux dans leur expansion. La porosité de la roche s'accroît considérablement. D'après des mesures faites sur des fragments disloqués et déplacés originellement joinifs de minéraux, on peut estimer à 100 % le volume de gonflement de la Hornblende dans le sens perpendiculaire aux feu llets de la Vermiculite, ce qui entraîne un gonflement total de la roche compris entre 20 et 70 % suivant la proportion initiale de Hornblende dans la roche fraîche. Cette expansion peut être tenue pour responsable de l'orientation préférentielle de la Vermiculite parallèlement à la surface du sol, l'expansion pouvant alors se faire dans une direction de moindre pression.

Le titane initialement camouflé dans l'Amphibole cris

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

tallise en aiguilles rayonnantes de rutile disposées à 120° les unes par rapport aux autres dans le plan des feuillets.

5) Les minéraux d'illuviation.

Les roches altérées sont en grande partie composées de minéraux gonflant et se rétractant sous l'effet des variations climatiques saisonnières. Les profils de sols et d'altérites sont parcourus de fractures et de surfaces de glissement transminérales ou interminérales et les minéraux eux mêmes sont parcourus par des pores intraminéraux.

Les deux premiers types de fractures qui parcourent les profils sur plusieurs mètres d'épaisseur sont assez larges, de 50 micros à 8 mm de largeur, et sont fréquemment remplies de phyllites illuviées soit de couleur brun rouge, formées d'un mélange de Kaolinite et de Montmorillonite provenant des horizons de surface, soit de couleur verte, formées essentiellement de Nontronite provenant d'une illuviation interne dans la profondeur du profil.

Les premières sont le plus souvent rubanées, des couches foncées alternant avec des couches plus claires de granulométrie légèrement différente, surtout près de la surface du sol. Les secondes, au contraire, sont rarement rubanées, peu orientées, fissurées à leur tour, débitées en écailles irrégulières. Certaines fractures profondes, sous la pression des gonflements interne due à l'expansion de la Vermiculite au moment de sa formation aux dépens de la Hornblende sont rectilignes et servent de plans de glissement entre les compartiments voisins, comme en témoignent les beaux "mirroirs" et les longues stries de glissement retrouvés sur les faces de certains échantillons. L'illuviation des argiles le long de ces plans a certainement facilité les glissements.

MICROMORPHOLOGIE DES ALTERATIONS FERRALITIQUES.

Dans la partie amont des glacis périphériques du KOUA BOCCA ont été conservés, grâce souvent à la présence d'une épaisse cuirasse ferrugineuse, quelques lambeaux d'altérations ferrallitiques anciennes. Les profils sont très profonds, plus de vingt mètres le plus souvent. Le fonçage de puits manuels n'a jamais permis d'atteindre la roche fraîche sous une épaisseur aussi importante de couverture. Il n'est donc pas possible de décrire les premiers stades de l'altération en profondeur. Nous décrivons dans ce cas, les premiers stades de l'altération des roches affleurantes dans les secteurs ferrallitiques.

Les profils sont en général tronqués : la partie supérieure, de plusieurs mètres d'épaisseur, est largement gravillonnaire avec de nombreux débris et blocs de cuirasse ferrugineuse emballés dans une matrice argilo-sableuse de couleur brun rouge. Elle repose sans transition sur la partie autochtone du profil, de couleurs variables, le plus souvent brun violacé ponctué de noir, de jaune et de rouge. La structure de la roche est très bien conservée sauf en bordure des plans de glissement où certains minéraux secondaires poreux et lamellaires ont été écrasés.

1) L'altération de l'Olivine.

Dans les profils ferrallitiques, les Olivines se transforment en Goethite par lessivage complet de la silice et du magnésium. Il semble toutefois que dans certains cas le lessivage soit plus progressif et partiel et aboutisse à la formation d'Iddingsite comme dans certaines zones d'altération verticale. L'Iddingsite une fois formée peut se maintenir très longtemps, dans une position élevée dans le profil, et ne se dégrader que lentement en hydroxides de fer. Les

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

caractéristiques micromorphologiques de l'Iddingsite d'origine ferrallitique étant semblables aux caractéristiques de l'Iddingsite d'origine vertique, nous n'insisterons pas davantage sur cet aspect de l'altération des Olivines.

Là où le lessivage est intense et complet les Olivines s'altèrent en Goethite. La pénétration de l'altération est centripète mais progresse beaucoup le long des cassures du minéral. On peut distinguer trois stades successifs de la transformation :

- Pénétration des hydroxydes de fer, de couleur brun foncé, mal cristallisés, pratiquement amorphes, le long des cassures. De fins diverticules d'hydroxide pénètrent le minéral suivant certains plans cristallographiques parallèles à l'axe c, isolant des noyaux frais d'Olivine denticulés.
- Transformation des noyaux isolés de Péridot en matériau amorphe le plus souvent incolore ou légèrement teinté de jaune rouille, maintenant en place les bandes d'hydroxydes ferriques formées précédemment.
- Disparition du matériau amorphe par mise en solution et épaissement des hydroxydes rubanés : le minéral initial est ainsi remplacé par un pore vide et cloisonné par des hydroxydes de fer qui, se retrouvant seuls, recristallisent en Goethite.

2) L'altération des Pyroxènes et Hornblendes.

Il n'est pas nécessaire de décrire séparément les processus d'altération de ces deux familles de minéraux car ils conduisent par des voies comparables aux mêmes résultats, la formation de Kaolinite et d'hydroxydes de fer.

L'attaque de ces minéraux ne se fait généralement pas par leur partie externe mais à partir du réseau de cli

vages : l'altération progresse en même temps dans la totalité du minéral. Nous avons souvent noté dans un premier stade d'altération l'accentuation du réseau de clivages où les fissures deviennent plus larges et plus apparents. Très rapidement elles sont soulignées par des dépôts d'hydroxydes de fer isotropes, brun foncé. Petit à petit ces dépôts s'épaississent. Au centre des fissures un fin canal, large de quelques microns, reste ouvert et laisse ainsi le passage aux solutions. Les fragments de Pyroxène ou d'Amphibole séparés les uns des autres par ces dépôts ferrugineux conservent dans un même cristal une extinction simultanée et leur limpidité originale.

L'altération progressant, les dépôts d'hydroxydes de fer s'épaississent encore, les noyaux frais diminuent mais bientôt apparaît une couronne vide qui sépare les dépôts ferrugineux des petits noyaux restés sains. Cet espace vide grandit au fur et à mesure de la résorption du minéral primaire. L'existence même transitoire de gels n'a pas été observée. Les fragments frais étant entièrement libres à l'intérieur des mailles ferrugineuses peuvent se déplacer légèrement et l'on observe souvent que dans un même cristal tous ces fragments ne s'éteignent plus en même temps.

L'espace libre s'accroissant aux dépens du minéral primaire plus rapidement que l'épaississement des dépôts ferrugineux, les noyaux frais isolés finissent par disparaître et le cristal primaire est remplacé finalement par un réseau assez fin d'hydroxydes de fer comportant une grande proportion de vides. L'épaisseur des cloisons ferrugineuses est grossièrement proportionnelle aux teneurs initiales en fer des minéraux primaires : très minces dans l'altération du Diopside ils s'épaississent largement dans le cas de l'Hypersthène.

Dans les profils où l'altération ferrallitique est moins poussée, certains pyroxènes, comme le Diopside, s'altèrent en Kaolinite. Caractéristiques optiques mises à part, la mi

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

cromorphologie de la transformation du Diopside en Kaolinite ne se distingue pas de la transformation de ce Pyroxène en Montmorillonite. L'aspect final est pratiquement le même; on notera toutefois une différence de porosité : les plages kaolinitiques sont compactes et l'absence de phénomènes de gonflement et de rétraction maintient cette compacité à travers tout le profil. Les feuillets de Kaolinite sont d'assez petite taille, comparables à celle des Montmorillonites.

Dans le cas de l'altération des Hornblendes au contraire les feuillets de kaolinite sont très grands et comparables en taille et en disposition aux feuillets de Vermiculite des altérations du type verticale. Les feuillets de Kaolinite sont toutefois moins rectilignes et plus contournés que les feuillets correspondant de la Vermiculite. Il n'a pas été possible d'observer les premiers stades de l'altération des Hornblendes en Kaolinite celle-ci débutant à grande profondeur. Il semble cependant que l'altération en Kaolinite se fasse par l'intermédiaire d'une phase à Vermiculite car on y retrouve les structures induites par l'accroissement des volumes ainsi que la dislocation des minéraux originellement inclus dans la Hornblende.

CONCLUSIONS.

Le massif ultrabasique du KOUA BOCCA, de surface pourtant très réduite, présente une composition minéralogique variée grâce à la diversité des types pétrographiques rencontrés. Beaucoup des minéraux habituels des roches ultrabasiques sont identifiés dans les différents faciès pétrographiques.

L'histoire paléogéomorphologique complexe qui a précédé la mise en relief du massif et à l'altération de ses roches, a permis de distinguer plusieurs types fondamentaux d'altération étalés dans le temps depuis la fin du Ter

tiaire et étalés dans l'espace depuis le centre du massif jusqu'aux glacis périphériques.

Ces recherches ont permis de mettre en évidence deux types d'altération fondamentalement opposés, l'un aboutissant à la formation de minéraux secondaires degradables et riches en silice, l'autre à des minéraux lessivés relativement stables. Les premiers ont pour particularité remarquable, principalement les altérites à Vermiculite, d'occasionner lors des transformations minéralogiques accompagnant l'altération de la roche, un gonflement, une expansion importante du matériel de départ. Les seconds au contraire, du type ferrallitique, se font à volume constant s'il y a production de Kaolinite ou occasionnent plutôt une diminution de volume causée par écrasement de la structure poreuse laissée par le lessivage intense des altérations s'il y a production d'hydroxides cloisonnés.

Non seulement les minéraux secondaires formés par altération superficielle sont différents d'un niveau géomorphologique à l'autre mais les processus, dans un même niveau, sont différents d'un minéral primaire à l'autre.

Ainsi la Nontronite formée par altération ménagée de l'Olivine présente un aspect micromorphologique différent de la Nontronite formée à partir de l'Hypersthène et différent encore de la Nontronite d'illuviation. En outre la couleur et la taille des grains sont différentes.

L'orientation cristallographique des minéraux phylliteux secondaires est dictée par la structure du minéral primaire dans le cas de la transformation du Diopside en Montmorillonite alors qu'elle est largement influencée par des questions de pression dans le cas de la transformation de la Hornblende en Vermiculite.

La transformation est isovolumétrique, non poreuse, dans le passage de l'Olivine et de l'Hypersthène vers la Nontronite ; elle est isovolumétrique et poreuse dans le pa

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

ssage du Diopside en Montmorillonite ; elle n'est pas isovolumétrique dans le passage de la Hornblende en Vermiculite.

Quant aux transformations du type ferrallitique elles sont généralement isovolumétriques mais elles aboutissent soit à des structures très poreuses, à cellules cloisonnées, des hydroxydes de fer sous des conditions de lessivage intense, soit à des structures compactes et Kaolinitiques produites dans des conditions de lessivage modéré.

La porosité elle-même est différente d'un minéral à l'autre : large et fermée dans les structures cloisonnées des altérations ferrallitiques très lessivées, étroite et fermée dans les structures montmorillonitiques des Diopsides altérés, étroite et ouverte dans les Nontronites des Olivines et Hypersthènes altérés, larges et ouverte enfin dans le cas de la Vermiculite formée par altération de la Hornblende.

Cette dernière particularité a une grande influence sur la progression de l'altération et sur la profondeur des profils. Les roches qui ne contiennent que des Olivines, Pyroxènes et Magnétites présentent une épaisseur d'altération relativement peu importante dans les niveaux géomorphologiques à altération verticale : la roche saine, ou du moins très dure et compacte, est rencontrée à quelques mètres de profondeur.

Par contre, les roches qui contiennent une proportion importante de Hornblende présentent toujours un profil d'altération très épais et il est pratiquement impossible d'atteindre la roche fraîche au fond des puits manuels. La Vermiculite joue un rôle important non seulement à cause de la grande porosité ouverte qu'elle présente entre ses feuillets décollés mais à cause du foisonnement qu'elle crée à son voisinage : la formation de la Vermiculite s'accompagne d'une augmentation importante du volume initial de la roche et les minéraux primaires autres que la Hornblende,

compacts, imperméables et plus ou moins rebelles à l'altération ont été disloqués et déplacés créant ainsi un second type de porosité mettant en contact et reliant entre eux les pores internes de la Vermiculite. La pénétration de l'eau dans les horizons profonds et la percolation des solutions en est grandement facilitée. L'écoulement en profondeur est toutefois relenti quand les argiles montmorillonitiques réhumectées en début de saison des pluies se dilatent et referment une partie de la porosité. L'écoulement est alors hypodermique et se fait au contact de la couverture gravillonnaire et caillouteuse avec la roche altérée en place et plus imperméable.

L'altération des roches ultrabasiques du KOUA BOCCA pose en outre un problème intéressant concernant la géochimie de l'aluminium. En effet les roches fraîches à Diopside, Olivine et Magnétite de la zone centrale du massif contiennent en moyenne 1,10 % d' Al_2O_3 , les roches à Diopside, Hypersthène et Hornblende abondante de la périphérie du massif en contiennent environ 6 %. L'analyse de grains isolés de Diopside, le minéral le plus largement représenté dans le massif, donne, 1,61 % d' Al_2O_3 . En périphérie la teneur en Alumine est donc relativement élevée et permet d'envisager sans difficulté la formation de Vermiculite à partir des roches riches en Hornblende. Par contre, dans les profils ferrallitiques toujours situés plus près du centre du massif et qui proviennent alors de l'altération de roches pauvres en Hornblende et donc pauvres en Alumine, l'altération est du type kaolinitique et l'analyse de l'altérite totale montre jusqu'à 13 % d'alumine alors que les roches fraîches des affleurements les plus proches n'en contiennent qu'un maximum de 2,5 %.

Dans l'extrême Ouest de la Côte d'Ivoire, d'autres massifs de roches ultrabasiques ont été prospectés par ailleurs et là encore les profils altérés traversés étaient du

ALTERATION ROCHES ULTRABASIQUES

type ferrallitique à Kaolinite. Le massif du KOUA BOCCA ne représente donc pas un cas isolé où se pose le problème de la géochimie de l'aluminium, Ce problème fera toutefois l'objet d'une communication ultérieure.

RESUME

Le KOUA BOCCA, petit massif de roches ultrabasiques situé au Centre - Sud de la Côte d'Ivoire, est constitué de Clinopyroxénites. Sous l'influence de la mise en place des granites encaissant durant l'Antécambrien, ces roches ultrabasiques se sont transformées en Clinopyroxénites à Hornblende et en Hornblendites. Elles se transforment ensuite, sous l'influence des processus superficiels d'altération du Quaternaire moyen et récent, en un mélange de produits secondaires: Montmorillonite à partir du Diopside, Nontronite à partir de l'Olivine et de l'Hypersthène et surtout Vermiculite à partir de la Hornblende. Les altérations plus anciennes du Tertiaire et du Quaternaire ancien sont ferrallitiques et riches en Kaolinite et en Hydroxydes de fer.