

La latérite de Buchanan

G. Bourgeon⁽¹⁾ et Y. Gunnell⁽²⁾

(1) CIRAD-Amis, programme agronomie, MOST, TA 40/01, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

(2) Département de Géographie, Université Paris 7, 2 place Jussieu, Case 7001, 75251 Paris Cedex 5, France

RÉSUMÉ

En 1799, le sultan de Mysore Tippoo-Saïb était vaincu par les britanniques et, en 1800, un médecin de la Compagnie des Indes orientales, Francis Buchanan, chargé de faire l'inventaire des territoires nouvellement conquis, créait le mot *Laterite*. Publiées en 1807, sous la forme d'un récit de voyage (« A Journey... »), ses notes rencontreront une large audience, notamment dans le milieu des géologues anglais s'intéressant à l'Inde. Buchanan a nommé *Laterite* une assez large gamme de matériaux, et le présent article s'attache à illustrer cette diversité. L'auteur n'a pas véritablement cherché d'explication concernant la genèse de la *Laterite* même si plusieurs passages de son récit montrent qu'il s'est efforcé d'en préciser les conditions de gisement, ce qui est un préalable indispensable pour en comprendre l'origine.

Ses successeurs, géologues du XIX^e siècle, exploreront abondamment cette problématique de la genèse et ce sont des hypothèses qui nous surprennent aujourd'hui - celle d'une origine sédimentaire avec recherche de fossiles, et celle d'une origine volcanique avec discussion sur l'extension des trapps du Deccan - qui feront notablement progresser les idées dans le sillage de Buchanan.

Les pédologues ne se sont intéressés qu'assez tardivement à l'objet « latérite » et n'ont souvent retenu, de l'ouvrage de Buchanan, que la description de la carrière de briques d'Angadipuram. Des discussions sur les changements de dureté du matériau entre son extraction et sa mise en œuvre émaillent la littérature spécialisée. Les mots « latérite » et « latéritique » ont été utilisés avec des sens souvent très différents et prêtant à confusion ; pour les besoins de la science des sols, il a été décidé d'inventer un nouveau terme, plinthite, pour désigner les matériaux tachetés susceptibles de s'indurer irréversiblement. La définition de ce terme n'est pas exempte de défauts quand il s'agit de reconnaître la plinthite sur le terrain.

En géomorphologie, les niveaux cuirassés ont été abondamment étudiés. Leur datation ne fut bien longtemps que relative mais cela a néanmoins permis des progrès considérables dans la compréhension des paysages intertropicaux. Très récemment, l'étude des cryptomélanes a permis de dater certaines formations latéritiques.

Mots clés

Latérite, Inde, plinthite, niveaux cuirassés, oxydes de fer, sols tropicaux.

SUMMARY**BUCHANAN'S LATERITE**

In 1799, the Mysore sultan Tippoo-Saib was defeated by the British and, in 1800, Francis Buchanan, a surgeon of the East India Company, created the term Laterite during his inventory of the resources of the Mysore territory (figure 1). Buchanan (figure 2) used the term Laterite to describe a rather broad range of materials and the paper illustrates this diversity (figures 3 & 4). Published in 1807, his book 'A journey through the countries of Mysore, Canara and Malabar' was soon to become a milestone, particularly for British geologists working in India. Buchanan did not really attempt to explain Laterite genesis even though several parts of his book contain much details regarding its setting and a first step towards understanding its origin.

Following the creation of the term Laterite British geologists of the 19th century repeatedly explored the problems of Laterite genesis and exposed hypotheses which surprise us today. These includes its sedimentary origin and the search for associated fossils, or a volcanic origin linked to discussions on the former extent of the Deccan trapps. However, considerable progress was accomplished during that time and, by the early 20th century, questions formulated by geologists were couched in quite modern terms.

Soil scientists have considered Laterite as a scientific object comparatively recently, and they often only retain from the work of Buchanan the description of the brick quarry at Angadipuram. Discussions on the changes in the hardness of the material between its extraction (figure 3) and its use (figure 5) are recurrent in the soil science literature. The terms "laterite" and "lateritic" were used with a lot of different meanings and, for the needs of soil science, it was considered necessary to create a new term, "plinthite", to describe mottled soil materials likely to change irreversibly to a hardpan. Nevertheless, the current definition of this new term remains problematic, particularly in the field where it remains difficult to recognize plinthite.

In geomorphology, laterite-capped landforms has been extensively studied. For a long time their dating was only relative but this nevertheless brought considerable progress to the understanding of tropical landscapes. Recently, argon dating of cryptomelanes has made it possible to return radiometric ages for some lateritic profiles developing above manganese-rich ores.

Key-words

Laterite, India, plinthite, laterite-capped landforms, iron oxides, tropical soils.

RESUMEN**LA LATERITA DE BUCHANAN**

En 1799, el sultán de Mysore Tippoo-Saib fue vencido por los británicos y en 1800 un medico de la Compañía de las Indias orientales, Francis Buchanan, encargado de hacer el inventario de los territorios nuevamente conquistados, creó la palabra laterite. Publicadas en 1807, bajo forma de un relato de viaje ("A Journey..."), sus notas encontraron una larga audiencia, en particular en el medio de los geólogos ingleses que se interesan a la India. Buchanan llamó laterite una larga gama de materiales y el presente artículo pretende ilustrar esta diversidad. El autor no busco verdaderamente explicación que concierne el génesis de la laterite mismo si varios pasos de su relato muestran que se esforzó precisar las condiciones de yacimiento, lo que es un preliminar indispensable para entender el origen. Sus sucesores, geólogos del siglo diez y nueve, explorarán largamente esta problemática de la génesis y estas hipótesis nos sorprenden hoy – la de una origen sedimentaria con búsqueda de fósiles, y la de una origen volcánica con discusión sobre la extensión de los "trapps" del Deccan - que hicieron notablemente progresar las ideas en el surco de Buchanan.

Palabras clave

Laterite, India, plintita, niveles acorazados, óxidos de hierro, suelos tropicales.

La latérite est une formation superficielle omniprésente sous les tropiques dont beaucoup d'auteurs, géologues et pédologues, se sont efforcés, et s'efforcent toujours, de préciser la genèse et l'évolution. Cet article n'a pas pour objet de présenter, ne serait-ce que sous la forme d'un bref résumé, les théories à ce sujet. Ce sont essentiellement l'origine du mot *Laterite* (écrit en italiques et avec une majuscule dans le texte d'origine) et les premières mises au point qui ont suivi sa création qui seront traitées ici. Les perspectives plus actuelles ne seront ensuite abordées qu'au travers de deux exemples précis qui prolongent des thèmes abordés au XIX^e siècle lors de l'étude des latérites indiennes.

En dehors de l'étendue géographique considérable occupée par la *Laterite*, l'intérêt de l'exercice réside dans le fait que ce terme, plus que tout autre peut-être en Sciences de la Terre, a été utilisé avec des sens très différents, et que beaucoup d'auteurs se sont référés au texte de Francis Buchanan (1807) créateur du mot, mais rares sont ceux qui y ont eu accès.

CONTEXTE HISTORIQUE DE L'INVENTION DU MOT LATÉRITE

C'est par une lettre datée du 24 février 1800 que Richard Colley Wellesley¹, Gouverneur Général britannique à Calcutta, confie à Buchanan la réalisation d'un inventaire des ressources des territoires nouvellement conquis. De fait, on peut situer l'origine de cette histoire quelques mois plus tôt en 1799, et plus précisément le 4 mai, quand la quatrième guerre du Mysore voit son sultan Tippoo-Saïb² et ses alliés français défaits par les troupes britanniques à la bataille de Seringapatam (Michaud, 1801). A l'issue de cette bataille, où Tippoo perd la vie, le territoire de Mysore passe sous contrôle britannique. Pour bien administrer ce territoire méconnu (figure 1), Lord Clive³, le Gouverneur britannique de Madras, suggère de procéder à un inventaire des ressources du territoire. L'idée est immédiatement approuvée par Wellesley qui pense qu'un tel rapport, quand il sera soumis aux Directeurs Londoniens de l'East India Company, les convaincra du bien-fondé de sa politique. Francis Buchanan et Colin Mackenzie⁴ sont alors chargés d'entreprendre les investigations.

¹ 1760-1842, Administrateur britannique qui a considérablement renforcé l'influence de son pays sur l'Inde. Sa politique a cependant été critiquée en raison des dépenses qu'elle entraînait et la mission confiée à Buchanan s'inscrit, en partie du moins, dans cette polémique.

² 1750-1799, souvent orthographié Tippoo-Sahib et aussi fréquemment nommé Tippoo-Sultan.

³ il s'agit d'Edward Clive (1754-1839), Gouverneur de Madras de 1798 à 1803, et non pas de Robert Clive (1725-1774), son père, grand artisan de l'empire britannique sur l'Inde.

⁴ Colin Mackenzie (1754-1821) est un géographe topographe qui avait levé des plans détaillés de Seringapatam peu après la chute de Tippoo et deviendra ensuite le premier Ingénieur en Chef du Service Géographique de l'Inde (Survey of India).

Figure 1 - Carte de l'Inde au XVIII^e siècle, l'Etat de Mysore y est appelé «Dominions of Tippoo».

Figure 1 - Map representing 18th century India. Mysore State is designated as 'Dominions of Tippoo'.



Dans sa lettre à Francis Buchanan, Richard Colley Wellesley précise dans le premier paragraphe qu'il s'agit de couvrir le territoire de Mysore, dans le second il indique :

«The first great and essential object of your attention should be, the Agriculture of the Country; under which head, your enquiries should include and tend to ascertain the following points with as much as local circumstances will admit. Esculent Vegetables... Cattle... Farms... Cotton, Pepper, Sandal-wood, and Cardamoms... Mines, Quarries, Minerals and Minerals Springs... Manufactures and Manufacturers... Climate and Seasons of Mysore.»

Nous dirions aujourd'hui qu'il lui rédige ainsi une lettre de mission extrêmement précise.

L'homme chargé de cette mission, Francis Buchanan (1762-1829) a une formation de médecin (Desmond, 1992), il a d'ailleurs embarqué comme chirurgien de marine entre 1785 et 1794 avant de rejoindre l'administration du Bengale. C'est William Roxburgh⁵

⁵ William Roxburgh (1751-1815) est un autre éminent personnage qui débute comme assistant chirurgien dans la marine. Il est plus connu pour ses travaux de botanique et était, à l'époque qui nous intéresse, responsable du jardin botanique de Calcutta. Buchanan lui adressa de nombreux spécimens et graines récoltés pendant sa mission.

(Desmond, 1992), qui le recommande au Gouverneur Général Wellesley et à Lord Clive en des termes extrêmement élogieux. En 1800, au moment où Wellesley fait appel à lui, Buchanan achève une mission au Népal.

La tâche confiée à Buchanan et à Mackenzie s'annonçant considérable, et difficilement réalisable en peu de temps, c'est en quelque sorte un rapport provisoire qui est demandé à Buchanan qui fera ses observations de terrain en un peu plus d'une année (avril 1800 – juillet 1801). Ce rapport provisoire sera édité en 1807 à l'occasion de l'un des ses voyages en Angleterre. Ce rapport surpassera en notoriété les travaux de Mackenzie constitués essentiellement, semble-t-il, de cartes, plans et croquis. Buchanan regrettera d'ailleurs dans l'introduction de son rapport (Vol. I, p. xiii) de n'avoir pu bénéficier des cartes de Mackenzie pour mieux localiser ses propres observations qui, de son propre aveu, comportent de ce fait d'inévitables erreurs.

L'ouvrage s'intitule :

A journey through the countries of Mysore, Canara and Malabar.

Il est volumineux, comporte trois volumes pour un peu plus de 1 500 pages, est illustré d'une carte et de nombreuses planches. Son sous-titre :

For the express purpose of investigating the state of agriculture, arts and commerce; the religion, manners and customs; the history natural and civil and antiques

est beaucoup plus explicite que le titre et indique très précisément l'objectif de la mission qui a été confiée à Buchanan par Wellesley. Si Buchanan a bien inventé le mot *Laterite*, pour les besoins de ce rapport et pour décrire des objets non scientifiquement nommés au moment de son voyage, sa contribution à la découverte de la flore indienne est certainement plus considérable que l'invention qui nous intéresse ici.

LA LATERITE DANS LE TEXTE DE BUCHANAN

On retrouve plusieurs fois le mot *Laterite* dans l'ouvrage et il n'est pas inutile, dans un article comme celui-ci, de citer exactement les différents passages pour comprendre ce que Buchanan nomme *Laterite*. Nous avons repris ceux que citait Cyril S. Fox en 1936, et cela doit permettre à chaque lecteur d'appréhender la diversité des objets que recouvre ce terme dans le texte fondateur. Dans son article, Cyril S. Fox a suivi la chronologie du voyage, donc l'ordre du texte de Buchanan. Ici les citations seront regroupées sous trois rubriques : la carrière d'Angadipuram, les différents affleurements vus dans la région côtière, les affleurements du plateau du Dekkan et notamment ceux liés à des minerais de fer. Chaque groupe de citations sera suivi de notes et commentaires explicatifs nécessaires pour comprendre le vocabulaire de l'époque. Cette façon de procéder, qui n'introduit que peu de changements dans l'ordre des citations, a pour but d'éviter des commentaires répétitifs.

La carrière d'Angadipuram

pp 440-441 du Volume II. Ce premier passage, qui est celui où est créé le terme *Laterite*, a souvent été considéré comme la définition donnée par Buchanan. Il relate ici des observations réalisées les 20 et 21 décembre 1800 à Angadipuram (figure 2). C'est de très loin le passage le plus fréquemment cité, souvent partiellement d'ailleurs.

«What I have called indurated clay is not the mineral so called by Mr. Kirwan, who has not described this of which I am now writing. It seems to be Argilla lapidea of Wallerius I. 395, and is one of the most valuable materials for building. It is diffused in immense masses, without any appearance of stratification, and is placed over the granite that forms the basis of Malayala. It is full of cavities and pores, and contains a very large quantity of iron in the form of red and yellow ochres. In the mass, while excluded from the air, it is so soft that any iron instrument readily cuts it, and is dug up into square masses with a pick-ax, and immediately cut into the shape wanted with a trowel, or a large knife. It very after becomes as hard as brick, and resists the air

Figure 2 - Stèle commémorative érigée par le Geological Survey of India à Angadipuram.

Figure 2 - Buchanan memorial erected by the Geological Survey of India in Angadipuram.



and water much better than any bricks that I have seen in India. I have never observed any animal or vegetable exuvia contained in it, but I have heard that such have been found immersed in its substance. As it is usually cut into the form of bricks for building, in several of the native dialects, it is called the brickstone (*Itica cullu*). Where however, by the washing away of the soil, part of it has been exposed to the air, and has hardened into a rock, its colour becomes black, and its pores and inequalities gives it a kind of resemblance to the skin of a person affected with cutaneous disorders; hence in the Tamul language it is called *Shuri-cull*, or *itch-stone*. The most proper English name would be *Laterite*, from *Lateritis*, the appellation that may be given to it in science.»

Commentaires

- le texte de Wallerius⁶ auquel se réfère Buchanan est un essai de classification générale des substances du règne minéral. Sa traduction française indique pour l'*Argille lapidea*:

Espèce 25.

X. Argille pétrifiable.

Argilla in aëre lapidescens. Argilla lapidifica

...

C'est une espèce d'argille qui au bout d'un certain temps se pétrifie à l'air.

On a :

1 L'Argille pétrifiable

Argilla lapidifica subtilior

L'Argille pétrifiable sablonneuse

Argilla lapidifica arenosa

1 *Observ.* Il n'est pas douteux qu'une partie de l'argille ne se change en pierre, & surtout en pierre calcaire...

2 *Observ.* ... Il est aussi parlé d'une argille marbrée ou panachée, *Argilla variegata*, à laquelle on remarque deux ou plusieurs couleurs...

Sur la base de ces définitions, et notamment de l'observation 2, on peut simplement penser que Wallerius, en construisant un système taxonomique exhaustif se référant ici aux argiles versicolores des notices géologiques modernes (par exemple dans les dépôts du Sidérolitique en Europe occidentale), où tout devait trouver sa place, incluait, sans en avoir forcément observée, la future *Laterite* de Buchanan.

- Le *Malayala* est le territoire où l'on parle Malayalam, la

Figure 3 - Vue rapprochée d'une carrière de latérite dans la région d'Angadipuram.

Figure 3 - Close-up of a brickstone quarry near Angadipuram.



⁶ citations tirées de la traduction française réalisée par le baron d'Holbach du texte de Wallerius, Paris (1753)

langue du Kerala d'aujourd'hui. Sur la carte incluse dans le rapport, Buchanan en indique la limite nord à la latitude de 12°30'N où est située la localité de Cassel goda (qui doit correspondre à l'actuelle Kasaragod) et précise qu'il s'étend jusqu'au cap Comorin.

- Le pick-ax est un outil qui tient à la fois du pic (*pick*) de terrassier et de la hache (*axe*), il peut ressembler à la hache utilisée par les sapeurs pompiers qui porte d'ailleurs cette dénomination en anglais, Buchanan n'en fournit aucun croquis (*figure 3*, la flèche indique un outil semblable qui correspond vraisemblablement au pick-ax de Buchanan).

- Trowel, que l'on trouve habituellement traduit en français par truelle, correspond en fait à une assez large gamme d'outils : truelles bien sûr, mais aussi taloches et transplantoirs. Dans les carrières de *Laterite* il n'y a pas de truelle, mais des outils à manche assez long, sorte de houes (visibles sur la figure 3), qui servent à planer les faces des briques après extraction.

Affleurements vus dans la région côtière

(figure 1)

p. 460 du Volume II. Buchanan rapporte des observations réalisées à l'ouest d'Angadipuram, le lendemain de sa visite de la carrière, c'est-à-dire le 22 décembre 1800.

«*The soil in some places is apparently good ; but, in general, the Laterite, or brick stone, comes very near the surface, and would impede the plough.*»

p. 559 du Volume II. Il en observe encore le 14 janvier 1801, dans la région de Cannanore :

«*In some places is an amazing extent of surface occupied by a black rock (the Laterite before mentioned), with occasional clumps of trees, where the earth has lodged in crevices sufficiently deep to retain some small degree of moisture.*»

pp. 66-67 du Volume III. Dans la région de Mangalore, il décrit le 1^{er} février 1801 :

«*The strata of Tulava, near the sea-coast, resemble entirely those of Malayala, and consist of Laterite or brickstone, with very few rocks of granite interspersed. The granite is covered with a dark black crust, and is totally free from veins of quartz or feldspars. In many places large masses of the granite immersed in the Laterite are in a state of decay; the black mica has entirely disappeared, and the white feldspar has crumbled into powder, leaving the quartz in angular masses.*»

p. 89 du Volume III. Dix jours plus tard, le 11 février 1801, près de Udipi il note :

«*The strata of granite, however, are mostly covered by the Laterite.*»

pp. 136-137 du Volume III. Le 21 février 1801, poursuivant sa route, il note encore :

«*The country from Beiluru to Cassergoda, about two miles from the ferry, is one of the most barren that I ever saw. It consists*

of low hills of Laterite, which extend down to the sea, and are almost destitute of soil. In some places a few stunted trees may be seen, but in general the rock is thinly scattered with tufts of grass and thorny plants.»

p. 205 du Volume III. Enfin, le 9 mars 1801, sous la rubrique *Strata of Kankana*, il indique :

«*Below the Ghats the country consists of the Laterite, or brickstone, so often mentioned ; but it is much intermixed with granites, and talcose argillite which seem nothing more than the potstone impregnated with more argill than usual, and assuming a slaty form.*»

Commentaires

- strata doit être compris dans un sens assez large, substrat ou substratum plutôt que strate.

- Tulava (que Fox reprendra en l'orthographiant Tulwa) est le territoire immédiatement au Nord du Malayalam et qui remonte jusqu'à la latitude de Kunda pûra (actuelle Coondapoor). Il semble qu'il s'agisse du Territoire des Tulus, l'un des groupes ethniques du Sud de l'Inde.

- Ghats, nom donné aux escarpements et reliefs qui longent, en retrait à l'intérieur des terres, les côtes de la péninsule indienne. Ils résultent de dynamiques de marges passives successives et l'on distingue Ghats occidentaux et Ghats orientaux. Il s'agit ici clairement des Ghats occidentaux puisque Buchanan est dans la zone côtière occidentale.

- talcose argillite, très certainement altération des méta-grauwackes et méta-argillites, lithologie dominante de la région. Ces roches précambriennes, dont le protolithe est sédimentaire, sont assez faiblement métamorphosées et s'altèrent en accentuant leur débit schisteux. La zone où est faite l'observation est précisément la zone de contact entre le socle granito gneissique et ces formations métamorphiques.

- potstone, nom donné à la stéatite, présente au Karnataka, et remarquable matériau de construction des temples de la période Hoysala du plateau du Dekkan.

- ces citations abondent en détails sur les contraintes éda- phiques, qu'il s'agisse de problèmes de travail du sol quand la *Laterite* est proche de la surface ou de son influence sur la répartition de la végétation « naturelle » : là, bosquets localisés au droit de fissures ; ailleurs pelouses alternant avec des arbres rabougris. Une espèce particulière, *Sapium insigne* (Euphorbiaceae), typique des zones cuirassées côtières, peut d'ailleurs avoir servi de modèle à cette description (*figure 4*).

Affleurements du plateau du Dekkan

Buchanan quitte ensuite la zone côtière, gravit les Ghats, et la référence suivante à la présence de *Laterite* se trouve p. 258 du Volume III. Elle correspond à des observations faites le 21 mars 1801, dans la région de Sagar, district de Shimoga, sur le plateau du Dekkan (ou du Karnataka si l'on tient compte des noms actuels

Figure 4 - L'arbuste typique *Sapium insigne* sur dalle de cuirasse dans la région d'Honavar.

Figure 4 - The typical shrub *Sapium insigne* growing on a lateritic crust in the Honavar region.



des Etats), donc immédiatement sur le revers de l'escarpement des Ghats :

... the goodness of the soil is merely apparent; for, in general it is very shallow, and placed on a substratum of Laterite, which renders the soil above it very unproductive of grains

p. 251 du Volume III. Buchanan observe, le 18 mars 1801, sur le plateau du Karnataka :

«About a coss north from Chandra-gupti is a hill producing iron ore, which is wrought to some extent. It is found in veins intermixed with Laterite, like the ore of Angada-puram in Malabar.»

p. 305 du Volume III. Buchanan nous livre cette remarque, intéressante à plusieurs titres. Il fait route dans les zones semi-arides du Dekkan et se trouve à proximité de la confluence entre les deux rivières Tunga et Bhadra, donc effectivement, comme l'indiquera plus tard Fox, entre Shimoga et Bhadravati.

«The hills here, however, are not so rugged as toward Mysore; but the strata run north and south, and contain many lumps of quartz. In all the open country, where there is no Laterite, the limestone nodules abound. Although the natives in general think that calcareous stone in the ground diminishes its fertility, I have an idea that the want of this substance in the countries to the

westward, more than any absolute sterility in their soil, may be the cause why the dry grain do not thrive.»

Commentaires

- le coss est une ancienne mesure de distance indienne, elle variait de 1,5 à 2 « statute miles » anglais selon les lieux (2 400 à 3 200 m environ).

- Chandra-gupti, aujourd'hui Chandragutti, est un gros bourg fortifié situé au pied d'un massif de granite (le Chandragutti-Kallu) pratiquement circulaire, intrusif dans des roches plus anciennes de type grauwackes. Des indices de présence de fer sont signalés sur les cartes géologiques modernes au Nord du massif, au sein des grauwackes, et sont représentés en auréole. Aucune activité minière ou sidérurgique n'est signalée à cet endroit dans les « Gazetteers » du ^{xx}e siècle, pourtant généralement précis sur de tels sujets. Il est donc probable que l'exploitation ait cessé. Dans ses explications, Buchanan rappelle qu'il a déjà décrit, vers Angadipuram, une latérite associée à un gisement de fer.

pp. 436 du vol II, observations datées des 20-21 décembre 1800, donc juste avant les pages dédiées à sa première description de la *Laterite*. Son texte indiquait alors :

«... the ore is found forming beds, veins, or detached masses, in the stratum of indurated clay that is to be afterwards described,»

Aujourd'hui, ces formations au-dessus de minerais de fer, que l'on sait résulter d'un enrichissement relatif en fer par altération supergène du minerai parental, seraient dénommées « chapeaux de fer » (selon le sens général donné à ce mot par Foucault et Raoult, 1988). Il semble que Buchanan dès sa première observation ait pressenti le caractère particulier de ces formations, pour lesquelles l'origine du fer est facile à imaginer, et ait préféré réserver la création du mot *Laterite* au cas plus général représenté par la carrière.

- la dernière citation signale une nouvelle contrainte édaphique : celle induite, selon les populations locales, par la présence de nodules calcaires dans le sol. Il ne semble pas d'accord avec cette vision des choses.

- dans cette même citation, il est fait état d'un antagonisme entre la présence de *Laterite* à l'ouest et celle de nodules calcaires à l'est. Buchanan a-t-il tellement vu de *Laterite* entre Angadipuram et Shimoga qu'il en vient à signaler son absence ?

TYPES, GENÈSE, ET DURETÉ DE LA LATERITE D'APRÈS BUCHANAN

Avant d'examiner comment a été adopté et interprété le terme *Laterite* dans les années qui ont suivi la parution du texte de Buchanan, au cours du XIX^e siècle, il paraît nécessaire de revenir sur trois points essentiels qui donneront lieu à des discussions.

Les différents types de *Laterite* dans le rapport

Les extraits cités précédemment illustrent bien le fait que Buchanan ne réserve pas l'emploi du terme *Laterite* au seul matériau susceptible de durcir à l'air, comme cela a souvent été rapporté ensuite. Il inclut aussi sous ce terme les cuirasses affleurantes (*figure 4*), et ce sont même elles qui prédominent dans ses descriptions, mais aussi les chapeaux de fer, qui sont des cuirasses situées au-dessus de gisements métallifères.

On ne peut ici qu'admirer l'habileté de Buchanan pour rédiger son rapport. Il a scrupuleusement respecté l'ordre chronologique pour relater son voyage (« *A Journey...* ») et a créé le terme *Laterite* en décrivant la carrière de briques d'Angadipuram. Mais, c'est dans cette même localité, quelques heures avant de visiter la carrière, qu'il décrivait une exploitation de minerai de fer surmonté d'un chapeau de fer. Dans son texte, il ne parle pas de *Laterite* au sujet de cette exploitation, mais précise qu'il abordera la question un peu plus loin, ce qu'il fera à propos de la carrière de briques. Ce faisant, il a évité que la *Laterite* ne soit définitivement associée dans l'esprit des lecteurs à la présence d'un minerai de fer sous-jacent. Cette adresse de présentation n'est cer-

tainement pas fortuite, quelques mois plus tard, à Chandragutti, il n'a plus la même préoccupation et emploie le terme *Laterite*.

Indications sur la genèse de la *Laterite*

Cette façon de présenter dénote-t-elle des préoccupations concernant les questions de genèse de la *Laterite* ou, *a contrario*, une volonté de pas donner de solution trop facile pour l'origine du fer ? Il n'y a pas, dans le texte, de référence précise à une théorie sur la genèse de la *Laterite*, mais les descriptions abondent en détails qui permettent d'imaginer que Buchanan devait y penser. Sinon pourquoi se serait-il posé la question concernant la présence de traces fossiles (animal or vegetable *exuvia*) devant la carrière d'Angadipuram, et pourquoi, en l'absence de telles traces, aurait-il mené une enquête ? Il va ensuite décrire la *Laterite* systématiquement au-dessus des roches et cela pour plusieurs types de roches. La façon dont la roche s'altère dans la couche de *Laterite*, le degré d'altération des différents minéraux, sont décrits avec précision. La remarque sur l'absence de *Laterite* quand les nodules calcaires apparaissent dans les sols constitue aussi l'amorce d'une connaissance des lois de répartition de ces objets dans le paysage. Pas plus que la *Laterite*, les nodules calcaires ne sont identifiés comme des concentrations superficielles ; il n'y a pas non plus d'allusion à l'influence du climat sur leur existence.

La dureté de la *Laterite*

Dans sa description de la carrière, Buchanan donne indiscutablement des éléments sur la dureté (versus la tendreté) de la *Laterite*, en décrivant les outils qui servent à extraire les briques dans les carrières. Il note en outre que les moellons sont capables de durcir une fois extraits.

Les outils vus par Buchanan sont vraisemblablement les mêmes que ceux qui sont utilisés actuellement dans les carrières et qui sont illustrés par les photos jointes à cette note. Les carrières sont exploitées selon des plans horizontaux successifs (*figure 3*), la surface de la *Laterite* est entaillée à l'aide de la « lame » du *pick-ax* selon un quadrillage correspondant aux dimensions des futures briques augmentées de quelques centimètres pour tenir compte de l'épaisseur des entailles et des pertes qui résultent de la taille. Quand une rangée de briques est ainsi bien délimitée, chacune est détachée du massif de *Laterite* sous-jacent par un coup porté à sa base. En dépit d'une technique éprouvée de longue date, il arrive alors que ce coup final provoque une cassure interne à la brique, qui est alors éliminée. L'extraction d'une brique prend plusieurs minutes et ne ressemble en rien à du découpage sans effort dans un matériau mou. Les outils sont lourds et les chocs avec le matériau sont parfaitement audibles à plusieurs dizaines de mètres de distance. Si le matériau était réellement tendre et si une simple bêche suffisait à le découper, pourquoi les ouvriers emploieraient-ils ce *pick-ax* plus pénible à manier ? Pourquoi feraient-ils autant de

déchets pour isoler les briques les unes des autres avec leur pioche si le passage d'une lame métallique suffisait ? Finalement, pourquoi cette description de Buchanan s'écarte-t-elle de la réalité observable aujourd'hui ? S'agit-il d'un excès d'enthousiasme reflétant son zèle à remplir les objectifs de son mandat et visant à démontrer l'intérêt du matériau « one of the most valuable materials of building » ?

Sur la capacité de durcissement (raffermissement) à l'air des briques, rien ne semble jamais avoir été scientifiquement mesuré, par exemple à la suite d'essais à la presse. On peut raisonnablement douter que leurs propriétés mécaniques évoluent beaucoup au cours du temps car, dans les anciennes constructions en cours de démolition, les briques de latérite sont souvent récupérées et retaillées avec des outils qui servent à les extraire (la *figure 5* montre l'amorce d'un plafond à caissons dans une église achevée en 1602 à Goa, les détails relativement fins de ce plafond ont probablement été obtenus en sculptant sur place des briques déjà appareillées).

Aujourd'hui encore, cette capacité de durcissement, réelle ou supposée, est au centre de la définition de la plinthite (voir ci-dessous).

LA LATÉRITE INDIENNE DANS D'AUTRES TEXTES DU XIX^e SIÈCLE

Très vite, et cela constitue une preuve de la notoriété du texte de Buchanan, les scientifiques anglais du XIX^e siècle ont essayé de préciser certains aspects de la *Laterite*. Les théories relatives à son origine ont agité la communauté des géologues travaillant en Inde. Deux textes, jalonnant cette période et illustrant ces discussions, sont évoqués ici. Dans ces deux textes, contrairement à ce que l'on constatait chez Buchanan, le mot latérite devient un nom commun écrit en caractères bas-de-casse.

La discussion sur l'origine des latérites dans « Summary of the Geology of South India » de T.J. Newbold (1844)

Buchanan, au cours de son voyage, n'était pas remonté jusqu'à la zone des basaltes du Dekkan, puisqu'il n'avait pas traversé le territoire portugais de Goa. Après la publication de son rapport, certains observateurs travaillant dans la région des trapps⁷ du Dekkan (Voysey notamment, mais nous n'avons pas son texte), guidés par la couleur noire et l'aspect scoriacé de la latérite à l'affleurement, lui ont attribué la même origine volcanique que les basaltes. Pour certains tenants de cette hypothèse, l'origine volcanique était confortée par l'absence de fossiles.

Newbold, qui connaissait l'existence de latérites sur des roches diverses, va critiquer l'hypothèse volcanique en essayant de démontrer que l'absence de fossiles n'est pas un bon argument. Selon lui, ces fossiles disparaîtraient au cours de l'imprégnation

du matériau par les oxydes de fer.

«... scarcely any fossil remains are preserved in stratified rocks in which the oxide of iron (...) abounds ...»

Puis il évoque, assez précisément pour l'époque, le mécanisme de la concentration superficielle des oxydes au cours du processus de latéritisation pour expliquer la disparition, donc l'absence de fossiles :

«The solution may be in the highly ferriferous nature of the plutonic, trappean, and hypogene rocks, from which the Laterite has confessedly been derived, and in the supposition of a segregation and subsequent re-arrangement of the different mineral particles in the substance of the rock itself ...»

Ce détour par une discussion sur les fossiles paraît aujourd'hui bien insolite, mais il aboutit à une hypothèse très intéressante.

Approfondissement de la discussion sur la genèse par H.B. Medicott et W.T. Blandford⁸, vers la fin du XIX^e siècle

Les critiques de Newbold n'ont vraisemblablement pas conduit à l'abandon total de l'hypothèse d'une origine volcanique de la latérite puisqu'elle est encore longuement discutée par Medicott⁹ et Blandford qui tentent de démontrer qu'elle doit être abandonnée. Ils écrivent, dès les premières pages du chapitre *Laterite* dans leur ouvrage :

«Laterite, however, as will be shown presently, is never an original form of igneous rock. It is, in all cases either produced by the alteration of other rocks, sometimes igneous sometimes sedimentary or metamorphic ...»

L'habitude avait aussi été prise de distinguer entre « niveaux latéritiques bas » et « niveaux latéritiques hauts » :

«... high level and low level laterite, the former of which was supposed not to be, the other to be, of detrital origin ...»

Ils réfutent une telle distinction basée uniquement sur l'origine, mais admettent :

«... But, though it is impossible to distinguish between the high level and low level laterites, if by those terms there is implied any theory involving the supposition of an essential difference in age and origin, yet the terms are convenient when they merely refer to the position occupied ...»

Ils examinent ensuite l'influence de l'altitude et y voient un « fac-

⁷ terme géologique (du suédois *trappar*, escalier) désignant un empilement de coulées de laves horizontales, s'étendant sur des surfaces de plusieurs milliers de km².

⁸ dans le Chapitre XV, intitulé *Laterites*, de leur ouvrage. Les extraits présentés ici sont tirés de la 2^e édition (vers la fin du XIX^e siècle).

⁹ Henry Benedict Medicott (1829-1905) - Géologue connu aussi comme le créateur du terme *Gondwana* à l'occasion de l'étude des séries à *Glossopteris* d'une région du Dekkan central, ancien pays des Gonds, en 1872.

Figure 5 - Détails d'un plafond ouvragé en latérite dans une église en ruine à Old-Goa.

Figure 5 - Details of a worked lateritic ceiling in a ruined church of Old-Goa



teur » limitant à la présence de latérite :

«No well authenticated occurrence of Laterite is known at an elevation exceeding 5,000 feet above the sea.»

Puis ils évoquent l'hypothèse de vastes étendues de latérite aujourd'hui démantelées :

«... the manner in which caps now occur upon isolated peaks and ridges clearly shows that they were once much more extensive, ... «

Et cela les conduit directement à une remarque pertinente sur l'âge de la latéritisation :

It is difficult, in presence of the great amount of denudation which has taken place since the Laterite caps were part of a more extensive formation, to escape the conviction that the high level Laterite must be of considerable geological antiquity.

Plus loin, ils expliquent comment la teneur en fer de la latérite peut dépasser celle de la roches sous-jacente :

... the larger percentage may perhaps be explained by a process of concentration, some of the other constituents of the rock having been removed, ... but not the iron.

Sur l'influence des conditions environnementales, ils précisent :

Those countries where it has been supposed to be still in process of formation are characterised for the most part by a warm,

moist, climate, and an abundant vegetation ... the Laterite is without exception only found on level or gently undulating surfaces ...

Suivent des considérations stratigraphiques sur les relations entre outillage lithique contenu dans la latérite, et premières constructions humaines utilisant la latérite, pour essayer de la dater. L'essentiel des bases d'un raisonnement, que l'on peut qualifier de moderne, était donc acquis, à la fin du XIX^e siècle, avec cette synthèse de laquelle émerge une recherche de la valeur stratigraphique (et, partant, chronostratigraphique) de la latérite en tant que roche supergène.

PERSPECTIVES ACTUELLES

Après sa création en Inde par un voyageur érudit et son adoption par les géologues anglais travaillant dans ce pays, l'emploi du nom latérite (et des mots qui en dérivent) s'est internationalisé et étendu à bien d'autres domaines : prospection minière, géochimie, pédologie, géomorphologie, mais aussi travaux publics. Ce succès s'est affirmé tout au long du XX^e siècle, il s'est accompagné d'une multiplication des définitions. Traiter ici de façon relativement exhaustive des perspectives actuelles attachées au mot latérite relève donc

de la tâche impossible. Face à cette situation nous avons choisi d'illustrer la situation actuelle par deux exemples :

- l'un relevant de la science des sols, où le terme plinthite a été créé pour désigner les horizons tachés, potentiellement en voie d'induration, et représente donc le pôle le moins évolué des objets appelés latérite.

- l'autre de la géomorphologie, où l'une des questions importantes a été de dater les niveaux indurés prolongeant ainsi les interrogations de Medlicott et Blandford au XIX^e siècle.

La plinthite : avatar moderne de la latérite

En science des sols, il est apparu nécessaire de distinguer, parmi les différentes formes de latérite, entre les formations susceptibles de s'indurer et celles déjà fortement cimentées. Pour désigner les premières, on a créé le terme « plinthite » dont la Soil Taxonomy donne, en 1975, la définition suivante :

«Plinthite (Gr. plinthos, brick) is an iron-rich, humus-poor mixture of clay with quartz and other diluents. It commonly occurs as dark red mottles, which usually are in platy, polygonal, or reticulate patterns. Plinthite changes irreversibly to an ironstone hardpan or to irregular aggregates on exposure to repeated wetting and drying, especially if it is exposed also to heat from the sun.....»

L'effet des fluctuations de la nappe sur la genèse de plinthite est abordé dans la suite de la définition.

«Generally, plinthite forms in a horizon that is saturated with water at some season. The original segregation of the iron normally is in the form of soft, more or less clayey, red or dark red mottles () not considered plinthite unless there has been enough segregation of iron to permit irreversible hardening (...) Plinthite does not harden irreversibly as a result of a single cycle of drying and rewetting. After a single drying, it will remoisten, and then it can be dispersed in large part by shaking in water with a dispersing agent.

In a moist soil, plinthite is soft enough that it can be cut with a spade. After irreversible hardening, it is no longer considered plinthite...»

On retrouve dans cette définition des traits communs avec la description de la carrière d'Angadipuram par Buchanan, bien qu'il n'y soit pas fait référence, notamment :

- l'idée d'un découpage aisé à l'aide d'une lame, ici une bêche,
- l'idée d'une induration irréversible, et
- dans la construction du mot, l'emploi d'une racine grecque signifiant brique.

D'autres ouvrages rattachent explicitement la plinthite à la *Laterite* de Buchanan, ainsi Mohr *et al.* (1972) écrivent-ils (p. 192) «*as far as known the earliest description of plinthite was given by Buchanan*». Plus récemment, van Wambeke (1992, p. 101) tient des propos similaires en commentant ainsi la définition de la plinthite «*this definition was written to cover the original concept*

of Laterite ... that was first described by Buchanan».

L'induration ne pouvant résulter d'un seul cycle «dessiccation-humectation», cette définition montre aussi que la zone d'extraction des briques à Angadipuram ne peut être considérée comme de la plinthite, les briques ne se délitant heureusement pas au cours de la mousson qui suit leur extraction. Si la plinthite existe à Angadipuram, elle est située sous la zone d'extraction.

Le rôle attribué à la nappe permet d'établir une correspondance (Soil Taxonomy, 1975, tableau 14, p 433-435) entre les sols où l'on identifie la plinthite et les anciens « Ground-Water *Laterite* soils » de la classification américaine de 1938, révisée en 1959. En revanche, et ce même tableau l'illustre bien, les anciens « Reddish-Brown *Lateritic* soils » ne trouvent aucun équivalent dans des sols à plinthite.

La plinthite est un caractère diagnostique pour la Soil Taxonomy, il sert à définir un certain nombre de grands groupes de sols (Plinthudults par exemple) ou de sous-groupes. Dans le World Reference Base, l'horizon plinthique est défini en des termes voisins de ceux employés par la Soil Taxonomy. Sous certaines conditions, cet horizon est diagnostique du groupe des Plinthosols, qui constitue l'une des catégories les plus élevées du système.

Malgré tout ce que cela implique comme conséquences pour la nomenclature des différents types de sols, l'identification et la quantification de la plinthite dans un horizon ne sont pas aisées sur le terrain : face à une coupe, dans une fosse, comment décider qu'une accumulation ferrugineuse non cimentée au moment de l'observation est susceptible de s'indurer irréversiblement à la suite de plusieurs cycles « dessiccation-humectation » ? Ce problème d'identification a été abordé par Daniels *et al.* (1978) en même temps qu'était tentée une certaine normalisation des procédures, notamment pour estimer le pourcentage de plinthite.

Avec une telle définition de la plinthite, ce sont les premières phases de l'induration qui sont privilégiées par la science des sols classique.

La latérite des géomorphologues

A l'opposé de la science des sols, la géomorphologie va plutôt s'intéresser aux formes indurées les plus imposantes qui arment les paysages pour analyser ces paysages.

Avec la multiplication des observations de latérites hors de l'Inde, notamment en Afrique, où des régions comme la Guinée, le Burkina Faso et la République Centrafricaine représentent les territoires les plus cuirassés de la planète, l'Afrique, désormais continent cuirassé par excellence, a éclipsé l'Inde en tant que région type de la latéritisation dès les années 1950. Ceci s'est reflété par la terminologie entrée dans le vocabulaire géomorphologique pour décrire des formes de modelé tabulaires coiffées d'une cuirasse latéritique : *bowal* (plur. *bowé*), terme vernaculaire guinéen qui a supplanté d'autres termes vernaculaires répandus, par exemple *padavu* dans le Konkan (Kankana de Buchanan, cf. ci-dessus, *figure 1*).

La discussion sur l'origine respective des *high level* et *low level laterites* a connu des développements importants en Afrique, où les dénivellations entre les entablements passaient de kilométriques en Inde à simplement décamétriques. Il devenait difficile de nier toute absence de lien à la fois génétique et chronologique entre les niveaux étagés. Les transferts latéraux des points hauts vers les points bas du patrimoine minéralogique hérité paraissent logiques. L'opposition entre géomorphologues soucieux de liens entre amont et aval dans le paysage d'une part, et géochimistes-altérologues soucieux de filiations minéralogiques et de bilans de masse entre une roche parentale et ses produits d'altération d'autre part, s'est accompagnée de méthodes de travail différentes.

Dans la mesure où l'on s'était aperçu dès Blanford et Medlicott que le cuirassement affectait aussi bien des profils d'altération de roche-mère *in situ* que des voiles sédimentaires discordants sur un substratum rocheux lui aussi plus ou moins altéré, l'une des grandes questions a aussi été de distinguer la provenance des matériaux cuirassés.

Autochtonie, allochtonie, lithodépendance, verticalisme, latéralisme sont les principaux termes qui reflètent les débats animés, souvent même les controverses, de la seconde moitié du xx^e siècle dans le domaine des recherches sur l'évolution des paysages latéritiques.

Le temps éclaire l'espace : datation des latérites et résolution de certaines controverses

La datation des latérites est demeurée une pierre d'achoppement majeure, ce qui n'a pas empêché de nombreux auteurs d'ébaucher des chronologies relatives : par exemple Michel (1973) et Grandin (1976) pour l'Afrique de l'Ouest. Des tentatives de datation paléomagnétique (aimantation rémanente de la magnétite) se sont avérées jusqu'à présent ne pas atteindre les niveaux de précision escomptés. C'est la datation par obtention de l'âge argon-argon de cristallisation de cryptomélanes que contiennent les latérites qui, aujourd'hui, apporte les plus précieux éléments aux débats d'école des cinquante dernières années (Vasconcelos, 1999). Or, deux points majeurs se révèlent actuellement :

- On s'aperçoit qu'il faut vieillir d'un facteur de 10 l'âge des latérites du continent africain et brésilien par rapport à ce que nombre de chronologies relatives avaient précédemment supposé (Michel, 1973). Les latérites résiduelles représenteraient ainsi des surfaces topographiquement très stables à l'échelle des temps géologiques.

- Du coup, et du fait que les cryptomélanes aient pu être préservés si longtemps près de la surface ou bien redistribués vers l'aval par l'érosion mécanique et piégés dans des cuirassements plus jeunes, l'universalité de la théorie d'une fonte verticale du paysage par culbut géochimique (cuirasses continuellement détruites en surface et reformées à leur base en *steady state*) se trouve partiellement remise en question. Les cuirasses ne pourraient tout simplement pas être des objets datables si ce culbut géochimique avait fonctionné sans interruption. S'il a existé, ceci ne peut avoir

été le fait que d'une période de biostasie extrêmement intense et durable, semble-t-il au Crétacé supérieur et Paléocène dont on sait aujourd'hui que ces époques représentent le dernier grand pic planétaire d'effet de serre (*greenhouse Earth*). Depuis, les reprises d'érosion multiples ont surtout incisé et rajeuni les paléotopographies de cette surface de démarrage (la Surface africaine, en Afrique), et ce faisant, partiellement redistribué les stocks de fer et d'alumine présents dans les minéraux initiaux sans que des conditions d'altération intense n'aient eu besoin d'approfondir excessivement les fronts d'altération ou de fournir à chaque cycle la totalité des matériaux engagés dans le cuirassement.

Certes, le potentiel offert par la datation des cryptomélanes n'est pas exempt d'embûches, et les quelques travaux existants dans ce domaine insistent davantage sur le lien entre genèse de ces minéraux et paléoclimats, que sur les liens entre minéralogie, cuirasses et paléotopographies. En effet, lorsque des cryptomélanes d'un niveau cuirassé haut sont redistribués par l'érosion et repris dans le cuirassement d'un niveau bas, la datation directe de la topographie cuirassée basse par ces mêmes cryptomélanes détritiques présente le risque d'être artificiellement vieillie, à moins que les minéraux eux-mêmes subissent une transformation géochimique ayant permis une réouverture, suivie d'une refermeture, du système radiométrique. La démarche se trouve donc compliquée par un travail nécessaire de traçage systématique, étayé par des raisonnements géomorphologiques solides au niveau du paysage, et accompagnés d'analyses pétrographiques (Grandin, 1976). Ceci a pour but de distinguer, déjà en termes d'âges relatifs, les diverses générations de cuirasses dans le paysage. Par ce biais, la datation des cryptomélanes dans une toposéquence paysagère constitue, malgré tout, l'un des rares indicateurs minéralogiques permettant le traçage géomorphologique des systèmes cuirassés. Ainsi, à partir du moment où une topographie cuirassée peut être datée avec les précautions nécessaires, une cuirasse représente une surface-repère servant de référentiel chronostratigraphique pour estimer les tranches d'ablation dans un paysage continental à l'échelle des temps géologiques. Ainsi, pour les géomorphologues de la zone intertropicale, la latérite accède à l'aube du 21^e siècle à un échelon supérieur de la connaissance : si les étagements cycliques des topographies scellées par le cuirassement dans les régions les mieux étudiées du continent africain font l'objet de peu de remises en question hormis certains détails, la chronologie des reprises d'érosion demeurerait entièrement spéculative et essentiellement gouvernée par un déterminisme climatique borné par les cycles quaternaires. A l'instar de la plinthite, dont l'origine suppose implicitement une durée courte de formation, l'argumentation se tournait peu vers la tectonique des plaques et les perspectives de la plus longue durée. Dans un contexte scientifique actuel où la stratigraphie du Crétacé, de l'ère cénozoïque et de leurs cycles climatiques progresse rapidement, les latérites sont désormais des marqueurs avérés, plutôt que supposés, de cycles bioclimatiques mais aussi de très anciennes surfaces topographiques ayant peu évolué.

CONCLUSION

La latérite en tant qu'objet d'investigation scientifique a suivi depuis deux siècles une trajectoire à la fois polysémique et pluridisciplinaire.

Identifiée comme matériau de construction par Buchanan, ceci ne demeure finalement un trait de civilisation très marqué qu'en Inde. L'Afrique, continent cuirassé par excellence, n'a pas connu une semblable exploitation de la cuirasse comme pierre de construction. Par contre, la latérite en tant que minerai (chapeaux de fer et de manganèse) fait aujourd'hui l'objet de prospections et d'exploitations extrêmement organisées en Australie, en Afrique, au Brésil et dans les Guyanes, la bauxite constituant le fleuron de l'industrie. Assortie de datations, sur lesquelles il demeure encore beaucoup à faire, la latérite devient un instrument de stratigraphie géomorphologique dans des terrains de socle métamorphique et magmatique sinon pauvres en marqueurs chronostratigraphiques. Grâce à l'altération chimique des roches sur la très longue durée, les boucliers secrètent ainsi leur propre stratigraphie dont la latérite et ses modelés tabulaires constituent parfois les seuls enregistreurs.

C'est pourquoi l'étude de la latérite, tantôt instrument d'analyse stratigraphique, tantôt marqueur paléoclimatique, tantôt prétexte à déchiffrer les trajectoires géochimiques des roches sous les effets de l'altération supergène, relève de disciplines scientifiques qui se définissent davantage par une problématique que par un objet aux contours nets.

Les formes initiales de la latérite sont aujourd'hui appelées plinthite en science des sols, mais cela ne dispense pas les pédologues de s'intéresser aux autres formes plus massives pour comprendre les milieux dans lesquels se développent les sols tropicaux.

BIBLIOGRAPHIE

- Buchanan F., 1807 - A journey through the countries of Mysore, Canara and Malabar. (1988 reprint, Asian Educational Services, New-Delhi). 3 vols., 440, 566 et 512 p.
- Daniels R.B., Perkins H.F., Hajek B.F. et Gamble E.E., 1978 - Morphology of discontinuous phase plinthite and criteria for its field identification in Southeastern United States. *Soil Sci. Amer. J.*, 42, 944-949.
- Desmond R., 1992 - The European Discovery of the Indian Flora. Oxford University Press, New York, 355 p.
- Foucault A. et Raoult J.-F., 1988 - Dictionnaire de géologie. 3e édition. Masson, Paris, 352 p.
- Fox C.S., 1936 - Buchanan's Laterite of Malabar and Kanara. Records of the Geological Survey of India, vol. LXIX, part 4, pp 389-422.
- Grandin G., 1976 - Aplanissements cuirassés et enrichissement des gisements de manganèse dans quelques régions d'Afrique de l'Ouest. Mémoire ORSTOM 82, Paris, 275 p.
- Michaud J., 1801 - Histoire des progrès et de la chute de l'empire de Mysore sous les règnes d'Hyder-Ali et Tippoo-Saïb. Guiguet et Cie Imprimeurs-libraires, Paris. 2 vols., 395 et 454 p.
- Medlicott H.B. et Blandford W.T., fin 19^e - Encyclopaedia of Indian Geology, 2nd Edition. (1994 reprint, Cosmo, New-Delhi). 2 vols., 543 p.
- Michel P., 1973 - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Mémoire ORSTOM 63, Paris, 3 vols., 752 p.
- Mohr E.C.J., van Baren F.A. et van Schuylenborgh J., 1972 - Tropical Soils. A comprehensive study of their genesis (3rd edition). Mouton - Ichtar Baru - Van Hoeve, The Hague - Paris Djakarta, 481 p.
- Newbold T.J., 1844 - Laterites of Southern India. In: Sahyadri, the Great Escarpment of the Indian Subcontinent. Patterns of Landscape Development in the Western Ghats. Y. Gunnell, B.P. Radhakrishna, (Eds). Geological Society of India, Memoir n° 47, 2001, Bangalore. Vol. II, pp 753-757.
- Vasconcelos, P.M., 1999 - K-Ar and 40Ar/39Ar geochronology of weathering processes. *Annu. Rev. Earth. Planet. Sci.*, 27, pp 189-229.
- Van Wambeke A., 1992 - Soils of the Tropics. Properties and Appraisal. McGraw Hill, New York, 343 p.

