



Etude d'une poche d'argile rouge en relation avec une roche-mere calcaire

R. Guennelon

► To cite this version:

R. Guennelon. Etude d'une poche d'argile rouge en relation avec une roche-mere calcaire. Bulletin Mensuel (Association Francaise pour l'Etude du Sol), 1957, 91, pp.942-961. hal-02732485

HAL Id: hal-02732485

<https://hal.inrae.fr/hal-02732485>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**ETUDE D'UNE POCHE D'ARGILE ROUGE EN RELATION
AVEC UNE ROCHE MERE CALCAIRE**

par R. Guennelon (Avignon)

I - Introduction

II - Localisation et description du gisement

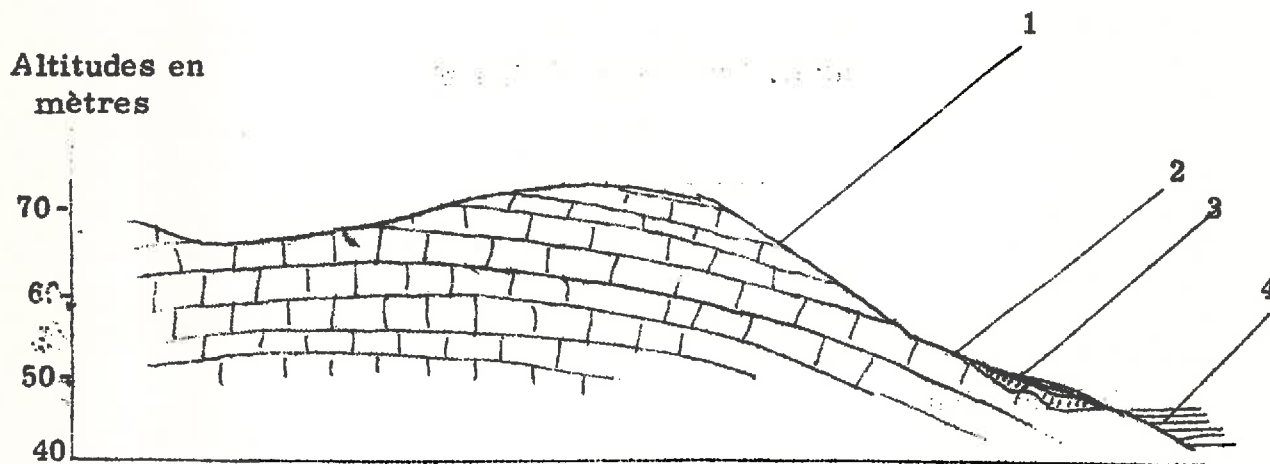
III - Données analytiques

- A) Examen Macroscopique**
- B) Propriétés chimiques**
- C) Données minéralogiques**

IV - Hypothèses sur la genèse de l'argile rouge

V - Conclusions

VI - Bibliographie.



1 - Calcaire dur du Barrémien inférieur

2 - Calcaire en plaques, en voie d'altération

3 - Poche de terre rouge

4 - Alluvions récentes.

Fig. 1 - Schéma géologique du gisement étudié.

I - INTRODUCTION -

Les formations argileuses rouges en relation plus ou moins directe avec des roches-mères calcaires ont été souvent signalées. Le terme de "terra rossa" (Zippe 1853) désigne avant toute chose une formation décalcifiée, de couleur rouge vif à rouge brique, riche en colloïdes minéraux de rapport moléculaire H_2O/SiO_2 faible et en oxydes R_2O_3 peu hydratés (Kubiena 16). Leur roche-mère préférentielle est le calcaire "presque" pur et généralement assez compact et dur. La présence d'argile rouge dans les calcaires est maintes fois liée à un haut degré de cristallinité de CO_3Ca et, très souvent, de la calcite (vraisemblablement de néoformation), très pure et bien cristallisée, avoisine les dépôts observés.

Les différents auteurs ont observé une grande prudence quant à la genèse de cette argile rouge à partir d'une roche ne contenant parfois, semblait-il, que des traces d'éléments non calcaires. On a admis, à l'origine, les phénomènes de décalcarification, puis de rubéfaction des hydroxydes de fer, enfin une genèse de minéraux argileux ; mais on a fait souvent appel à des apports extérieurs (par l'eau ou par le vent) pour expliquer la dissemblance d'altération.

C'est pourquoi il a paru intéressant d'entreprendre l'étude des relations entre les formations dites "terres rouges" et sols rouges méditerranéens d'une part, et leur substratum géologique d'autre part, afin d'établir le rapport de dépendance. Cette étude pourra être poursuivie au fur et à mesure du développement des moyens techniques utilisables et grâce à l'application de méthodes nouvelles. Il sera alors possible d'en tirer des renseignements sur l'origine de nombreux sols, leur réserve minérale, le sens de leur évolution, et leur dégradation.

Le premier aspect de ce thème a été fourni par l'observation d'une poche d'argile rouge pour laquelle existe visiblement une transition effective entre la roche-mère calcaire et le matériel évolué. On se bornera cependant à mettre analytiquement en évidence cette transition, réservant le mécanisme exact de ce phénomène pour un travail ultérieur.

II - LOCALISATION ET DESCRIPTION DU GISEMENT -

La région du Bas-Rhône présente au Sud du défilé de Donzère des affleurements nombreux, de petits massifs crétacés du Barrémien inférieur, formant la bordure méridionale de la fosse vocontienne. Ils sont constitués par des calcaires compacts durs passant plus au sud au faciès récifal de l'Urgonien.

L'Albien, sous forme de grès glauconieux se trouve à l'est, avec les ocres d'Apt, mais manqué dans la région d'Avignon. C'est à partir de l'Aptien qu'existe, avec une grande extension, l'isthme durancien allongé d'Ouest en Est, des Cévennes à l'Esterel. C'est à la surface de cet isthme, ou plutôt, de ses relictés actuelles que l'on observe, sur les calcaires du Barrémien, les altérations continentales aboutissant à la formation des bauxites. La lacune de sédimentation a eu sans doute sa durée maximum dans la région d'Avignon puisque la transgression cénomaniennne a débuté par le Sud et seuls des faciès lagunaires et saumâtres localisés vers Orange dans le Gard et la Drôme marquent à 20 km au nord d'Avignon les étages du Campanien et du Maestrichtien. L'éocène est représenté par des faciès continentaux et dans la région qui nous intéresse, il faut attendre le Burdigalien pour observer les assises marines transgressives sur le Barrémien (14).

La première localité observée se situe à 7 km à l'E.S.E. d'Avignon sur un petit massif crétacé dit Montdevergues. On ne remarque aucun autre étage géologique sur ce calcaire qui s'ennoye dans les alluvions fluviales récentes.

Cependant la poche de terre rouge étudiée, dépend d'un calcaire un peu différent de celui qui forme l'ensemble du massif ; il présente un faciès de calcaire en lits de 3 à 4 cm d'épaisseur et ces lits sont affectés de nombreux plissements de détail. De plus, il est beaucoup mieux cristallisé que le calcaire barrémien typique.

Enfin à quelques mètres de là, une poche d'argile que l'on peut observer dans ce même calcaire barrémien est au contraire de couleur jaune et remplie de nodules de calcaire très fin, individualisée dans la masse.

Quoiqu'il en soit le but de cette première étude est de montrer seulement la possibilité de filiation entre la roche-mère et l'argile rouge, les autres problèmes annexes étant destinés à être

exposés ultérieurement.

III - DONNEES ANALYTIQUES -

L'attention peut être attirée par le fait qu'il existe à la surface de la colline, un sol brun rouge peu épais ayant tendance à prendre une consistance assez plastique, alors que des carrières taillées dans la roche-mère n'offrent pas de poches d'altération visibles. On peut penser qu'un revêtement antérieur maintenant disparu pouvait être à l'origine de ce matériel pédologique. Il existe en effet au pied de la colline un affleurement de quelques mètres carrés disparaissant sous les alluvions récentes. (Schéma Fig. 1)

A/ Examen macroscopique -

Ce gisement est situé dans quelques dénivellations à la surface du Barrémien et comprend, à côté de l'argile, des fragments de calcaire plus ou moins altérés, en forme de tuiles, et, en profondeur, des plaques de calcaire de plus en plus pur, au fur et à mesure que l'on approche du terrain encaissant.

Parmi ce matériel, on a retenu 6 échantillons indépendamment de l'argile rouge.

1° - L'échantillon n° 1 est un calcaire très pur blanc, à grains de dimensions moyennes, à cassure franche, disposé en lits peu épais. L'examen à la loupe révèle la structure bien cristallisée de la calcite avec quelques très minces feuilletés, parallèles au litage et contenant une substance blanchâtre non cristalline. A la surface de chaque lit, on trouve un produit brun rouge d'altération, ne pénétrant pas d'une manière diffuse dans la masse du calcaire, mais remplissant de très petites poches de 2 à 3 mm. Le même produit existe dans de rares cavités, incluses au milieu du calcaire et à première vue, totalement dépourvues de communication avec l'extérieur. En fait, de petits canaux visibles sur la tranche de coupe, avec un grossissement adéquat, démontrent la possibilité de communication ; ils sont obturés, soit par de la calcite cristallisée (plus transparente que celle du bloc environnant), soit par du matériel amorphe brun-rouge à jaune.

2° - L'échantillon n° 2 déjà plus altéré en surface reste ce-

pendant compact ; mais il est caractérisé par la présence de bandes colorées en rose pâle, où la cristallinité est encore visible, séparées par des bandes de calcaire cristallin intact. Ces bandes colorées sont d'autant plus larges et de couleur d'autant plus intense que l'on est près de la surface des lits.

3° - L'échantillon n° 3 présente encore quelques zones non colorées, non altérées, mais on note déjà la tendance à la désagrégation par desquamation des lits superficiels d'altération. La rigidité de l'échantillon est cependant encore assez forte, puisqu'on ne peut le briser à la main.

4° - L'échantillon n° 4 au contraire se brise facilement, même pour des épaisseurs de l'ordre du centimètre ; il est entièrement rose à brun pâle et l'on y distingue toujours des petits cristaux brillants de calcite. Au milieu des échantillons se trouvent des traits bruns de 1mm de longueur, tous étirés parallèlement. Ils se réunissent vers les bords pour former des plans de clivage, qui, lorsque l'on enlève la pellicule externe, se montrent remplis d'une substance brune amorphe.

5° - Les dimensions des échantillons diminuent progressivement, depuis le lit de 2 à 3 cm pour le n° 1 jusqu'à la plaquette de 0,5 à 1 cm pour les échantillons 4 et 5. Cet échantillon 5 qui se trouve directement en contact avec la poche d'argile, se présente sous forme de plaques de 5 mm d'épaisseur environ, brun rouge en surface, avec altération de toute la masse ne laissant au centre qu'un mince feuillet (moins d'1 mm) de couleur plus claire et à aspect légèrement cristallin. La cohésion du matériel est maintenant très faible.

6° - Le dernier échantillon n° 6 consiste en fragments plus ou moins réguliers, grossièrement stratifiés, d'un matériel brun pâle, ayant l'aspect d'une marne consolidée. On y trouve de très petites veines, de calcite très pure, cristalline, vraisemblablement de néo-formation. Ces fragments sont noyés dans les poches d'argile et sont nombreux à la périphérie de ces poches.

7° - On désignera enfin par 7 l'échantillon de terre rouge proprement dite, exempte de fragments durs de grosses dimensions et séparée par tamisage, après désagrégation ménagée en deux lots : 7a inférieur à 50 et 7b supérieur à cette dimension. L'échantillon 7 a été également traité en vue d'obtenir la fraction argileuse 2 limonneuse de 2 à 20 et les sables.

La continuité morphologique ne semble donc réelle. S'il ne s'agissait que d'apparences, on ne devrait pas s'attendre à partir des données analytiques à des séries de résultats à variation parallèle. Or, au contraire, les divers éléments dosés tendent progressivement vers les teneurs de l'argile isolée du matériel rubéfié.

B - Bilan d'altération -

Il faut envisager maintenant la possibilité quantitative d'obtenir une quantité importante de matériel rubéfié argileux par altération du calcaire.

En partant d'un calcaire non altéré, et, en le soumettant à l'attaque acide, on a obtenu les résultats suivants :

	Poids de l'échantillon	Volume de l'échantillon	Poids du résidu (à 50°)
N° 1	57,831 gr.	22 cm ³	3,485 gr
N° 2	270 gr.	100 cm ³	18,516 gr

Le rendement en poids de l'altération est de l'ordre de 6,5 %, ce qui correspond à la valeur trouvée pour le dosage du calcaire total.

Les densités réelles du calcaire et de l'argile rouge sont de 2,63 et 2,74 ; la densité apparente approximative de l'argile rouge est 1,29 - 1,3.

Il est par suite logique d'admettre que le volume du résidu non calcaire obtenu sera représenté approximativement par l'expression:

Poids du résidu

densité apparente du matériel rubéfié

ce qui pour les deux échantillons donne des volumes de 3,4 - 3,5 cm³ et 14,5 cm³ environ, soit 18 cm³ pour 122 cm³ de calcaire, (14,8 %)

ce qui signifie que l'altération d'un banc de calcaire de 1 m d'épaisseur donnerait, après exposition à l'air, formation d'aggrégats et fragmentation sous l'action des agents atmosphériques, près de 15 cm de sol rouge. Ce rendement est loin d'être négligeable et justifie la possibilité entrevue d'une origine presque totalement autochtone de la terre rossa étudiée.

C - Propriétés chimiques .

Le critère de degré d'altération retenu est la teneur en CO₃Ca, puisque l'on veut montrer la possibilité d'obtenir un matériel non calcaire en partant d'une roche calcaire.

Le CO₃Ca total obtenu au calcimètre et par l'examen des courbes thermiques (voir paragraphe suivant) donne les résultats ci-dessous :

Echantillons	1	3	4	5	6	7 _b	7 _a	L	A	A D
CO ₃ Ca	94	88,5	83,8	67,8	64,4	32,6	25,9	36,6	0,5	0
H ² O ⁻	-	-	0,3	0,9	0,9	2,75	2,5	0,2	1	0,5
H ₂ O ⁺	-	-	1,2	1,9	2,4	5,25	5,5	3,2	11,2	11,4
SiO ₂ totale	-	-	9,28	21,17	23,22	37,7	42,4	45	46,2	52,6
SiO ₂ combinée	-	-	-	-	-	17,3	-	9,7	38,6	47
Al ₂ O ₃	-	-	7,12	5,1	10,8	13,1	13,9	8,1	28,9	33
Fe ₂ O ₃	-	-	0,6	0,9	2,04	7,7	7	3,9	9,9	0,8
SiO ₂ comb. (Al ₂ O ₃)	-	-	-	-	-	2,24	-	2,02	2,26	2,4
SiO ₂ comb. (H ₂ O ⁺)	-	-	-	-	-	0,99	-	0,97	0,91	1,2

L Limon A Argile A D Argile def-
ferriée

TABLEAU 1 - Données analytiques.

1	3	4	5	6	Limon L	7 _B	7 _A	Argile A	Argile traité à l'ac. AD
94	88,5	83,8	67,8	64,4	36,6	32,6	25,9	0,5	0

L'échelle d'altération macroscopique est donc bien en accord avec le phénomène de décalcarification.

Nous avons établi (Tableau II) les relations suivantes :

CO_3Ca en fonction de H_2O + (eau zéolithique + eau de constitution)

- SiO_2 totale en fonction de H_2O^+

- SiO_2 combinée " " H_2O^+

- Al_2O_3 totale " " H_2O^+

Les différents points indiquent des variations continues dans les propriétés chimiques, le limon s'écartant des courbes de variations ; ceci est logique car il faudrait plutôt représenter l'échantillon 7 dans sa totalité : sables, limon et argile avec leurs proportions respectives.

L'évolution des compositions analytiques a donc lieu d'une façon progressive alors que les échantillons sont encore cohérents et homogènes du moins en apparence.

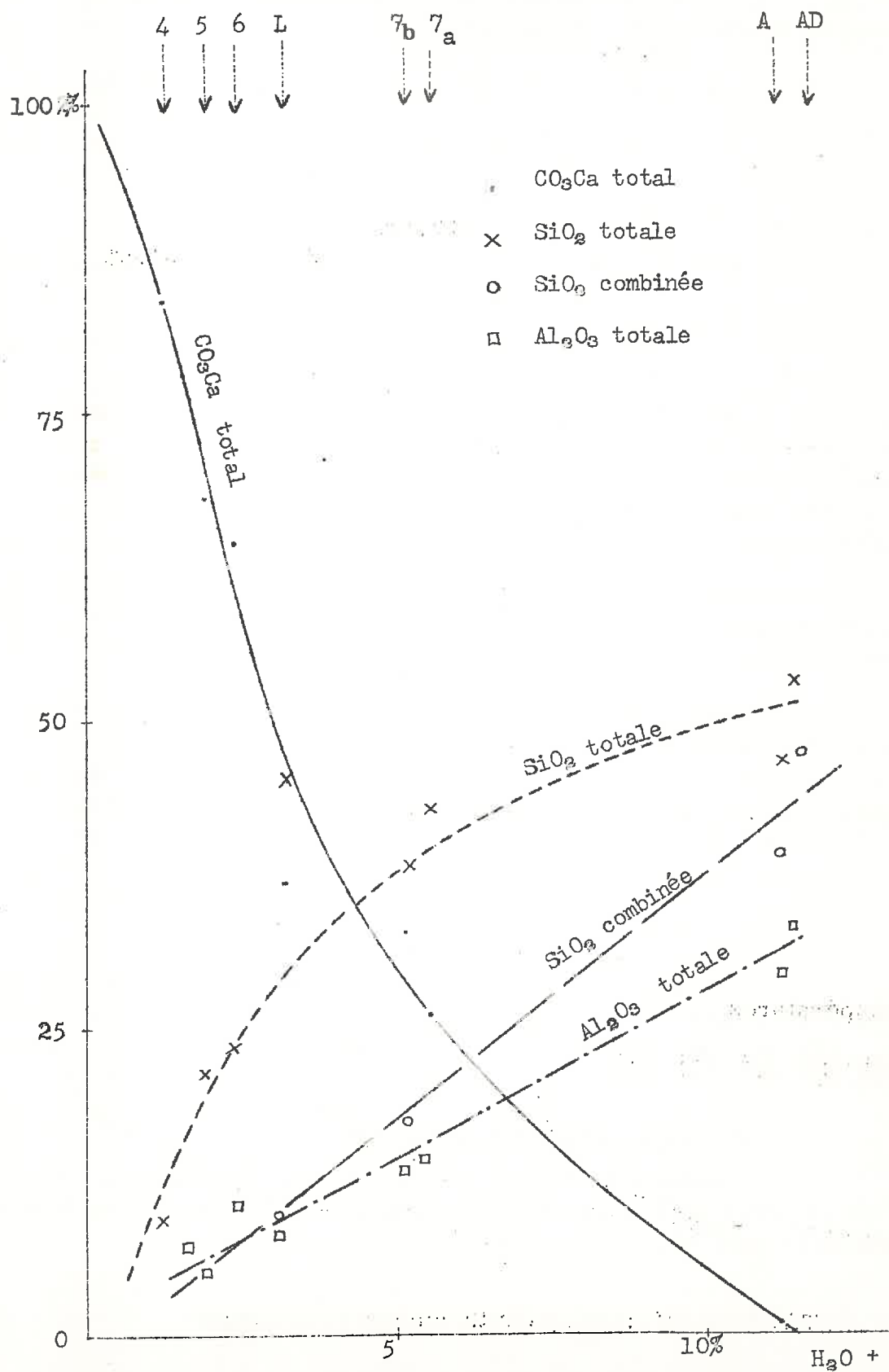
On n'a pas obtenu une variation brusque entre la composition des échantillons calcaires et l'argile rouge ou l'argile traitée à l'acide. Dans le cas où cette argile repose dans une poche aux parois visiblement non altérées, le problème se pose différemment, car il n'existe pas de termes de transition, visibles à première vue.

C - Données minéralogiques .

Ce paragraphe comprendra l'examen de l'évolution des courbes thermogravimétriques, celle des courbes d'analyse thermique différentielle, enfin quelques résultats sur l'examen des sables non calcaires des matériaux étudiés.

a) Analyse thermogravimétrique .

L'étude a débuté par l'échantillon n° 4 car pour les échantillons moins altérés, le trop grand pourcentage de CO_3Ca diminue la sensibilité de la méthode.



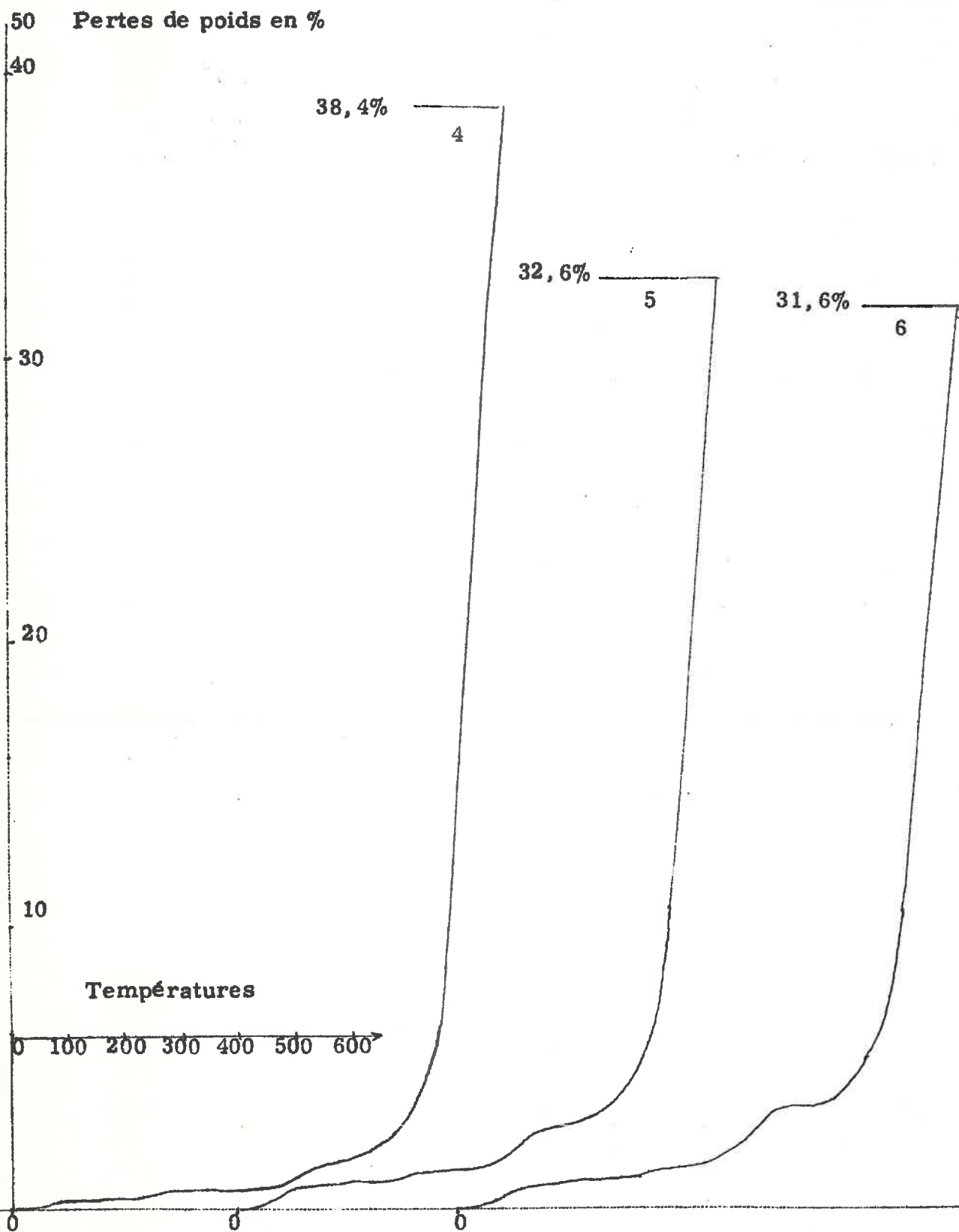
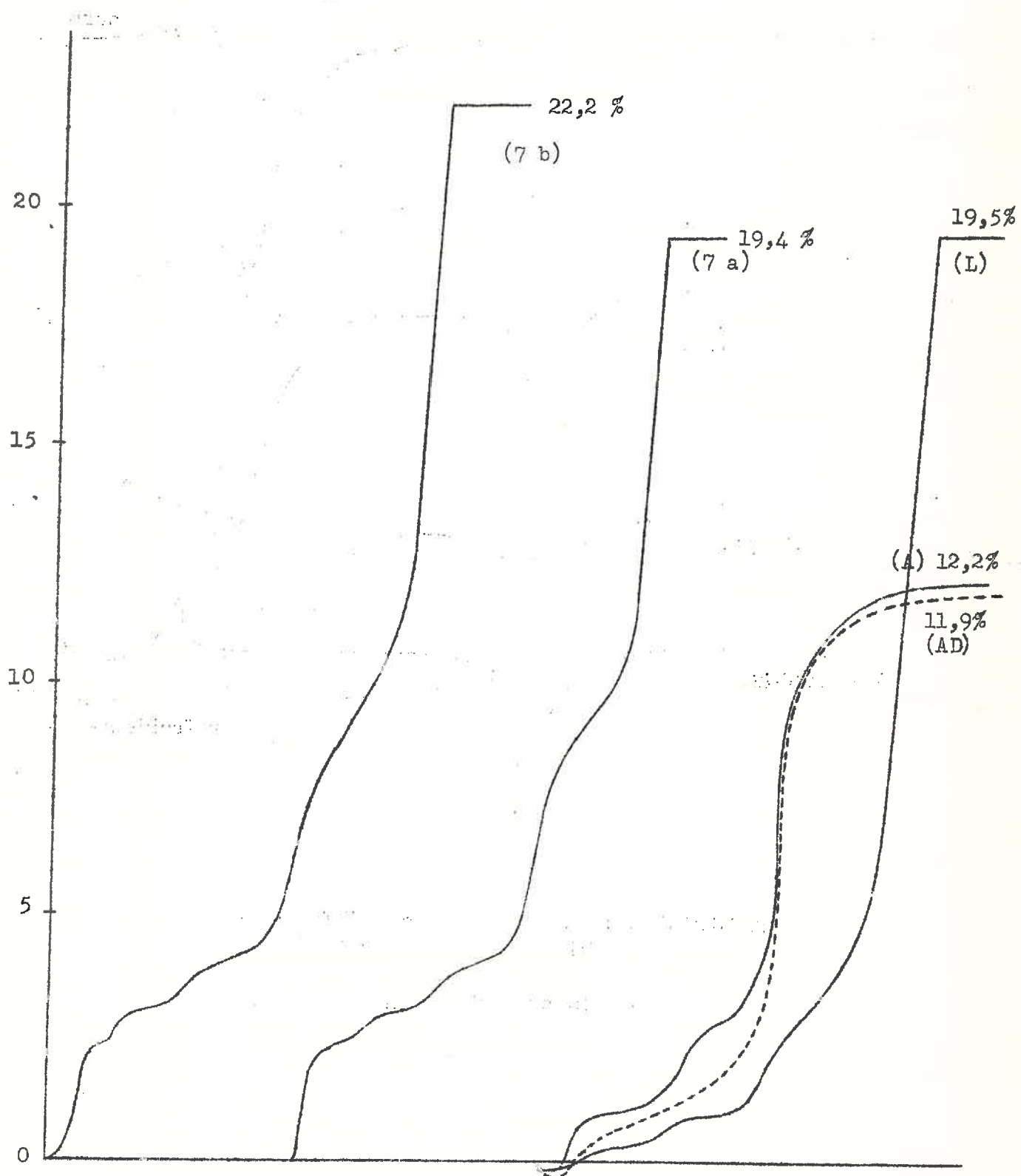


TABLEAU III : Analyses thermogravimétriques

Pertes de poids
en %



TABEAU IV - ANALYSES THERMOGRAVIMÉTRIQUES.

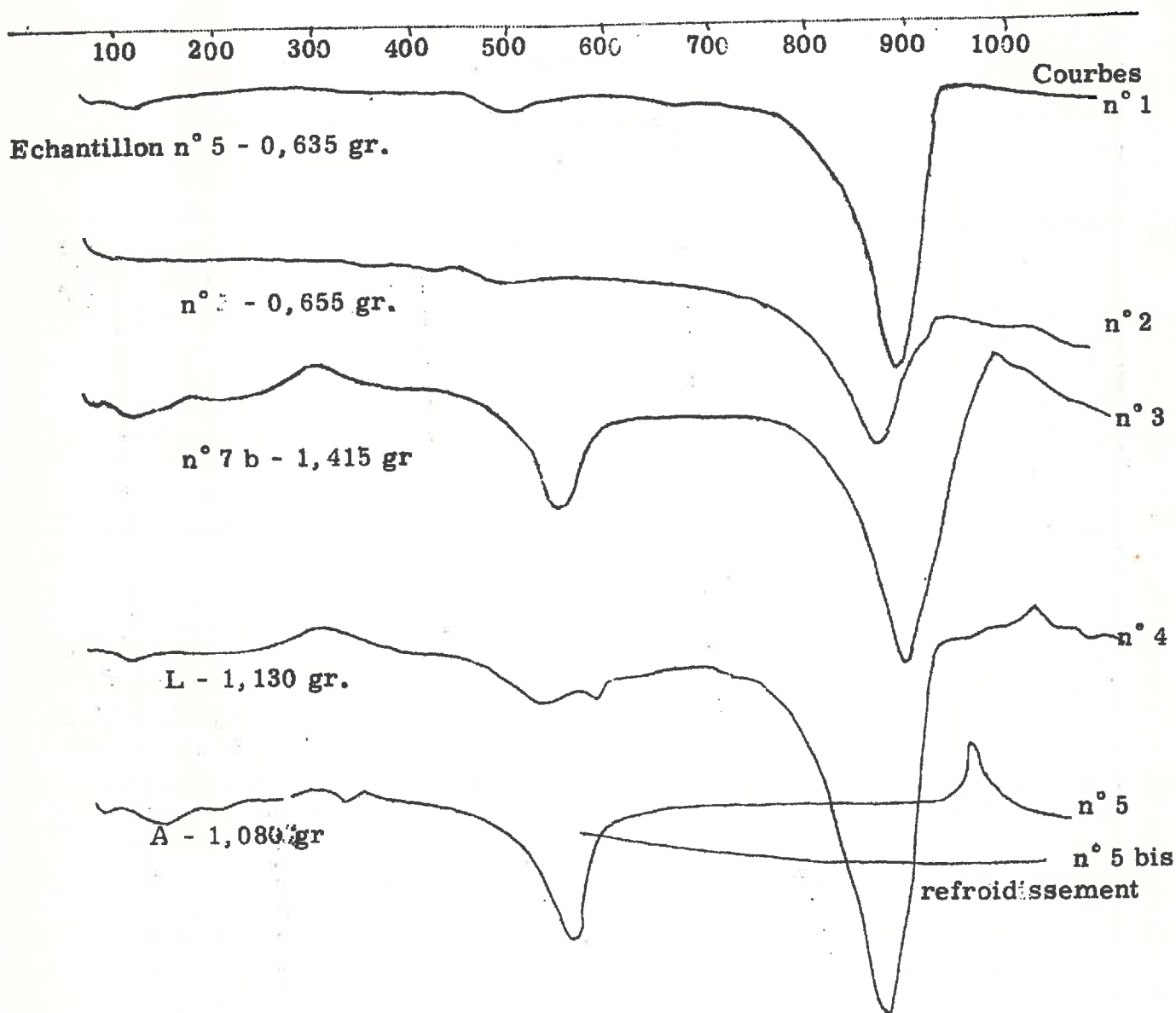


TABLEAU V : Analyse thermique différentielle
Vitesse de chauffe : 150°/h

(sans destruction de CO_3Ca)

On observe un certain nombre de phénomènes que nous retrouverons également à l'analyse thermique différentielle (A.T.D.)

Après départ d'eau hygroscopique, on note un départ d'eau vers 150°, dont l'importance relative augmente surtout pour les échantillons 7a et 7b, est très faible pour le limon et existe notablement dans l'argile non traitée.

Ce crochet disparaissant par action de l'acide chlorhydrique on peut penser qu'il est dû à la déshydratation des limonites aboutissant à R_2O_3 , H_2O .

Vers 300°, on note un départ d'eau développé au maximum pour l'argile non deferrifiée qui correspond à la déshydratation de la goethite (la teneur en Fe_2O_3 de l'argile est d'ailleurs en accord avec la perte de poids : 1,4% environ pour 9,9 % de Fe_2O_3). De même l'importance de cet accident sur les différentes courbes, est en relation avec les teneurs en Fe_2O_3 des échantillons analysés (tableau III et IV).

A 500°, un départ d'eau apparaît dès l'échantillon 4 pour atteindre 10 % environ pour l'argile traitée à l'acide ; son importance augmente progressivement et il constitue le seul accident sur la courbe AD. Enfin la décomposition thermique de CO_3Ca débute vers 750° avec une légère tendance pour les courbes 7a et 7b, à présenter des températures de début et de fin de dissociation plus basses ce qui serait dû à une pyrolyse plus facile par suite de l'altération mécanique du calcaire et la diffusion plus rapide de la vague thermique, ou à la présence de quantités notables d'éléments siliceux accélérant la réaction (16).

L'étude de ces phénomènes thermiques révèle là encore la continuité dans l'évolution du matériel originel.

b) Analyse thermique différentielle.

Par cette méthode on peut préciser les phénomènes déjà observés par la thermogravimétrie, mais aussi en mettre de nouveau en évidence.

Dans une première série d'analyses, on a soumis à l'A.T.D. les produits obtenus par broyage, ou sédimentation sans action chimique (Tableau V). On observe toujours la perte d'eau des limonites (crochet endothermique à 150°), la déshydratation de la goethite (300°), la

perte d'eau de constitution de l'argile (500 à 550°) dont l'importance compte tenu du poids utilisé pour l'analyse, augmente avec l'altération de l'échantillon, enfin la pyrolyse de CO_3Ca .

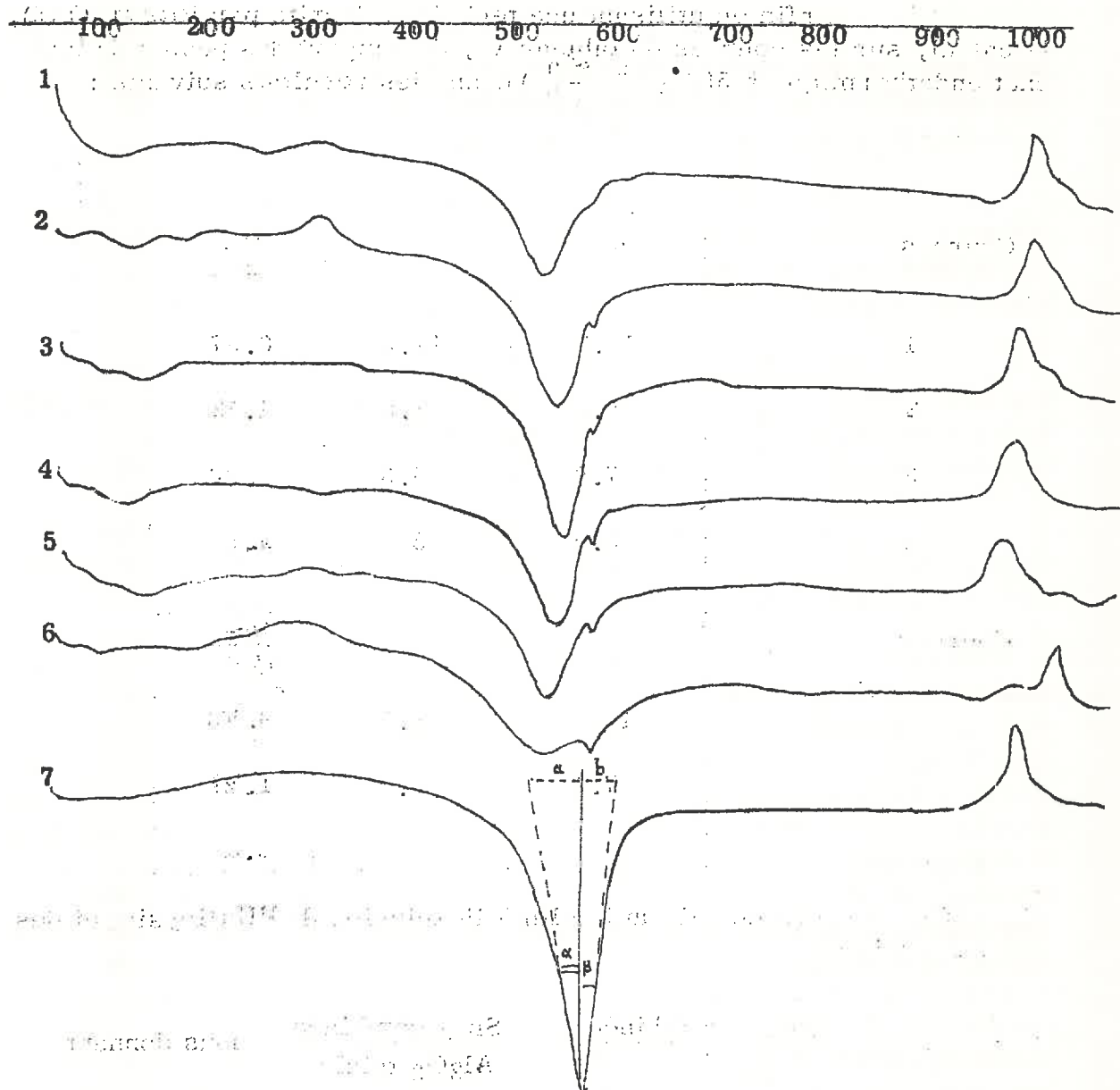
De plus, vers 570°, on observe l'existence du crochet endothermique de la transformation $\alpha \rightarrow \beta$ quartz, et, vers 1000°, un pic exothermique qui, avec le crochet à 500°, permet de déceler la présence de phyllites du groupe des kaolins.

La présence du carbonate de calcium gênant l'interprétation des courbes, on a effectué une nouvelle série d'analyses sur le résidu non calcaire de chaque échantillon, après attaque ménagée à l'acide chlorhydrique dilué (Tableau VI).

On observe toujours l'effet de déshydratation des limonites, de la goethite (150 et 300°), le pic endothermique de la silice libre (573°), mais deux des phénomènes sont particulièrement mis en relief.

D'une part, le pic endothermique du Kaolin à 550° apparaît très nettement et existe bien caractérisé depuis l'échantillon n° 3 ; d'autre part, le phénomène exothermique à 950-1000°, également bien marqué, est net depuis le début ; il présente un léger dédoublement pour les échantillons les moins altérés, mais devient bien symétrique pour l'argile déferrifiée. Ceci pourrait être dû à une petite quantité de produit argileux plus grossier, car l'effet exothermique pour le limon > 2 μ est nettement dédoublé en une première vague à 970° proportionnelle à l'effet endothermique observé à 550°, et en une deuxième vague vers 1020°, plus importante. L'allure particulière de cette dernière courbe (limon, tableau VI, courbe n° 6) s'explique par le fait que les autres courbes ont été établies pour le résidu total, y compris sa fraction < 2 μ . Il faut noter le fait que le produit argileux, caractéristique du matériel étudié, existe dès les premières phases de l'altération. Aussi est-il nécessaire d'effectuer la décalcarification d'un échantillon de roche-mère, absolument non altéré, pour obtenir la courbe n° 1 du tableau VI, qui montre que le produit argileux préexiste à l'altération de la roche et à sa rubéfaction.

Pour obtenir une meilleure identification, on a séparé par sédimentation les fractions inférieures à 2 μ et comprises entre 2 et 20 de ce résidu non calcaire. Par l'analyse thermique différentielle, on identifie facilement le kaolin sans quartz dans la fraction argileuse, et du kaolin avec quartz dans le limon. (Tableaux VII et VIII).



1 - Résidu d'un échantillon de calcaire pur, non altéré, après attaque			acide : 0,895 gr
2 - Résidu non calcaire de l'échantillon n° 3			1,235 gr
3 - " " "	"	4	1,160 gr
4 - " " "	"	5	1,300 gr
5 - " " "	"	6	1,080 gr
6 - " " "	"	L	1,240 gr
7 - Argile déferrifiée	AD		1,300

TABLEAU VI - Analyse thermique différentielle
(Vitesse de chauffe : 150°/h.)

Enfin en utilisant une technique décrite par BRAMAO (5), le calcul, sur les courbes du tableau VI, du rapport des pentes du crochet endothermique à 550° ($\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} = \frac{a}{b}$) donne les résultats suivants :

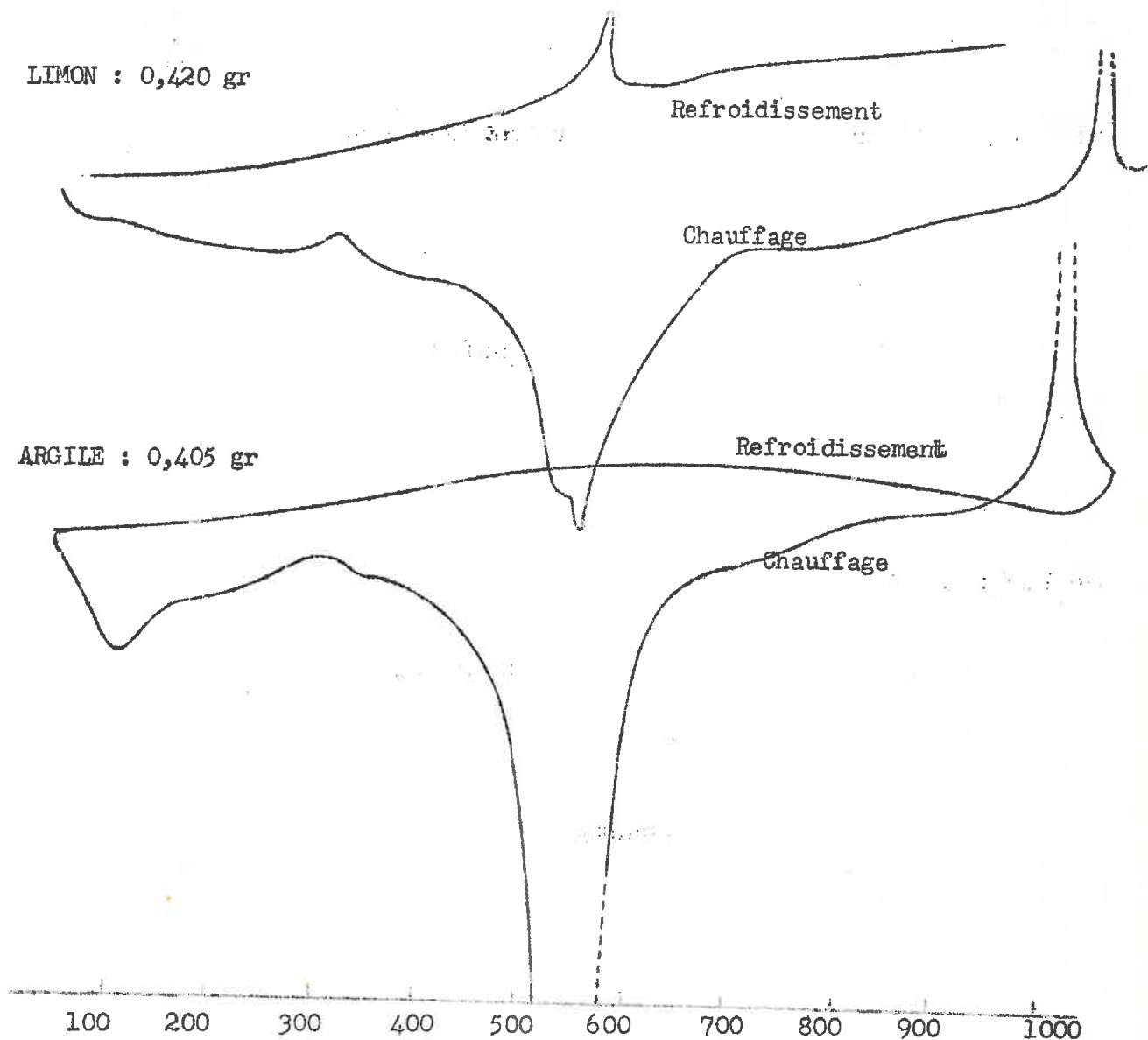
Courbes	a	b	$\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta}$
1	11.2	11.5	0.97
2	8.8	7.8	1.12
3	7.9	5.8	1.36
4	9.5	5	1.9

Courbes	a	b	$\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta}$
5	10	8.5	1.18
7	7.1	5.5	1.29
Moyenne			1.3

Ce chiffre caractériserait un Kaolin à l'exclusion de l'Halloysite et des produits voisins.

Les rapports $\frac{\text{SiO}_2 \text{ combinée}}{\text{H}_2\text{O} +}$ $\frac{\text{SiO}_2 \text{ combinée}}{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ totale}}$ nous donnent

également des valeurs compatibles avec l'existence du Kaolin.



TABEAU VII - Analyse thermique différentielle du résidu non calcaire, du calcaire séchée à 50°
(Vitesse de chauffe: 500°/h.)

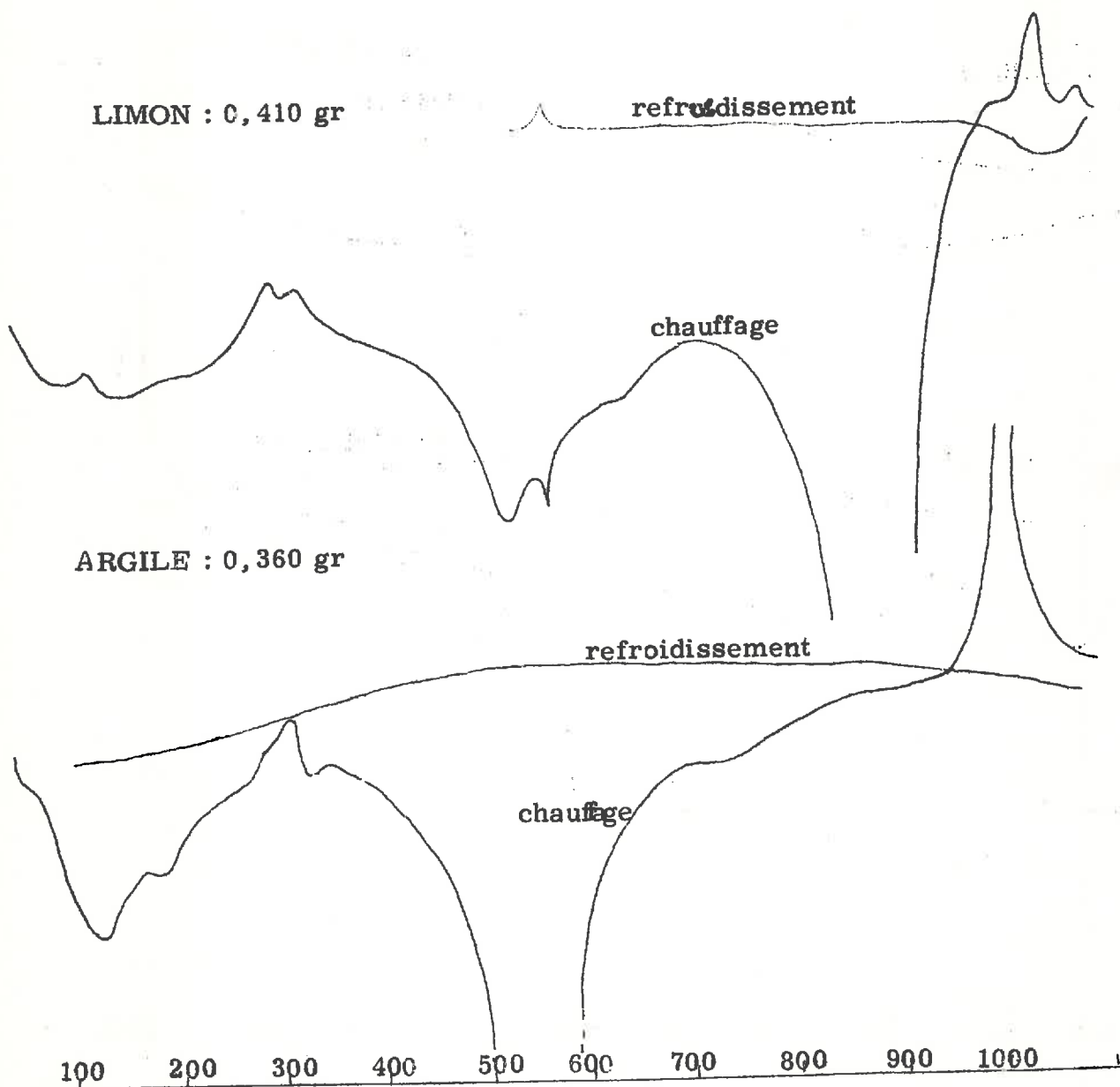
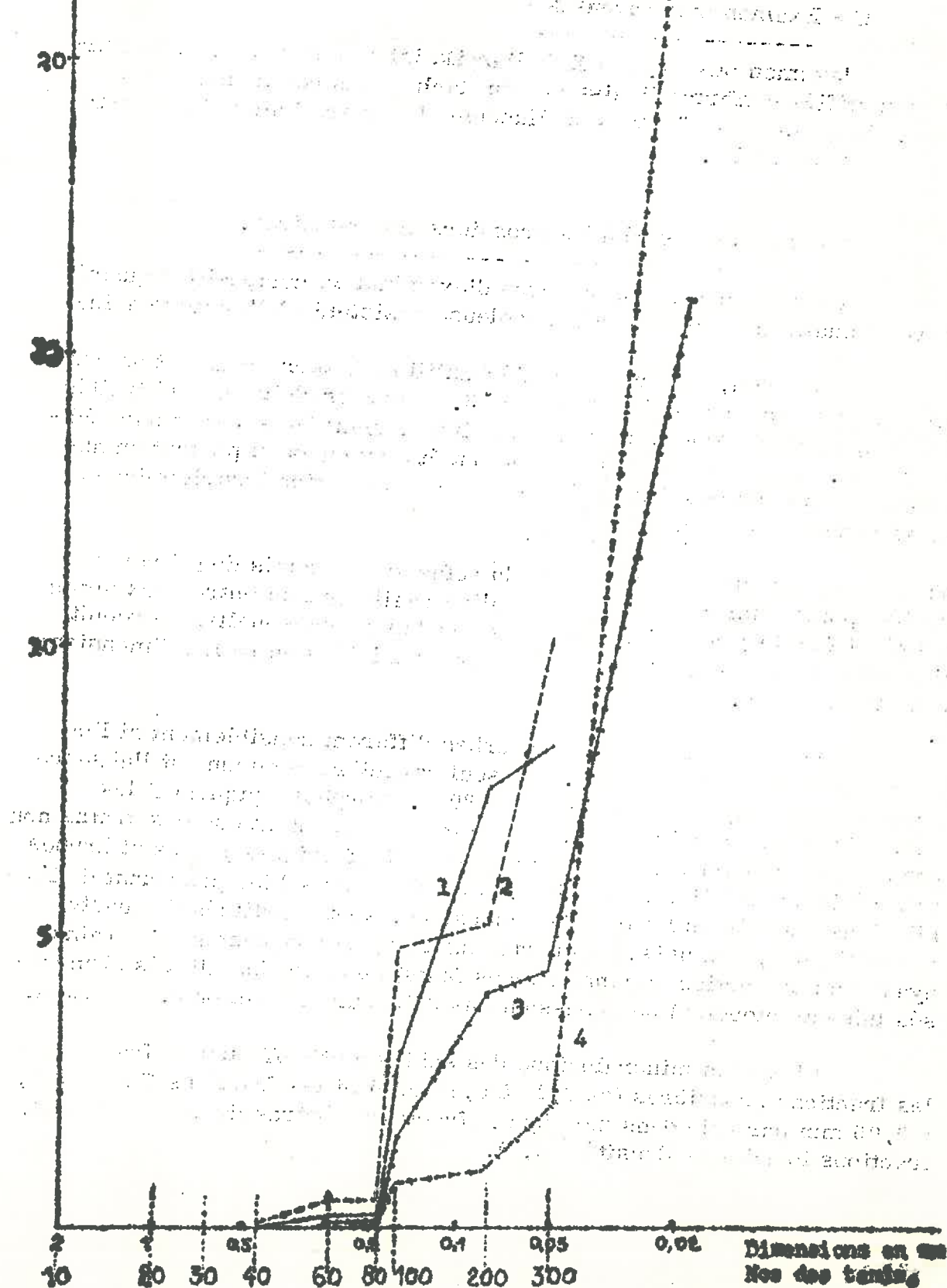


TABLEAU VIII - Analyse thermique différentielle de l'argile et du limon non décalcarié de la terre rouge (vitesse de chauffe : 500°/h.)

**TABEAU IX - REPARTITION GRANULOMETRIQUE DES SABLES
NON CALCAIRES.**

1 -	Répartition des sables	>	50 μ	provenant du calcaire
2 -	" " "	>	50 μ	" de l'argile
3 -	" " "	>	20 μ	" du calcaire
4 -	" " "	>	20 μ	" de l'argile.



1° - Fractions légères.

On peut y distinguer 6 types de grains ; tout d'abord des éléments en plaquettes, vivement colorés en lumière polarisée, biaxes positifs, tantôt peu altérés (type 1 a), tantôt assez altérés (type 1 b) et assimilables à des cristaux de plagioclases . On rencontre ensuite des grains de quartz nets, bien limpides en lumière naturelle (type 2).

Le type le plus abondant est constitué par des associations de petits cristaux, de taille $< 50 \mu$, pouvant être soit du quartz (type 3 a) soit des plagioclases (type 3 b) ; leur nature exacte est parfois difficile à déterminer, étant donné la faible dimension des cristaux élémentaires. Enfin, on trouve également des grains opaques, blanchâtres à gris que l'on peut assimiler à des plagioclases lorsque l'altération de ces grains n'en affecte pas la totalité (type 4).

Il y a une grande analogie de nature et de répartition des sables légers et l'existence d'associations de petits grains explique l'augmentation notable des sables , $< 50 \mu$ de la terre rouge, ceux-ci étant libérés après l'altération de la roche calcaire et désagrégation mécanique. Il n'est pas alors nécessaire de faire intervenir un apport d'éléments fins sableux allochtones, par suite de l'homogénéité des matériaux observés. Les mêmes types de grains ont été observés également sur des sables provenant d'un morceau de calcaire absolument non altéré ; pour les sables de cet échantillon, ainsi que pour les sables de la terre rouge, on a procédé à l'identification et à la numération des sables selon une technique décrite par GRAHAM (15) (Coloration au Cobaltinitrite de Sodium et au Vert Malachite après attaque à H F). On remarquera (tableau X) la disparition progressive des grains de plagioclases dans les sables du calcaire, en fonction de la réduction de taille des éléments, alors que pour les sables de l'argile rouge, les feldspaths colcosodiques augmentent pour les faibles dimensions, probablement à cause de l'altération mécanique et de la désagrégation des aggrégats de petits cristaux.

On peut noter également que c'est pour la même dimension (0,300 mm) dans les deux cas, qu'il y a égalité entre quartz et feldspaths et que l'orthose est pratiquement absente dans les deux formations.

2° - Fractions lourdes .

Parmi les minéraux de densité supérieure à 2,9 on trouve très abondants dans le calcaire, des concrétions opaques limonitiques de couleur jaune ; à côté de ceux-ci, les minéraux lourds du calcaire sont constitués par une association :

MINERAUX LEGERS DU CALCAIRE

MINERAUX LEGERS DE L'ARGILE ROUGE

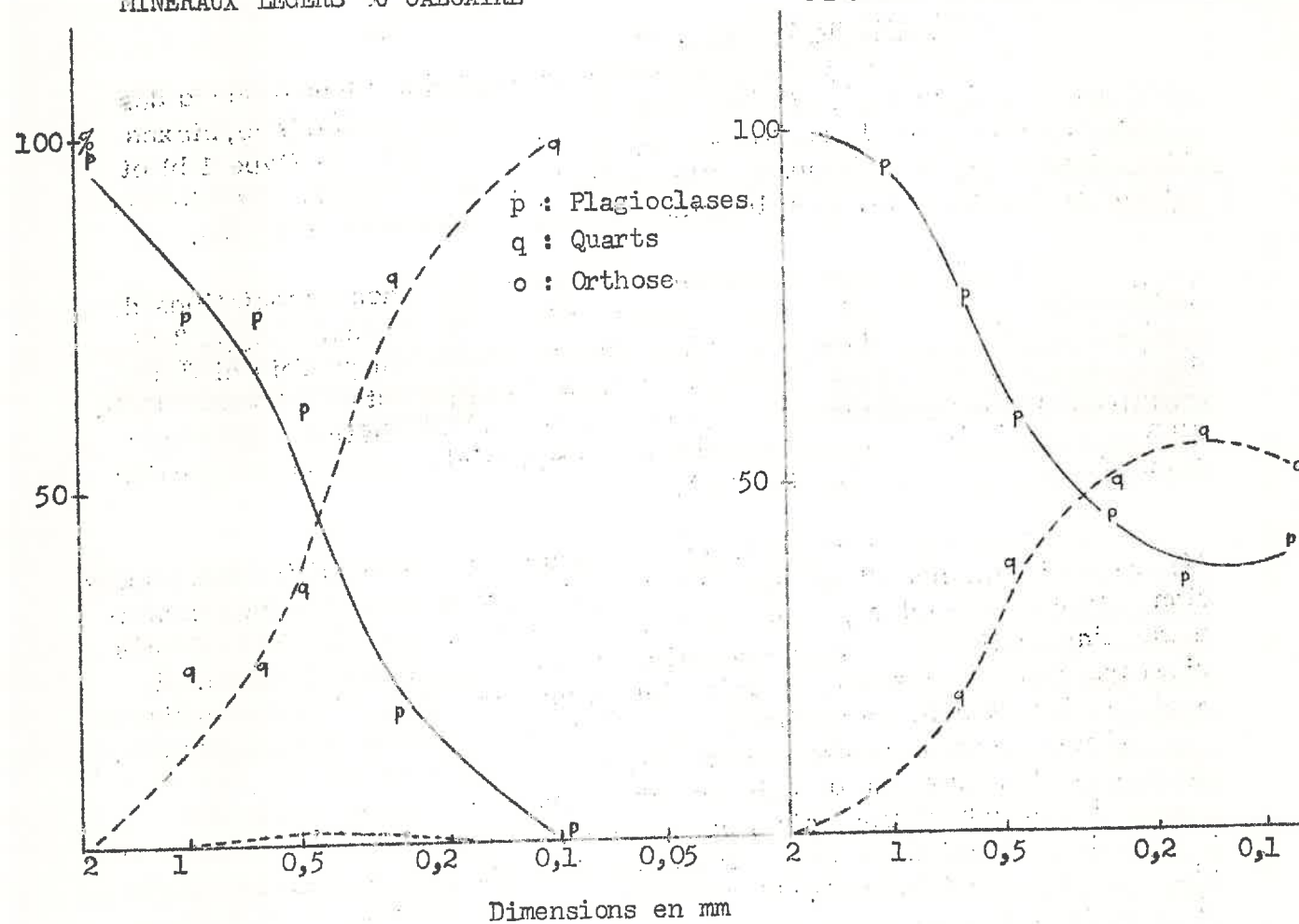


TABLEAU X.-

REPARTITION DES MINERAUX LEGERS DES
SABLES SILICEUX.

- Hornblende brune et verte -
- Disthène
- Grenat

et ceux de l'argile rouge par l'association :

- Grenat
- Hornblende
- Disthène

Le grenat faisant partie des minéraux stables résistant à l'altération, il est normal que sa fréquence relative augmente dans le produit d'altération du calcaire.

IV - Hypothèses sur la genèse de l'argile rouge -

Le problème des terres rouges était un sujet de controverses nombreuses, quant à leur origine, leur âge et leur s' possibilités de formation actuelle sous le climat méditerranéen. A ce propos, R.L. PENDLETON signalait en 1947 (23) que, selon REIFENBERG des murs calcaires se recouvraient, en Palestine d'une enduit rouge, en deux ou trois ans, émettant ainsi l'hypothèse d'une action actuelle. Il conseillait de s'attacher à trois aspects du problème :

- 1° - Quelle est réellement la roche-mère ?
- 2° - Quelle est la part des sédiments éoliens (nous ajoutons : en tant qu'agents actifs de la genèse) ?
- 3° - Nécessité d'étudier la microaltération au contact même de la roche mère.

PENDLETON indique également qu'AUBERT a insisté sur l'importance d'études microscopiques de l'altération chimique des minéraux et il signale l'intérêt d'utiliser des méthodes appropriées (A.T.D., Rayons X, etc.....)

Parlant des terres rouges de la région nimoise, Dr CABOUAT et MARCELLIN (6) les ont comparées minéralogiquement aux loess voisins. Ces terres occupant les surfaces urgoniennes des environs de Nîmes, se sont montrées très comparables à ces loess, semblablement sablenses, et il ne fait pas de doute, pour les auteurs, qu'elles proviennent directement de l'altération du loess, exclusivement.

Par contre, J.H. DURAND (13) cite deux exemples de sol rouge,

l'un sur un produit de décomposition rubéfié de calcaire dolomitique (autochtone), l'autre sur un limon rouge pour lequel le calcaire gréseux sous-jacent n'est pas l'unique "matériel parental".

Enfin, diverses études de G. MONTARLOT donnent des points de vue également nuancés quant à l'origine des sols rouges qu'il étudie. (20) (21) (22).

Si le problème est plus facilement soluble dans le cas de matériaux comme le loess ou les marnes, donnant des formations rouges sableuses ou argileuses présentant avec la roche-mère de grosses analogies, il l'est beaucoup moins, dans le cas de terres rouges sur calcaire dur auquel elles semblent être très fréquemment associées.

Que peut-on conclure du cas étudié ici ?

a) Possibilités d'apports externes .

Les observations et analyses précédentes ne les ont pas mis en évidence, bien que ces apports aient pu avoir lieu non sous forme grossière, mais par des migrations d'éléments colloïdaux ou sous forme d'ions libres.

La migration de complexes ferrisiliciques ou d'alumine pourrait expliquer l'altération progressive dans la masse, mais il resterait à en trouver l'origine ; ou bien, l'altération des couches supérieures du calcaire peut libérer ces éléments sous une forme susceptible de migrer (ce qui ne fait que reculer le problème, car il n'y a pas là d'apports étrangers à proprement parler), ou bien ces éléments proviennent de matériaux maintenant disparus ou éloignés ; dans ce dernier cas, il devait être possible de retrouver la trace des éléments grossiers, de résidus inaltérés provenant de ces matériaux.

b) Nécessité d'apports externes.

Dans le cas étudié, il faut expliquer avant tout 3 faits : la disparition de CO_3Ca , la présence de Kaolin, la rubéfaction.

La dissolution de CO_3Ca par les eaux d'infiltration est un fait admis et la lenteur de la réaction n'est pas un obstacle à la possibilité de cette décalcarification ; d'ailleurs, on a signalé au début de cette étude la présence fréquente de veines de calcite bien cristallisée au voisinage des cavités de terre rouge, et, bien souvent, observe que l'intérieur de ces cavités est tapissé de cristaux de calcite pouvant atteindre 4 à 5mm.

(Il existe même dans certaines garrigues sur calcaire urgonien des filons de calcaire presque limpide donc les cristaux sont de l'ordre du kilogramme).

Quant à la présence d'argile dans le matériel altéré (phénomène baptisé parfois kaolinisation), elle s'explique suffisamment si l'on remarque (voir tableau VI n° 1) que l'argile préexiste dans le résidu du calcaire après attaque acide.

L'examen au microscope électronique et aux rayons X pourrait indiquer si cette argile originelle est absolument identique à celle qui existe dans le produit final ou si elle est plus grossièrement cristallisée.

On peut noter également que, pour tous les résidus non calcaires étudiés, la quantité d'argile reste sensiblement constante (courbes 1 et suivantes du tableau VI, et que la silice libre, présente en permanence, se retrouve nettement dans le limon de la terre rouge, mais ne se remarque pas sur l'argile 2 (courbe 5 et 5 bis du tableau V) : elle ne passerait donc pas progressivement à l'état combinée et resterait grossière (quartz fin).

D'ailleurs Ceconni (10) en étudiant de nombreuses terres rouges a décrit qu'en Italie il avait surtout trouvé de l'illite en association facultative avec la Kaolinite (la montmorillonite étant toujours absente) ; mais l'examen aux rayons X du matériau calcaire d'origine de la terre rouge, montrait la dominance de l'illite, la kaolinite étant un minéral accessoire.

De même, BARSHAD et ses collaborateurs, ont noté la présence d'attapulгите à la fois dans les sols rouges et les calcaires dont ils dérivent, et plus généralement, ils ont vérifiés que tous les constituants de la fraction argileuse des sols, étaient l'héritage du résidu insoluble à l'acide du calcaire d'origine (1).

Nous proposons donc l'hypothèse suivante : l'argile des terres rouges peut, dans certains cas, provenir d'un matériel initial existant déjà dans le calcaire, sa nature sera donc liée à l'origine géologique de la roche-mère, sa genèse se réduira à une simple libération par dissolution du calcaire.

La rubéfaction est le phénomène dont le mécanisme reste peut-être le plus complexe. Tous les produits étudiés à l'A.T.D. donnent

les crochets caractéristiques des limonites $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ et de la goethite $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

La rubéfaction consisterait en la déshydratation des limonites avec formation de goethite. Or la faiblesse des crochets ne permet pas dans cette étude, d'examiner la possibilité d'une réaction progressive : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$.

On peut remarquer toutefois que les limonites semblent absentes du limon, lorsqu'elles existent pour l'argile (tableaux VII et VIII). La goethite se trouve également dans la fraction argileuse, en abondance par rapport aux limonites (courbe A, Tableau IV). Le fer oxydé existe déjà dans le calcaire comme l'indique les inflexions de la courbe n° 1 du tableau VI.

La possibilité d'apports qui ont pu d'ailleurs se produire après la genèse de la terre rouge, peut être retenue, mais, dans le cas étudié, il n'est pas utile de faire appel à cette possibilité pour expliquer cette genèse.

V - Conclusions -

Les conclusions à tirer de cette étude ne peuvent actuellement s'appliquer qu'au cas présenté.

De nombreuses terres rouges sur calcaire, (sur roches-mères différentes) sont susceptibles d'être étudiées de la même manière. Il sera alors possible d'élargir le travail aux sols rouges qui recouvrent ces formations ou à ceux qui se trouvent en contact avec un matériel à parenté douteuse.

Dans la localité présentée, en particulier, il reste à résoudre le problème des poches d'argile jaune dans le Barrémien typique, à établir les rapports ou les différences entre cette argile jaune et l'argile rouge précédemment étudiée et à rapporter à l'une ou l'autre de ces argiles, le sol brun rouge qui recouvre la surface du Barrémien.

Enfin, là où la série stratigraphique supérieure au Barrémien est plus complète (versant sud des Alpilles) on pourra étudier les formes d'altération des différentes roches-mères, car il y existe des poches d'argile de décalcification variées (16).

VI - Bibliographie -

- (1) BARSHAD , HELEVY, GOLD & HAGIN, Clay minerals in some limestone soils from Israël
Soil Science 81, Juin 1956, n° 6.
- (2) BASTISSE Contribution à la détermination du type minéralogique des argiles des sédiments (1er Mémoire)
Ann. Agron. 1947
- (3) BERTRAND & ROUBAUD L'emploi du microscope polarisant.
Lamarre Edit. Paris 1936
- (4) BRAJNIKOF, FRANCISBOEUF & ROMANOVSKY - Techniques d'étude des sédiments.
Hermann et Cie Edit. Paris 1943
- (5) BRAMAO, CADY, HENDRICKS & MAX SWERDLOW - Critères pour la détermination de la Kaolinite, etc...
Soil Science LXXIII, 4. 1952
- (6) Dr CABOUAT & MARCELLIN - Sur la formation et l'âge de quelques terres rouges de la région nimoise.
Bull. Soc. Languedocienne de Géogr. XXV, 2, 1954
- (7) CAILLERE (Mlle) & HENIN - Application de l'analyse thermique différentielle à l'étude des argiles des sols.
Ann. Agron 1947
- 8) " Sur la signification des résultats de l'analyse thermique différentielle/
Verres et Silicates industriels Bruxelles.
- (9) CAYEUX Les Roches sédimentaires de France
Paris 1916, Imprimerie Nationale
- (10) CECCONI - Minerali argillosi della terra rossa mediterranea
Annali della sperim. Agrar. pp LXXVII à LXXXV
vol IX n° 5
- (11) DENIZOT - Leçons sur les temps quaternaires.
C.D.V. Paris 1948

- (12) DUPLAIX (Mlle) - Détermination microscopique des minéraux de sables.
Lib. Beranger, Paris 1948
- (13) DURAND - Les sols d'Algérie.
Birmandreis - Alger - 1954
- (14) GIGNOUX - Géologie stratigraphique (4ème Edit.)
Masson Edit. Paris 1950
- (15) GRAHAM - Rapid determination of quartz potash minerals and plagioclases feldspars.
Chem. Anal. 44 n° 2 - P.37-38
- (16) GUENNELON - Etude d'une poche d'argile rouge à Fontvieille
(non publié)
Excursion dans le Sud-Est pour le Cg InternatL. de la Science du Sol. Paris 1956.
- (17) GUENNELON - Application de la thermogravimétrie à l'étude des sols carbonatés.
Chimie Analytique vol. 39 - n° 9 - Sept. 1957 p.334.
- (18) KUBIENA - The soils of Europe.
Thomas Murby and C° London 1953
- (19) Van der MAREL - Quantitative differential thermal analysis of clay and other minerals.
American Mineralogis 41 : 222 - 244 (1956)
- (20) MONTARLOT - Examen microscopique d'un sol rouge de garrigue.
Ann. Agron. 1944.
- (21) -id- Génèse d'un sol rouge sur le calcaire burdigalien de Vendargues (Hérault)
Bull. De l'AFES Mars 1952
- (22) -id- Relation entre le calcaire burdigalien de la région de Vendargues-Beaulieu et le sol rouge qui le recouvre.
Bull. de l'AFES Mai 1954
- (23) PENDLETON - Mediterranean red soils. Conf. Montpellier 1947
- (24) REIFENBERG - Some observations on red soils. "
- (25) RIVIERE - Sur la représentation graphique de la granulométrie.
Bull. Soc. Géol. de France 1952.