

N° d'enregistrement au C.N.R.S.

A O 12465



ANALYSE D'UN SYSTÈME GÉO-PÉDOLOGIQUE RÉGIONAL

ETUDE SÉDIMENTOLOGIQUE ET CARTOGRAPHIQUE
DES SOLS ET FORMATIONS SUPERFICIELLES
SUR PLATEFORME CALCAIRE PEU DÉFORMÉE
RÉGION NORD-AQUITAINE

THÈSE

Tome 1 : Texte et tableaux

présentée à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc
pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Gabriel CALLOT

soutenue publiquement le 9 Juillet 1976 devant la commission d'examen

Membres du jury :

M. MATTAUER, *Président*

S. HENIN, *Président de séance*

J. CHAUSSIDON

M. GOTTIS

E. SERVAT

} *Rapporteurs*

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
SERVICE D'ÉTUDE DES SOLS
34 060 MONTPELLIER Cedex

-7 JAN. 1977

Président : J. ROUZAUD

Vice-Présidents : B. CHARLES - G. SAUMADE

Doyens honoraires à l'Université des
Sciences et Techniques du Languedoc : P. MATHIAS - B. CHARLES - A. CASADEVALL

Président honoraire : P. DUMONTET

Professeurs honoraires de l'Université des
Sciences et Techniques du Languedoc :

R. JACQUES	G. DENIZOT	P. CHATELAIN
M. CASTERAS	J. GRANIER	A. M. VERGNOUX
E. CARRIERE	Ch. BOUET	E. KAHANE
E. TURRIERE	J. SALVINIEN	P. VIELES
C. CAUQUIL	M. MOUSSERON	

Secrétaire Général : E. SIAU

Professeurs titulaires :

- M. J. P. ROIG	Physique
- M. G. COUCHET	Mécanique supérieure
- M. J. AVIAS	Géologie
- M. R. MAURY (I. P. A.)	Droit
- M. J. J. MOREAU	Mécanique rationnelle
- M. B. CHARLES	Mathématiques pures
- M. R. JOUTY	Physique
- M. R. LEGENDRE	Zoologie
- M. L. ASSENMACHER	Physiologie animale
- M. B. PISTOULET	Physique
- M. Ch. ROUMIEU	Analyse supérieure
- M. J. ROBIN	Physique
- M. A. POTIER	Chimie minérale
- M. R. LAFONT	Physique
- M. R. JACQUIER	Chimie
- M. J. FALGUEIRETTES	Minéralogie
- M. J. REGNIER	Chimie
- Mme J. CHARLES	Mathématiques
- M. P. CAILLON	Physique
- M. J. ROUZAUD	Chimie
- M. Ch. SAUVAGE	Botanique
- M. H. CHRISTOL (E. N. S. C. M.)	Chimie
- Mme G. VERNET	Biologie animale
- M. L. CECCHI	Physique
- M. H. ANDRILLAT	Astronomie
- M. M. SAVELLI	Physique

- M. M. MATTAUER	Géologie
- M. L. EUZET	Zoologie
- M. C. DELOUPY	Physique
- M. L. GRAMBAST	Botanique
- M. A. BONNET	Botanique
- M. G. LAMATY	Chimie
- M. R. MARTY	Psychophysiologie
- Mme S. ROBIN	Physique
- M. R. CORRIU (I. U. T.)	Chimie
- Mme N. PARIS	Physiologie végétale
- M. J. ZARZYCKI	Sciences des matériaux
- M. S. GROMB	Chimie physique
- M. F. SCHUE	Chimie organique
- M. M. MAURIN	Chimie minérale
- M. P. SABATIER	Mathématiques
- M. L. THALER	Paléontologie
- M. E. GROUBERT	Physique
- M. M. ROUZEYRE	Physique
- M. Ch. CASTAING	Mathématiques
- M. F. PROUST	Géologie
- M. J. M. MORETTI	Biochimie
- M. J. PARIS	Biologie animale
- M. A. GROTHENDIECK	Mathématiques
- M. C. DURANTE	Physique
- M. G. BOUGNOT	Physique
- M. G. LECOY	E. E. A.
- M. R. GAUFRES	Chimie
- M. J. V. ZANCHETTA	Chimie

Professeurs sans chaire :

- M. G. TOURNE	Chimie
- M. J. REMY	Géologie
- M. P. DEMANGEON	Géologie
- Mme H. GUASTALLA	Biologie physico-chimique
- M. R. LENEL	Biologie animale
- M. A. BASSOMPIERRE	Physique
- M. N. ROBY	Mathématiques
- M. P. MOLINO	Mathématiques
- M. J. LEGRAND	Physiologie animale
- M. R. JONARD	Botanique
- M. R. CANO (I. U. T.)	Mesures physiques
- M. J. P. FILLARD (I. U. T. NIMES)	Génie électrique
- M. J. L. IMBACH	Chimie
- M. J. D'AUZAC	Physiologie végétale
- M. G. BOUIX	Zoologie
- M. L. GIRAL	Chimie organique
- M. M. AMANIEU (Sciences et Techniques)	Hydrologie et mariculture
- M. M. DENIZOT	Biologie végétale
- M. B. BRUN	Chimie physique
- M. J. D. BAYLE	Physiologie animale
- M. J. P. QUIGNARD	Biologie animale
- M. Ph. VIALLEFONT	Chimie

- M. J. GARCIA (I. U. T. NIMES)	Génie mécanique
- M. P. LOUIS	Géophysique appliquée
- M. M. LEFRANC	Mathématiques
- M. G. MASCHERPA	Chimie
- M. C. GOJT	Physique
- M. J. P. TRILLES	Biologie appliquée
- M. F. HALLE	Biologie végétale
- M. G. BORDURE	Génie électrique
- M. A. DONNADIEU	Physique
- M. Cl. BOCQUILLON	Hydrologie
- M. A. RAIBAUT	Biologie animale
- M. J. P. NOUGIER	Electronique

Professeurs associés :

- M. E. AKUTOWICZ	Mathématiques
- M. A. MICALI	Mathématiques
- M. C. VAGO	Biologie animale
- M. L. DAUZIER	Physiologie animale
- M. F. WINTERNITZ	Chimie organique
- M. R. SENOUILLET	Economie et gestion
- M. C. MAURIN	Biologie animale
- Mme M. VAN CAMPO	Biologie végétale
- M. P. GALZY	Biochimie
- M. E. VERDIER	Chimie générale
- M. E. SERVAT	Géologie
- M. K. RUSTAGI	Physique

Maîtres de conférences :

- M. G. LOUPIAS	Mathématiques
- M. R. HAKIM	Mathématiques
- M. F. LAPSCHER	Mathématiques
- M. L. LASSA BATERE (I. U. T.)	Mesures physiques
- M. Y. PIETRASANTA (E. N. S. C. M.)	Chimie appliquée
- M. J. CROUZET (Sciences et Techniques)	Biochimie appliquée
- M. A. COMMEYRAS	Chimie organique
- M. P. MATHIEU	E. E. A.
- M. J. L. ROBERT (I. U. T. NIMES)	Génie électrique
- Mlle M. LEVY (I. U. T.)	Chimie
- M. J. LAGARRIGUE (I. U. T.)	Biologie appliquée
- M. Cl. DROGUE (Sciences et Techniques)	Hydrogéologie
- M. P. GENESTE (E. N. S. C. M.)	Chimie physique appliquée
- M. J. CHEFTEL (Sciences et Techniques)	Biochimie appliquée à l'alimentation
- M. M. AVEROUS (I. U. T. NIMES)	Génie électrique
- M. B. LEMAIRE (Sciences et Techniques)	Mathématiques appliquées
- M. M. VALADIER	Informatique
- M. O. MAISONNEUVE (I. U. T.)	Mathématiques
- M. J. P. BARD	Informatique
- M. A. SANS	Géologie
- M. Y. ESCOUFIER	Psychophysiologie
- M. Y. ESCOUFIER	Informatique
- M. L. COT (E. N. S. C. M.)	Chimie
- M. R. BRUNEL	Physique

- M. C. BENOIT	Physique
- M. P. DELORD	Physique
- M. P. JOUANNA (I. U. T. NIMES)	Génie Civil
- M. M. GODRON	Ecologie végétale
- M. R. BEN AIM	Génie chimique et traitement des eaux
- M. P. BESANCON	Physiologie de la nutrition appliquée à l'alimentation
- M. J. PETRISSANS	Chimie
- M. J. Y. GAL	Chimie analytique appliquée
- M. Ph. JEANTEUR	Biochimie
- M. H. GIBERT (Sciences et Techniques) ..	Génie alimentaire
- M. A. LIEGEOIS	Automatique
- M. B. TARODO DE LA FUENTE	Biochimie appliquée et techniques des matières alimentaires
- M. A. PAVIA	Chimie
- M. Y. NOUAZE	Mathématiques

Maîtres de conférences associés :

M. I. FREIBERGS	Informatique
-----------------------	--------------

Chargés d'enseignements :

- M. B. FILLIATRE	Informatique
- M. J. FERRIE	Informatique
- M. P. HINZELIN	Génie Civil

Chargé des fonctions de maître de conférences :

- M. G. SAUMADE (I.U.T.)	G. E. A. (Economie des entreprises)
----------------------------------	---------------------------------------

Chargés de cours :

- M. J. GUIN (I.P.A.)
- M. M. MOUTON (I.U.T.)

En parlant de la Géologie et de la Géomorphologie ...

A. de LAPPARENT, 1896 - p. 4
" Leçons de géographie physique "

" C'est une véritable alliance et non un lien de subordination
qui les relie l'une à l'autre et c'est en se développant librement, chacune dans sa sphère, mais
sans jamais se perdre de vue, qu'elles parviendront à nous donner la pleine intelligence du milieu
où doit se dérouler notre existence... "

A ma femme

P R E F A C E

Après de nombreuses années d'observations et d'études sur le terrain, il est parfois nécessaire de s'arrêter pour raconter l'histoire que l'on a vécue. Dans cette histoire, existe souvent une idée que l'on aime discuter, présenter, au cours d'un travail de thèse. Aboutissement de nombreuses réflexions et de travaux personnels, cette idée est aussi le résultat d'une éducation scientifique.

Dès mes premiers contacts sur le terrain, en 1957, Monsieur le Professeur SERVAT a su me familiariser avec l'approche géologique, si précieuse pour les études de cartographie pédologique. Cette formation m'a permis, au cours de mes travaux, de toujours concevoir le sol comme partie intégrante d'un paysage, et profondément marqué par ses origines sédimentologiques. Cette conception dynamique m'a toujours facilité la compréhension du terrain permettant d'aborder les problèmes de manière simple et logique, en fait d'une manière naturelle. Pour tous les conseils et orientations que M. E. SERVAT a su me prodiguer, au cours de ma carrière, et pour les nombreuses remarques qu'il a portées en particulier à ce travail, je tiens à lui exprimer ma sincère et profonde reconnaissance.

Le Professeur GOTTIS, après avoir pris connaissance de mes travaux, sur la région Nord Aquitaine, a su me conseiller une méthode géométrique parfaitement adaptée à la restitution de l'histoire sédimentologique des formations superficielles de cette région. Un climat amical a régné d'emblée au cours de nos rapports personnels, comme au sein de son laboratoire, me familiarisant ainsi à la sédimentologie continentale. Pour tous ces contacts si enrichissants, je tiens à lui dire toute ma reconnaissance et mon amitié.

Ancien élève du Professeur MATTAUER, je me suis toujours souvenu, au cours des missions d'une de ses expressions favorites : "Il faut voir", expression qui implique en fait toute la rigueur et la logique nécessaires pour aborder l'analyse d'une observation ou d'un fait naturel - avant d'émettre une hypothèse. Malgré ses nombreuses activités, éloignées de la pédologie, M. MATTAUER a aimablement accepté de participer à mon jury, et discuter certains aspects tectoniques qu'il connaît tout particulièrement, je l'en remercie.

C'est un grand plaisir pour moi d'associer à ce travail M. HENIN, Membre de l'Académie d'Agriculture. Les conseils qu'il a su me prodiguer lorsqu'il était mon directeur scientifique à l'INRA, m'ont beaucoup aidé à discipliner ma pensée et organiser mes idées, qu'il reçoive à cette occasion, toute ma gratitude.

M. CHAUSSIDON, Chef du Département Science du Sol à l'I. N. R. A., a bien voulu s'intéresser à ce travail. Ses conseils sur le plan méthodologique, et les dialogues que nous avons eus ensemble m'ont été très utiles et je tiens à le remercier vivement.

Au cours des rencontres enrichissantes sur le plan scientifique et humain, mes camarades M. JAMAGNE, L. HUMBERT, G. BOCQUIER et D. NAHON ont su me conseiller et m'encourager dans les moments difficiles, je tiens à les remercier très profondément. J'associe également M. CHAMAYOU qui m'a toujours apporté, depuis le début de ma carrière, un appui scientifique précieux dans le domaine de la physique.

Je remercie également Anne MICHEL pour ses conseils dans le domaine mathématique, relatif aux courbes enveloppes ; M. RESSE pour son aimable collaboration, lors des séances de microscopie à balayage, au laboratoire de microscopie électronique de l'U.S.T.L. ; M. ROBERT, M. BEGON, G. PEDRO, G. MONNIER, R. GRAS qui ont discuté et critiqué amicalement certains aspects de ce travail ainsi que MM. DUTIL, MENET et WILBERT qui m'ont fait part de leurs études cartographiques régionales.

Les études pédologiques et cartographiques qui ont constitué les matériaux originels de cette synthèse, apparaissent en fait comme les fruits d'un travail d'équipe entre ingénieurs, techniciens et cartographes-dessinateurs du Service d'Etude des Sols.

Parmi tous mes collègues de laboratoire, JC. FAVROT, M. BORNAND, JP. LEGROS, J. MOINEREAU, M. DUPUIS, P. BONFILS et B. NAERT avec lesquels j'ai eu de longues discussions toujours fructueuses, je tiens à remercier en particulier mon camarade J. SERVANT qui m'a fait part de ses travaux sur le Bassin de la Lizonne et dans la région de Niort. MM. JP. BARTHES, J. ARGELES S. CONVENTI, P. FALIPOU, m'ont apporté tout au cours des missions Charentes, une aide précieuse et indispensable pour les levés de terrain, je les remercie pour l'esprit et le sérieux dans lequel ils ont travaillé ; de même S. CONVENTI et A. GUYON pour la confection des nombreuses lames minces de sols, L. ROGER pour les analyses minéralogiques, S. LAGET pour les analyses spéciales et G. THEILLER Directeur du Laboratoire d'Analyses de Pont-de-la-Maye où furent effectués la totalité des analyses physico-chimiques des sols, publiées dans les travaux antérieurs.

Parmi toutes les personnes qui ont participé à ce travail, il m'est agréable d'associer l'équipe de dessinateurs-cartographes du Service d'Etude des Sols ; R. ARNAUD, J. CORNET pour les cartes Charentes-Angoulême ; J. COUDERC et F. MAZZELLA pour l'illustration de la thèse, de même Mesdames J. SALZE, A. JOURDAN et D. PORTALEZ qui ont assuré avec beaucoup d'amabilité les étapes dactylographiques indispensables - et si précieuses.

L'aide amicale de M. LABRY, G. BOYER pour la réalisation des travaux photographiques, de M. ARNAUD et de Mme H. RICHARD pour l'impression offset, ne saurait être oubliée.

INTRODUCTION

Une série d'études pédologiques⁽¹⁾ comportant la cartographie de près de 6 000 km² dans la région Nord-Aquitaine, a révélé que bon nombre de profils de sols, montraient des discontinuités brutales entre les horizons, traduisant des phases successives de dépôts et d'érosion et non une individualisation d'horizons, liée à la simple évolution in situ des matériaux constitutifs.

En fait, cette région exondée depuis le début du Cénozoïque (- 70 millions d'années), conserve des sols liés à une sédimentation continentale complexe, à des pédogénèses successives, le tout exprimé à travers des profils polygéniques et polyphasés.

A partir d'une analyse effectuée sur l'ensemble du bassin, à différentes échelles d'observation, nous nous sommes donc proposés de souligner l'importance des faits sédimentologiques à l'intérieur des profils pédologiques et de rattacher ces faits à l'histoire sédimentologique régionale. Cette analyse nous permettra ainsi de préciser l'origine, le mode de formation des sols et formations superficielles et d'envisager certains aspects mécaniques de leurs modifications post-sédimentaires.

La première partie de l'étude sera consacrée à l'analyse morphologique (analyse des structures) des sols et formations superficielles, en relation avec le substratum calcaire sous-jacent. Cette analyse stationnelle de profils caractéristiques, sera susceptible de préciser les relations verticales qui existent entre les différents matériaux constitutifs.

Dans la seconde partie, la distribution des formations superficielles en couverture sur le substratum calcaire précisera, les relations latérales qui existent entre ces différents matériaux à l'échelle du bassin sédimentaire.

Enfin, nous traiterons ces différents matériaux, en couverture sur le substratum, avec un modèle géométrique ("courbes enveloppes" ou enveloppes dans l'espace) pour établir la chronologie relative des dépôts, à l'échelle régionale (relations spatiales). Seule la dynamique de la sédimentation détritique continentale (essentiellement cénozoïque) sera envisagée.

L'approche cartographique à l'échelle du bassin et à l'échelle régionale reste statistique et globale. Dans l'étude des relations verticales des différents matériaux nous avons retenu uniquement les domaines, où il semblait en première analyse, exister une relation entre le sol, la formation superficielle associée, et le substratum calcaire sous-jacent. Les quatre exemples sont :

(1) - Etudes réalisées dans le cadre de projets d'aménagements régionaux, à la demande de la D. D. A. Charentes et pour le Service d'Etude des Sols et de la Carte Pédologique de France.

- 1 - les limons et argiles à silex remaniées ("Terres à châtaigniers"),
- 2 - les argiles rouges à silex sur calcaire dur à silex,
- 3 - les argiles vertes à chailles sur calcaire crayeux,
- 4 - les poches et fissures de remplissage sur calcaire dur.

Pour préciser les relations qui existent entre les différentes couches ou horizons constitutifs de ces formations et mettre en évidence l'importance des faits sédimentologiques dans les sols, nous nous sommes appuyés surtout sur l'étude des microstructures (micromorphologie) complétée par des données minéralogiques, dans les situations où l'analyse morphologique était insuffisante.

Dans les aspects méthodologiques de cette étude, nous nous sommes efforcés, tout en élargissant le domaine d'investigation au niveau régional, d'utiliser, aux divers stades de l'analyse, des méthodes plus spécialement adaptées aux échelles d'observation. L'organigramme ci-après explicite les méthodes retenues aux différents niveaux de l'analyse.

Dans cette étude située au carrefour de la pédologie, de la sédimentologie et de la géologie, nous tenons à préciser la terminologie adoptée :

Sédimentogénèse : mise en place de matériaux ou de sédiments avec déplacement, à l'échelle d'un paysage. Nous considérerons donc un colluvionnement de versant comme un acte de sédimentogénèse. Dans notre système régional, la sédimentogénèse précède la pédogénèse.

Pédogénèse : transformation ou réorganisation à l'intérieur d'un matériau, d'un ensemble de matériau ou d'une roche préalablement déposés. Les mouvements des éléments à l'intérieur des matériaux ou des roches pouvant être effectués sous forme dissoute ou non dissoute.

Morphologie des sols : étude des structures et de l'organisation des matériaux constitutifs des sols

Micromorphologie : étude des microstructures du sol

Couverture : stock de matériaux détritiques ou résiduels au-dessus du substratum calcaire

Couverture pédologique : transformation ou réorganisation interne de la couverture précédente. Cette terminologie englobe donc les sols et les formations superficielles.

Etudes pédologiques à moyenne échelle 1,2,3,4,5,6

C ANALYSE CARTOGRAPHIQUE

DISTRIBUTION STATISTIQUE
des formations superficielles

CHRONOLOGIE
RELATIVE des dépôts

**CARTOGRAPHIE
des sols**

(relations latérales)

Niveau régional

Bassin carbonaté

Sous bassin

I
II
III
IV
SOLS

Dynamique
de la
sédimentation
continentale

Inter-relations
avec
substratum calcaire

D

Notion
de
SYSTÈME
géo-pédologique
régional

Mise en évidence,
des faits
sédimentologiques
dans les sols

A

ETUDE DES MATERIAUX
EN COUVERTURE SUR LE
SUBSTRATUM CARBONATE

**STRUCTURE
des profils**

**MINÉRALOGIE
des constituants**

**MICROSTRUCTURE
des horizons**

B ANALYSE MORPHOLOGIQUE [relations verticales]

PLAN DE LA THÈSE

A - L'ENVIRONNEMENT RÉGIONAL

Rappels des grands traits de la tectonique, de la sédimentation marine carbonatée, de la sédimentation continentale, régionale.

B - ÉTUDE DE COUVERTURES PÉDOLOGIQUES EN RELATION AVEC LE SUBSTRATUM CALCAIRE

- 1 - Limons et argiles à silex remaniées (« Terres à châtaigniers »)
- 2 - Argiles rouges à silex sur calcaire dur à silex
- 3 - Argiles vertes à chailles sur calcaire crayeux à silex
- 4 - Poches et fissures de remplissage sur calcaire dur

Mise en évidence des faits sédimentologiques dans les sols

C - RESTITUTION DE L'HISTOIRE SÉDIMENTOLOGIQUE RÉGIONALE CENOZOÏQUE

Analyse spatiale des formations superficielles à l'aide de la méthode géométrique des « courbes enveloppes ».

D - INTER-RELATIONS ENTRE LES FAITS SÉDIMENTOLOGIQUES DES SOLS, L'ÉVOLUTION DU RELIEF ET LA NATURE DU SUBSTRATUM CALCAIRE

Notion de système géo-pédologique régional

RÉSUMÉ

A partir d'études pédologiques et cartographiques à moyenne échelle, effectuées sur 600.000 hectares dans la région Nord Aquitaine (plate-forme calcaire tectoniquement peu déformée), l'auteur se propose de mettre en évidence l'importance des faits sédimentologiques qui ont présidé à la genèse des sols et formations superficielles de cette région - en relation avec la sédimentation détritique continentale (Sidérolithique s.l.).

Cette étude méthodologique s'appuie essentiellement :

- dans une première partie sur l'analyse morphologique des structures et microstructures des sols,
- dans une deuxième partie sur l'analyse de la distribution spatiale des formations superficielles à l'aide de la méthode géométrique des « courbes enveloppes ».

Effectuée à plusieurs échelles d'observation, l'analyse du système géo-pédologique régional, souligne les principales étapes de l'évolution mécanique des couvertures pédologiques, en relation avec les différents substrats carbonatés.

La méthode géométrique utilisée est susceptible de pouvoir s'appliquer en sédimentologie continentale dans les régions tectoniquement peu déformées.

A - L'ENVIRONNEMENT REGIONAL

CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

Les différents types de sols et formations superficielles analysés dans ce travail sont extraits d'études pédologiques et cartographiques, en partie publiées dans des travaux antérieurs. Ces études concernent 600 000 hectares répartis sur la plate-forme calcaire Nord-Aquitaine, comme on peut le constater sur la planche 1 tome II. Dans les différents secteurs cartographiés, le substratum carbonaté montre des faciès pétrographiques très variés :

Localisation des études

Nature du substratum calcaire

Bassin versant de la Charente supérieure
(340 000 ha) par G. CALLOT (1971)

- Calcaire marneux du Jurassique supérieur
- Calcaire dur à Silex du Dogger
- Calcaire siliceux et marnes du Lias et Infralias

Moyenne Vallée du Thouet (25 000 ha)
par G. CALLOT (1974)

- Poudingues calcaires marnes, calcaires marneux à silex du Lias et Dogger

Plaine de Niort (Sèvre Niortaise) (45 000 ha)
par J. SERVANT et JP. BARTHES (1971)

- Calcaire marneux du Jurassique supérieur
- Calcaire à silex du Dogger

Région d'Angoulême (moyenne Charente)
(70 000 ha) par G. CALLOT (1975)

- Calcaire détritique et molassique du Crétacé

Bassin versant de la Lizonne (70 000 ha)
par J. SERVANT et JP. BARTHES (1970)

- Calcaire molassique et crayeux du Crétacé supérieur

Vallées de la Tude et du Né
(120 000 ha) par P. DUTIL (1965-66)

- Calcaire crayeux du Campanien

Ces différents bassins versants sont tapissés de formations superficielles appartenant elles-mêmes à un système sédimentologique plus vaste. Pour mieux comprendre l'origine et la distribution de ces couvertures détritiques et leurs relations avec les différents substratums calcaires qu'elles recouvrent, il nous est apparu utile d'élargir notre travail à l'ensemble de la région, plate-forme calcaire Nord-Aquitaine.

La zone étudiée s'étend en fait sur une superficie d'environ 50 000 km². Elle est limitée à l'Est par le Massif Central (Limousin), au Nord-Ouest par le Massif Armoricaïn (Bocage et Gâtine vendéenne). La sédimentation carbonatée de cette région est d'âge secondaire. Emergée à partir du Crétacé supérieur (- 70 millions d'années), ce bassin sédimentaire peu marqué par les mouvements tectoniques tertiaires apparaît comme une vaste plate-forme calcaire, sur laquelle, surtout en bordure des massifs cristallins, on retrouve un épandage de matériaux variés, liés à une sédimentation sub-aérienne fluviatile.

Ces matériaux détritiques issus de l'altération des massifs cristallins environnants (Massifs Central et Vendéen) ont donc constitué des couvertures importantes, transformées ultérieurement par les actions de la pédogénèse, les remaniements et les érosions successives. La conservation et l'accumulation de ces produits sont en relation étroite avec la nature du substratum calcaire qu'ils recouvrent. Lorsque ces couvertures sont constituées par des produits résultant de la décalcification des calcaires, nous parlerons de formations résiduelles. Inversement, lorsque les matériaux sont différents des produits résiduels de décarbonatation, nous parlerons de formations détritiques. En fait, il existe très souvent, une superposition ou mélange de ces différents matériaux.

Au cours des érosions mio-pliocènes et quaternaires, ces couvertures ont été localement érodées, mettant à nu le substratum calcaire. Cette érosion "préférentielle" a d'ailleurs été influencée également par la friabilité de ce même substratum.⁽¹⁾

Cette région Nord-Aquitaine constitue un milieu naturel particulièrement privilégié pour retracer l'histoire sédimentologique des sols et des formations superficielles en relation avec le substratum calcaire :

- les matériaux constitutifs des couvertures pédologiques sont très variés et couvrent toute la gamme de texture, depuis les argiles aux galets ;

- ces couvertures abondantes en bordure des socles cristallins ont été conservées sur la majeure partie de la plate-forme calcaire, dans certaines situations jusqu'à la mer ;

- la diversité des roches calcaires à l'intérieur du bassin sédimentaire, permet de comparer les relations couvertures/substratum et de comprendre le "rôle piège" du substratum calcaire.

- Enfin, cette plate-forme calcaire, tectoniquement peu déformée, a donné une valeur modérée à l'érosion, permettant ainsi la conservation des sédiments et facilite la reconstitution des paléo-reliefs potentiels par la méthode des "courbes enveloppes".

Dans cette première partie, nous rappellerons de manière très schématique, les grands traits de la tectonique, de la sédimentation carbonatée et de la sédimentation continentale régionale.

(1) - Cependant, contrairement aux secteurs méditerranéens, de vastes domaines ont été conservés et peuvent malgré les remaniements superficiels, être raccordés à une sédimentation continentale.

I - GRANDS TRAITES DE LA TECTONIQUE REGIONALE

Les mouvements tectoniques, en particulier les mouvements verticaux jouent un rôle essentiel dans la formation des reliefs (morphogénèse), ils constituent donc un agent susceptible de déclencher ou de modifier une sédimentation, reliée nécessairement par ailleurs à une érosion en amont. La connaissance des mouvements tectoniques d'une région sera donc nécessaire pour comprendre les causes d'une sédimentation régionale.

Cette région Nord - Aquitaine a été peu affectée par les mouvements tectoniques, en effet, les sédiments du bassin carbonaté peu ou pas plissés sont restés subhorizontaux. Localement, les accidents tectoniques les plus notables dus à quelques failles de direction NW - SE, ont des rejets verticaux dépassant rarement 80 à 100 m.

Nombreux de ces phénomènes tectoniques sont contemporains et en partie responsables de l'érosion et de la sédimentation cénozoïque régionale.

1 - LE DISPOSITIF STRUCTURAL REGIONAL

Dans sa partie Est, le bassin sédimentaire calcaire Nord-Aquitain s'appuie sur le socle paléozoïque et précambrien du Massif Central (Marches et Limousin). Cette région du Massif Central est une croute continentale typique, amincie dans la région des fossés de la Limagne et du Forez (G. PERRIER et JC. RUEGG - 1973), voir figure 1. Il en résulte un basculement d'ensemble de la croute et une inclinaison moyenne qui a été susceptible d'orienter les sédimentations terrigènes vers la partie Nord (Bassin Parisien) et l'ouest du massif (Bassin Aquitain). Ce basculement d'ensemble est lié aux fossés d'âge oligocène ; il s'est donc probablement produit au début ou au milieu du Cénozoïque. Auparavant, au Mésozoïque, le massif n'était pas individualisé.

A l'intérieur du bassin carbonaté les couches sédimentaires jurassiques et crétacées sont affectées de synclinaux et anticlinaux à faible rayon de courbure de direction générale Nord-Ouest - Sud-Est (Sud armoricaine N - 130° E). Dans la bordure sud armoricaine et sur le seuil du Poitou, cette tectonique a fait l'objet d'étude par C. KLEIN (1974) et G. MATHIEU (1962). En bordure du Limousin, quelques axes de direction sub-méridienne présentent une moindre importance. Ces plissements peuvent être attribués à la compression pyrénéenne de l'Eocène supérieur comme l'ont montré F. ARTHAUD et P. CHOUKROUNE (1972).

L'accumulation d'argile à silex sur les calcaires durs du Dogger (Nord-Est d'Angoulême et Seuil du Poitou) et sur les calcaires crayeux du Crétacé supérieur (Sud Cognac - Angoulême) a pu être favorisée par la présence de ces axes synclinaux.

La PLANCHE 2, tome II situe les principaux accidents tectoniques du bassin sédimentaire nord-aquitain.

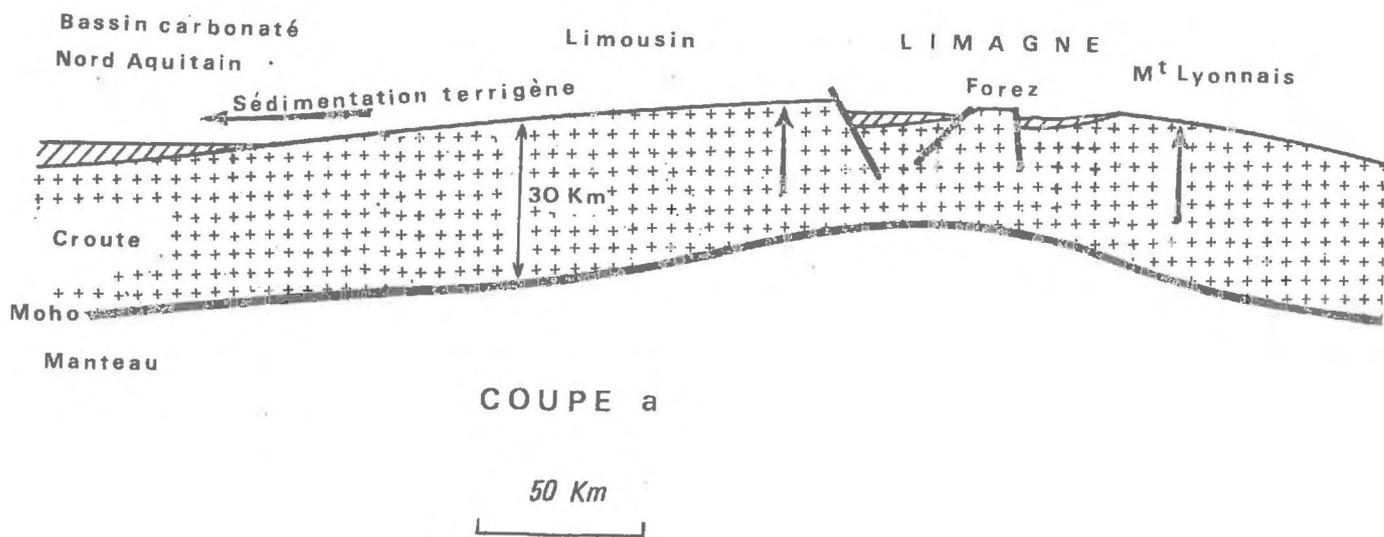
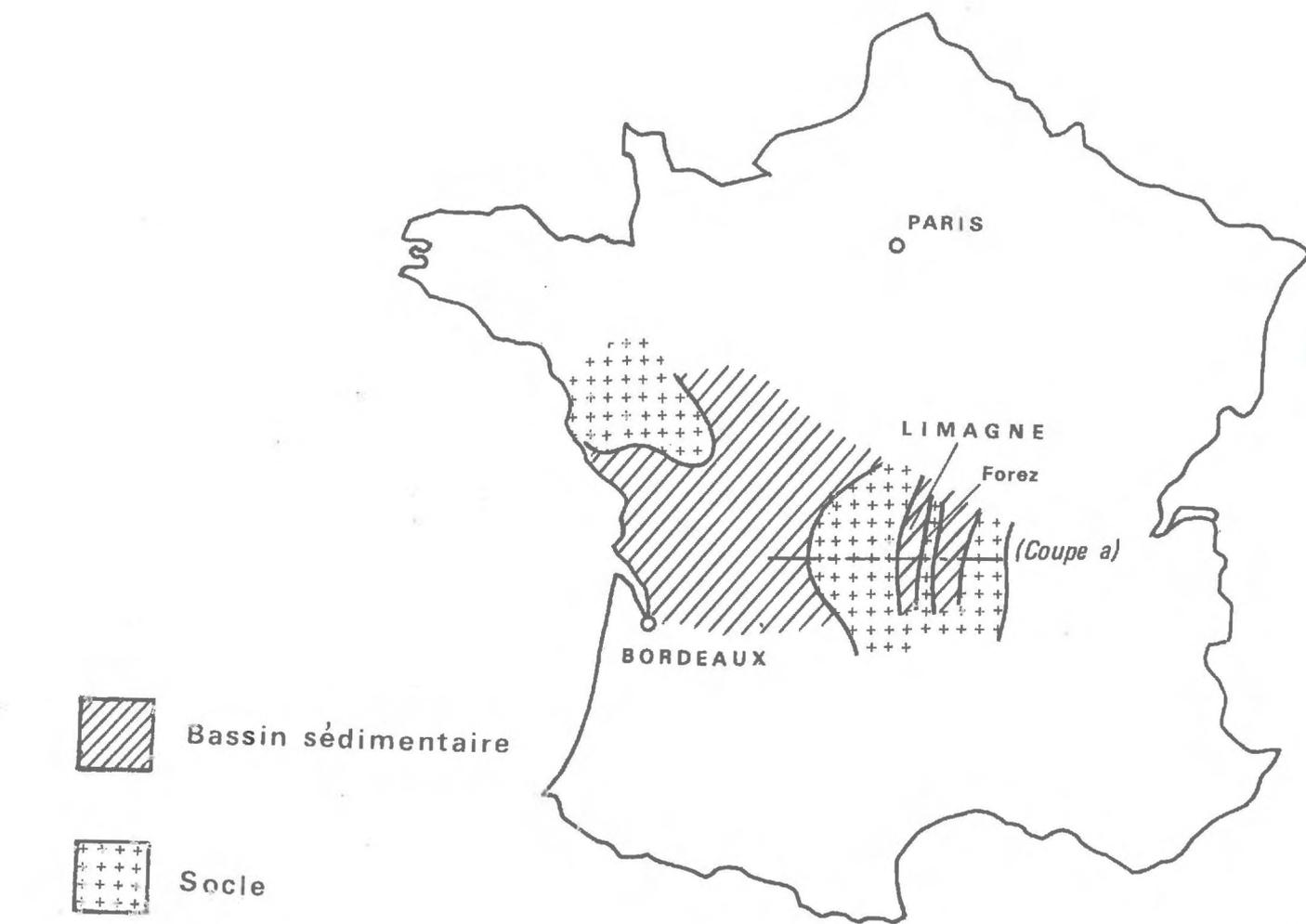


FIGURE 1 - MOUVEMENTS TECTONIQUES DU SOCLE PRIMAIRE

2 - MOUVEMENTS TECTONIQUES CONTEMPORAINS DE LA SEDIMENTATION CONTINENTALE CENOZOIQUE

La plupart des réseaux de failles à l'intérieur de ce bassin nord aquitain sont dans le même axe que ceux des plis. On peut considérer qu'elles expriment en fait la période de réactivité tectonique du socle, conséquence de la formation des Pyrénées, essentiellement à l'Eocène et peut être déjà au Crétacé supérieur. Après cette période pyrénéenne se produisent des basculement généraux liés à la distension d'âge oligocène et se poursuivant jusqu'à des époques toutes récentes puisque le rajeunissement d'une partie du Massif Central est d'âge quaternaire.

Les divers systèmes de faille vont orienter ultérieurement les axes fluviaux et par là même, la sédimentation détritique continentale de cette région nord aquitaine.

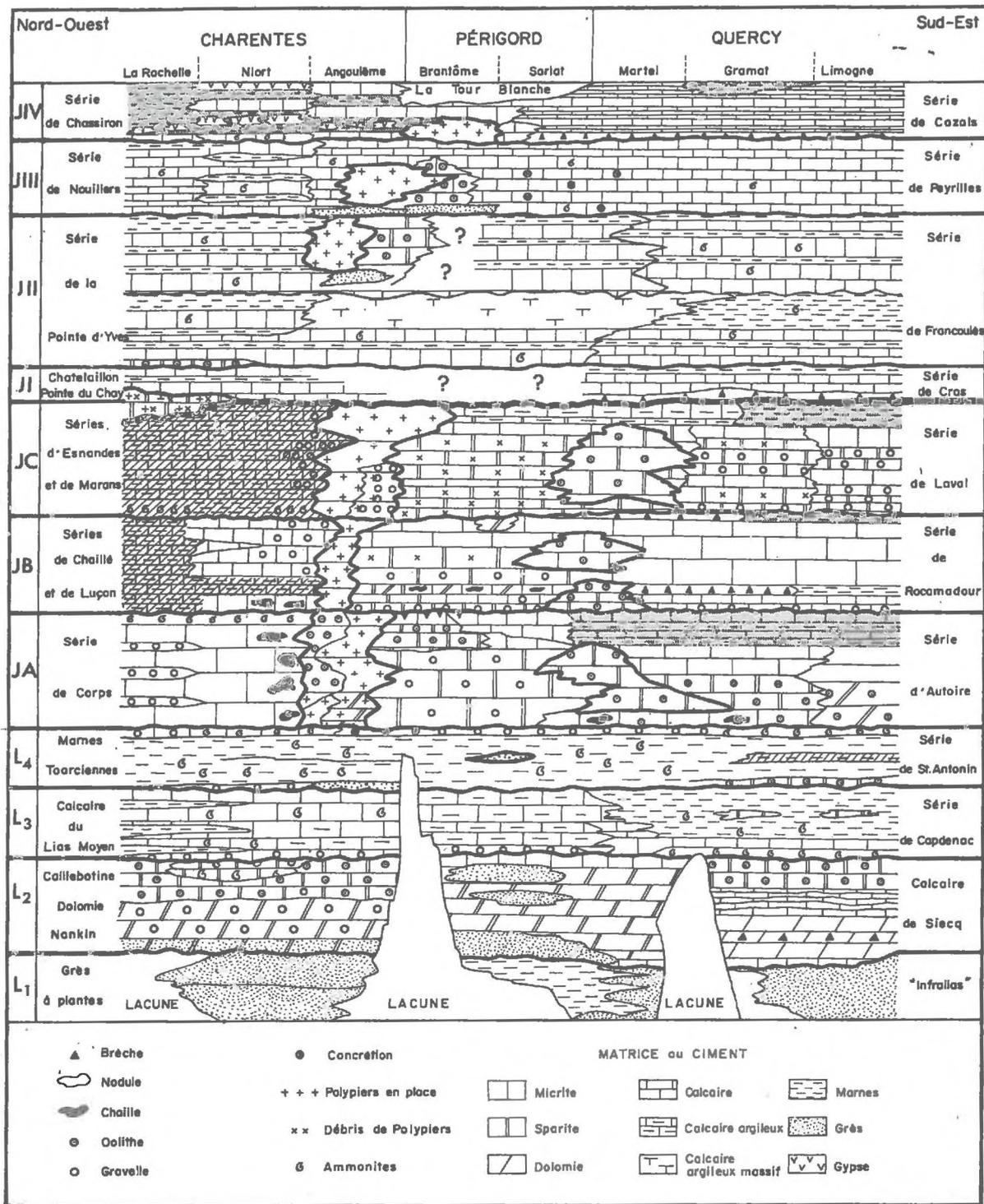
Comme l'ont déjà souligné B. GEZE et all. (1947) et G. GOTTIS (1957) sur les bordures plus méridionales du Massif Central, ces diverses pulsations tectoniques à rythme variable vont régler en partie la sédimentation détritique et l'érosion. D'après B. GEZE (1947), un gauchissement général avec abaissement vers le centre du Bassin Aquitain pourrait être daté de phases tectoniques du Crétacé moyen ou du Lutétien. Si dans la partie sud du Massif Central le socle a été porté à des altitudes relativement élevées, dans cette région les mouvements tectoniques sont restés plus modestes⁽¹⁾. La montée du Bocage Vendéen (bordure sud-est du Massif Armoricaïn) paraît s'être développée plus tardivement en bordure d'un domaine plutôt affecté de tendance négative (communication orale de M. GOTTIS).

Ces mouvements tectoniques tardifs, le plus souvent post-oligocènes, vont jouer un rôle important dans la reprise de l'érosion. Les couvertures détritiques des secteurs surélevés seront rapidement déblayées mettant à nu le substratum calcaire sous-jacent (région de Saintes, Cognac, par exemple). Cette érosion a été d'autant plus profonde que le substratum calcaire était friable (marnes et calcaires marneux). Par contre, certains secteurs surélevés (Horst de Montalembert, Anticlinal de Nanteuil, Champagne Mouton, faille d'Orgedeuil) ont conservé leur couverture détritique initiale.

Ces différents mouvements tectoniques qui règlent en partie la sédimentation en zone de tectonique négative, marquent aussi les traces de l'érosion en zone tectonique positive. Comme le soulignait déjà E. de MARTONNE (1955) : " L'évolution récente du Massif Central, créatrice des traits généraux du relief peut se résumer, en voyant la chose de haut, dans une reprise d'érosion rigoureuse mordant une topographie très évoluée, où les secousses annonciatrices de la crise orogénique alpine n'avaient pas réussi à créer d'accidents importants. Cette érosion paraît avoir plus fait pour augmenter l'énergie du relief que pour l'atténuer. Elle a laissé subsister les traces de la géographie paléogène que nous retrouvons souvent sur les hauteurs, mais elle n'a pas davantage effacé la plupart des dénivellations créées par l'orogénèse tertiaire ".

Diverses surfaces d'érosion tertiaires ont été soulignées dans cette région ouest du Massif Central par A. PERPILLOU (1931) et H. BAULIG (1934). En mettant en relation la surface enveloppe

(1) - Les constructions géométriques déduites des planches 10 et 12, situent à 250 m environ l'amplitude relative des mouvements épirogéniques responsables de la mobilisation et de la mise en place des sables et graviers du Périgord.



d'après M. GOTTIS et J. DELFAUD (1971)

FIGURE 2 - PRINCIPAUX FACIES CALCAIRES DE LA BORDURE NORD AQUITAINE PENDANT LE JURASSIQUE

L'ensemble du Jurassique aquitain représente un bel exemple de bassin sédimentaire dont la partie centrale n'est malheureusement pas visible à l'affleurement. Sur la bordure nord-aquitaine, à l'intérieur de notre secteur d'étude, plusieurs régions sédimentaires peuvent être individualisées.

- a - La Saintonge et l'Angoumois (Angoulême - Jonzac - La Rochelle) avec des craies à silex et fins quartz, alternant avec des calcaires bioclastiques, des calcaires marneux arénacés et calcaires micritiques et cryptocristallins à Rudistes, englobant toutes les séries du Crétacé supérieur.
- b - Les Charentes (région Angoulême - Niort - La Rochelle) sont le siège d'une sédimentation calme, relativement profonde, marneuse ou marno-calcaire, peu épaisse, souvent déposée en petits bancs, caractéristique surtout des étages du Jurassique supérieur.
- c - Le Périgord, occupé par des calcaires graveleux et oolithiques compris entre, à l'Ouest, des édifices récifaux et à l'Est des dunes à oolithes (Angoulême - La Rochefoucauld).

Ces assises du Jurassique Nord Aquitain constituent un remarquable modèle de sédimentation de plate-forme avec de nombreux faciès se relayant depuis la partie la plus externe du plateau jusqu'aux aires incertaines de la marge continentale (M. GOTTIS et J. DELFAUD - 1971) : les principaux faciès de cette série sédimentaire carbonatée sont représentés sur la figure 2 ci-contre.

Plus au Nord (nord d'une ligne La Rochefoucauld, Ruffec, Niort), le seuil du Poitou est constitué par une importante série de calcaires durs à silex (Dogger essentiellement). Toutes les séries du Lias affleurent de manière discontinue sur les fortes pentes des vallées et sont constituées par des bancs divers de calcaire siliceux, marnes schisteuses noires et calcaires fossilifères à oolithe ferrugineux. En bordure des socles primaires, on ne connaît aucun dépôt triasique.

Les principales familles de roches calcaires souvent caractéristiques d'une région sédimentaire sont représentées sur la PLANCHE 2 - tome II.

2 - CARACTERISTIQUES PETROGRAPHIQUES DES PRINCIPAUX FACIES DE ROCHES CALCAIRES

Comme nous le verrons dans la quatrième partie, le développement ou la conservation de formations superficielles épaisses (supérieures à 2 mètres) reste toujours en relation avec la présence de silex dans le substratum calcaire sous-jacent.

Dans les secteurs où le substratum calcaire affleure, la nature et la distribution des sols sont liés à la nature pétrographique de la roche (domaine des sols calcimagnésiques) comme nous avons pu le constater au cours de notre cartographie. Parallèlement à ce travail, D. SOUMET-DELAIGUE (1976) a étudié en détail les principales caractéristiques des roches calcaires de cette région.

Localités	Faciès	Étages	Carbonates (%)	Rapport Sparite/Micrite	Porosité à l'eau (%)	Résidu	Minéralogie du résidu argileux	Teneur en fer total du résidu (%)
NORD CHASSENEUIL	Calcaire dur à silex (bancs durs)	Eajocien	98,2	18/73	3,3	1,8	I K M g q	0,103
VILHONNEUR	Calcaire oolithique	Bathonien	99,7	21/64	13,0	0,3	I K g q	0,056
MONTBRON	Calcaire cristallin	Bathonien	98,2	93/0	3,0	1,8	I K M V g h q	0,207
St MÉME	Calcaire molassique	Cénomanién	97,7	22/56	19	2,7	I K M q	0,191
ANGOULÊME	Calcaire molassique	Turonien	99,4			0,6	I K M g q	
GARAT	Grès calcaire	Coniacien	46,5	2/56	3,13	55,4	I K g h q	0,374
TUSSON	Calcaire sublithographique (bancs durs)	Séquanien	94	0/83		6,0	I K V g q	2,097
VARS	Calcaire marneux (bancs marneux)	Virgulien	60			40	I K Ig g q	
St SÉVERIN	Calcaire argileux crayeux	Campanien	72			28	M I	
DIGNAC	Calcaire argileux crayeux	Santonien	49			62	I M	

I = illite, K = kaolinite, M = montmorillonite, Ig = interstratifiés gonflants, V = verniculite, g = goethite, h = hématite, q = quartz

D'après D. SOUMET - DELAIGUE (1976)

TABLEAU I — PETROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE DES PRINCIPAUX FACIÈS CALCAIRES DU NORD-CHARENTE

Le tableau I, extrait de son étude, illustre les caractéristiques principales des roches étudiées : parmi lesquelles nous pouvons distinguer :

- a - les calcaires durs à silex, peu poreux, avec forte proportion de micrite
- b - les calcaires durs granulaires, avec forte proportion de micrite dans les oolites, mais poreux
- c - les calcaires construits, granulaires et mollassiques, à ciment hétérogène, très poreux
- d - les calcaires marneux⁽¹⁾ : cette importante série stratigraphique montre une alternance de bancs lithographiques à ciment micritique, avec lits marneux
- e - les marnes avec lits fins d'argile et de calcaire micritique alternés
- f - les calcaires crayeux et argileux, caractéristiques surtout du Crétacé supérieur, poreux (15 à 25 %) avec un arrangement cristallin fragile (absence de ciment), expliquant leur susceptibilité à l'effritement. Lorsque ces craies contiennent des bancs de silex, il est fréquent qu'elles soient alors recouvertes d'un important manteau d'argile à silex.

Au niveau régional, la présence de silex dans le substratum joue un rôle déterminant dans la conservation des apports détritiques ou des produits résiduels. Lorsque la couverture est absente, la conservation des produits détritiques, au sein même de la roche calcaire (domaine pédologique) dépendra essentiellement de la structure pétrographique et en particulier du mode d'arrangement des constituants (D. SOUMET - DELAIGUE - 1976).

Au niveau régional, avec la présence de bancs de silex (piège siliceux), comme à l'échelle de l'affleurement (structure pétrographique piège), la nature du substratum calcaire jouera un rôle déterminant dans le mode de conservation des produits détritiques pour les formations superficielles comme dans les sols développés au contact même de la roche.

(1) - Ces roches, non recouvertes par des formations superficielles se sont particulièrement bien prêtées aux actions du gel quaternaire (Y. GUILLIEN et JP. LAUTRIDOU - 1970) avec accumulation des dépôts de pente caractéristiques (grèzes litées des Charentes), bien étudiées d'ailleurs par Y. GUILLIEN.

III - PRINCIPALES ETAPES DE LA SEDIMENTATION
DETRITIQUE CONTINENTALE

La sédimentation détritique continentale de cette région Nord-Aquitaine et du seuil du Poitou a déjà fait l'objet de nombreuses études, basées principalement sur des données minéralogiques. Parmi les auteurs qui ont abordé ce sujet, il faut citer H. SCHOELLER (1941), G. KULBICKI (1956); M. STEINBERG (1967), Cl. LATOUCHE (1971) et C. KLEIN (1970) pour la bordure méridionale du Bassin Parisien.

Les conclusions de leurs travaux ont abouti au schéma sédimentaire illustré sur la planche III, tome II. Les principales étapes de cette sédimentation continentale cénozoïque, mises en relation avec les mouvements tectoniques du socle (Massif Central) pourraient être résumées de la manière suivante :

Séries	Etapes de la sédimentation continentale	Principales phases tectoniques du socle
EOCENE		
inférieur	Développement d'altérite sur le socle et dissolution des assises calcaires (Phase de Biostasie)	Calme tectonique
moyen et supérieur	Erosion intense sur le socle entraînant le dépôt des séries détritiques grossières en bordure du Massif Central (sables de la Brenne)	Montée du socle Fin de la phase pyrénéenne
OLIGOCENE		
	Calme sédimentaire avec formations lacustres	
FINI-OLIGOCENE		
		Montée du socle, formation des Limagnes (cf. Fig. I) en relation avec l'orogénèse alpine
MIOCENE ET PLIOCENE		
	Reprise de l'érosion avec nouveaux dépôts détritiques en bordure du Massif Central	Mouvements épirogéniques de grande amplitude
	Autour du Massif vendéen, il semblerait se produire une sédimentation plus calme avec dépôt de limons essentiellement (argiles à châtaigniers)	
QUATERNAIRE		
	Reprise de l'érosion intense par suite de l'abaissement brutal du niveau de base. La majeure partie des sédiments tertiaires est coupée de son système d'alimentation et conservée en couverture sur le substratum calcaire grâce aux "structures pièges".	Poursuite de quelques basculements généraux liés à la distension
	L'érosion se manifestera surtout dans les calcaires friables avec formations des terrasses fluviales.	

Dans la troisième partie de ce travail, à partir d'une analyse statistique de la distribution de ces couvertures (approche cartographique) et de l'étude géométrique des surfaces enveloppantes, nous préciserons le lieu d'origine et la chronologie relative des différentes formations détritiques.

IV - LE CLIMAT

La méthode géométrique des "courbes enveloppes" adoptée dans notre travail permet de suivre le sens des variations tectoniques et ensuite d'intégrer dans le schéma tectonique les différents modèles sédimentologiques. Aussi pour garder une certaine logique dans notre étude, nous raisonnerons, tout au cours de l'analyse, indépendamment du climat.

D'une manière générale, à l'échelle régionale, depuis le début du Cénozoïque, consécutivement à l'accentuation des montées du socle, les diverses études sédimentologiques ont permis de constater dans les paléo-climats qui se sont succédés, un assèchement progressif.

Au Quaternaire, les différentes actions périglaciaires se sont traduites sur le substratum calcaire (calcaires marneux en plaquettes surtout) par une fragmentation intense de la roche ("régolite") et accumulation de dépôts de pente ("grèzes").

Le climat actuel est sensiblement équivalent sur l'ensemble de la région, compte-tenu de l'altitude modérée du relief comprise entre 50 et 250 m environ, et de la proximité de la mer. Cette région Nord-Aquitaine est soumise aux effets d'un climat tempéré du type aquitain océanique, avec une légère tendance continentale en bordure du Massif Central :

- la pluviométrie moyenne annuelle entre 700 et 1 000 m
- la température moyenne annuelle comprise entre 10 et 12°

La carte B de la PLANCHE 1, tome II, situe cette région dans son contexte climatique.

B - ETUDE DES COUVERTURES PEDOLOGIQUES EN RELATION AVEC LE SUBSTRATUM CALCAIRE

Au cours des études cartographiques préalables à l'analyse de ce système géo-pédologique régional, 12.000 sondages, 700 tranchées (profils) ont été décrits et analysés. Sur les bases de l'actuelle classification française des Sols⁽¹⁾ les sols de cette région se regroupent dans quatre classes principales :

- Sols calcimagnésiques, développés sur les roches calcaires affleurantes, avec essentiellement :
 - . rendzines brunes et grises sur calcaires marneux et crayeux,
 - . rendzines rouges sur calcaires marneux en plaquettes et calcaires durs
- Sols brunifiés sur les formations superficielles en couverture continue au-dessus des calcaires, avec :
 - . sols lessivés acides et lessivés dégradés, à pseudogley sur limons et argile à silex,
- Sols podzolisés, sur sables et graviers,
- Sols fersiallitiques, sur argile rouge, seuls ou associés avec des sols calcimagnésiques dans les secteurs où les couvertures sont peu épaisses (inférieures à 2 mètres) et discontinues sur le substratum calcaire.

Le lecteur trouvera dans les publications antérieures (G. CALLOT 1970, 74, 75 et J. SERVANT 1970, 71) l'analyse détaillée de tous ces types de sols.

Ces classes de sol sont généralement caractéristiques d'un type de paysage ou d'une végétation :

- Sols calcimagnésiques sur plateau ondulé et topographique vallonnée,
- Sols fersiallitiques sur plateau et karst ouvert,
- Sols lessivés en zone plane ou légèrement dépressionnaire,
- Sols podzolisés, essentiellement sous forêt et landes à bruyère.

A l'exception des sols calcimagnésiques formés au contact même du substratum calcaire, tous les autres types de sols se développent sur des formations superficielles en couverture sur le substratum. C'est à partir de

1) Classification AUBERT - DUCHAUFOR

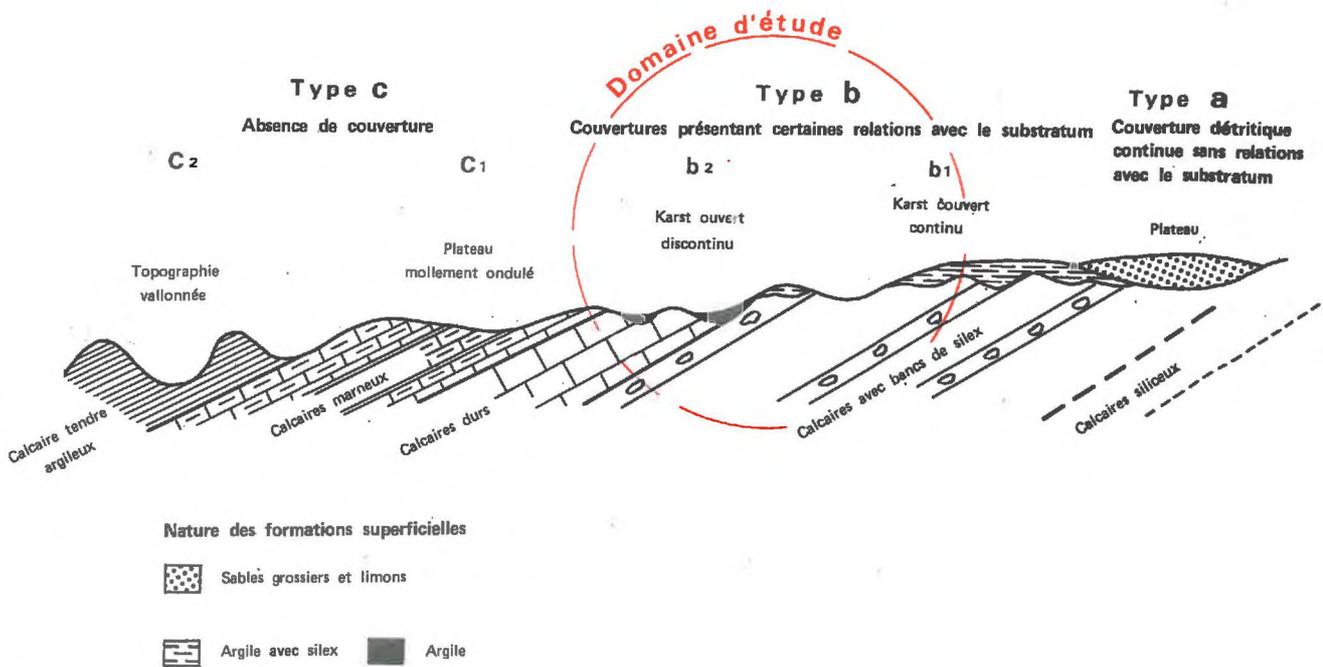


FIGURE 3 – SCHÉMA SYNTHÉTIQUE DE LA RÉPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES, EN FONCTION DE LA NATURE DU SUBSTRATUM CALCAIRE

l'étude des sols que nous aborderons l'analyse de diverses couvertures pédologiques, en relation avec avec le substratum calcaire sous-jacent.

L'épaisseur et la répartition de ces formations superficielles restaient étroitement liées à la nature du substratum calcaire. Le schéma synthétique de la Fig. 3 explicite cette répartition statistique soulignant :

- des couvertures continues épaisses (supérieures à 2 m.) sur les calcaires avec accidents siliceux (type a et b 1),
- des couvertures peu épaisses (inférieures à 2 m) discontinues sur les calcaires durs et construits (type b 2),
- absence de couvertures sur les marnes et calcaires marneux

CHOIX DES EXEMPLES RETENUS

Pour mettre en évidence l'importance des faits sédimentologiques dans les couvertures pédologiques, il est indispensable de distinguer parmi l'ensemble des matériaux ceux qui résultent :

- soit d'un apport sédimentaire (caractère allochtone),
- soit d'une transformation in situ (caractère autochtone).

A l'échelle de cette plate-forme calcaire, nous raisonnerons en fait par rapport au substratum carbonaté en suivant les relations qui existent entre le substratum calcaire et la couverture pédologique sus-jacente.

Lorsque les matériaux de couverture sont constitués de sables et galets quartzeux, absents du substratum, leur caractère détritique allochtone est indéniable (type a de la figure 3) et souligne les traces d'une sédimentation continentale (bien connue par ailleurs et d'âge cénozoïque essentiellement). L'étude de ces matériaux ne sera donc pas prise en considération dans notre première analyse. Nous préciserons l'analyse dans les situations où il existe des confusions possibles, entre une origine sédimentologique (apport détritique sur le substratum calcaire) et une origine pédologique (transformation in situ des substratum calcaires sous-jacents).

Quatre types de formations superficielles contenant généralement des silex ou fragments de silex, identiques à ceux préexistant dans le substratum calcaire sous-jacent, ont donc fait l'objet d'étude détaillée :

- I - Limons et argiles à silex remaniés, appelés " Terres à châtaigniers ", associées généralement aux calcaires à silex du Dogger (bordure vendéenne, Plaine de Niort, Poitou),
- II - Argiles rouges à silex sur calcaires durs du Dogger (Confolentais, Nord Charente),
- III - Argiles vertes à chailles et à silex, développées sur les calcaires crayeux du Campanien (Charente, Vallée de la Lizonne, Périgord),
- IV - Argiles rouges des poches et fissures de remplissage sur calcaires durs et construits (Karst entre Bandiat et Tardoire, région d'Angoulême).

La référence, la description et l'analyse des différents profils pédologiques cités dans ce travail ont été publiées dans des travaux antérieurs.

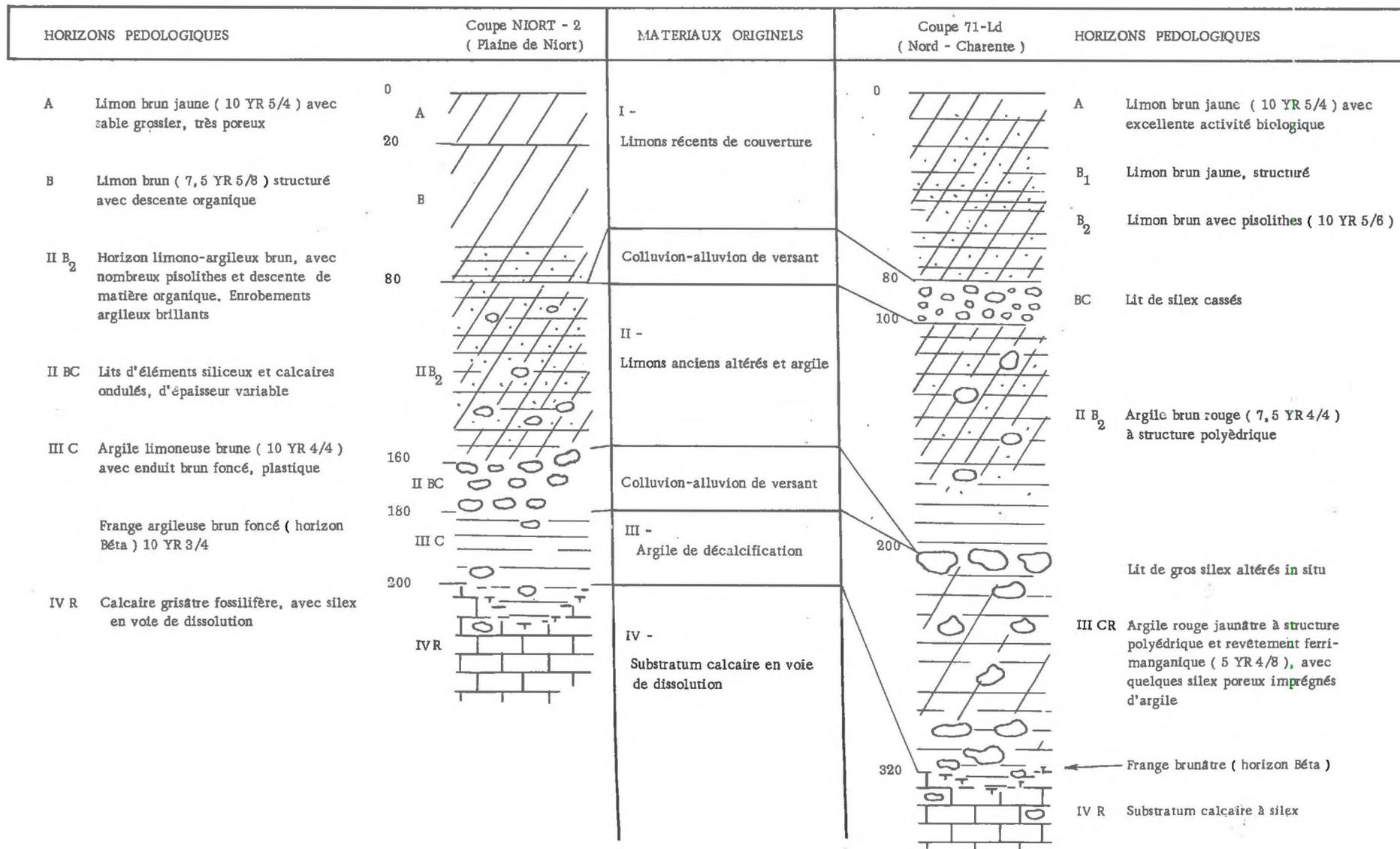


FIGURE 4 - «TERRES A CHATAIGNIERS» (COUPES MORPHOLOGIQUES) avec (SUBSTRATUM CALCAIRE A SILEX DU DOGGER)

- pour l'exemple I : voir Étude pédologique de la Plaine de Niort par J. SERVANT et J.P. BARTHES (1971),
- pour l'exemple II : voir Étude pédologique du Bassin de la Charente non domaniale par G. CALLOT (1970),
- pour l'exemple III : voir Étude pédologique du Bassin de la Lizonne par J. SERVANT (1970),
- pour l'exemple IV : voir Notice explicative de la feuille pédologique d'Angoulême à 1/100.000 par G. CALLOT (1975).

Nous renvoyons les lecteurs à ces références dans la mesure où ces données lui sont nécessaires pour une meilleure compréhension du domaine pédologique. Chacun des exemples est illustré par une planche synthétique dans le tome II.

I- LIMONS ET ARGILES A SILEX REMANIEES DU POITOU ET DE LA PLAINE DE NIORT

Généralement associée au substratum calcaire à silex du Dogger, dans la partie sud du Poitou et sur la bordure vendéenne, cette formation superficielle appelée indistinctement :

- a 1 b 1 : Terres rouges des pays calcaires sur la feuille géologique de Niort,
- J : Argile rouge à silex et à châtaigniers sur la feuille de Poitiers,
- R : Formations résiduelles sur les feuilles de Confolens et St Jean d'Angely,

est parfois même confondue avec le Sidérolithique (Em).

Cette formation complexe, décrite par WELSCH (1903) comme un mélange d'argile de décalcification des calcaires et de matériaux détritiques d'origine cristalline, présente généralement dans les horizons supérieurs une fraction limoneuse importante (limons totaux supérieurs à 60 %) avec présence de fragments de silex (sables grossiers). En profondeur les niveaux sont argileux (brun-rouge) avec silex rognoneux ou éclatés.

1 - ETUDE DES COUPES CARACTERISTIQUES

Parmi l'ensemble des profils décrits et analysés dans les études pédologiques de la région de Niort et des Charentes, deux coupes particulièrement caractéristiques ont été schématisées sur la figure 4 ci-après.

- Coupe Niort 2, près de Chauray (cf. PLANCHE 14) ,
- Coupe 71 Ld, près de Londigny (Nord Charente).

Du point de vue pédologique ces profils peuvent être définis comme des sols fersiallitiques. Ils sont le plus souvent constitués de trois niveaux caractéristiques, regroupant un ou plusieurs horizons pédologiques :

Matériaux	Horizons pédologiques	Granulométric		Nature du squelette			Organisation du plasma argileux				Activité biologique	Pédogénèse
		% de la terre fine		Quartz	Silex	Calcaire	Type de plasma	Séparations plasmiques	Concentrations argileuses associées aux vides ou au squelette	Concentrations argileuses fortement orientées et massives		
		LT	A									
Limon récent	A	83	12	Sg + L		L + Sg + glauconite	Intertextique				Forte porosité et brassage. Concentrations locales le long des galeries. Nombreuses bulles fécales avec séparation plasmique	Pédogénèse actuelle
	B	56	24	Sg + L	Sg		Aggloméré		Ferri-argilanes et cutanes complexes de vides. Localement fracturés	Rares papules		
Limon ancien altéré	II B	40	45	Sg craquelés + L	Sg	L de remplissage faunique	Aggloméré	Séparations plasmiques de réorganisations	Ferri-argilanes craquelés et festonnés. Organo-argilane	Gros cutanes et papules	Nombreux remplissages et brassage	Traces de pédogénèses anciennes
Argile de "décalcification"	III CR	10-20	50-75	Sg + L de remplissage	Sg + gravier		Porphyrique	Type ma-vo-sépieux		Gros ferri-argilanes, fortement orientés. Nombreuses papules	Brassage	Traces de pédogénèses anciennes
Contact argile - calcaire (horizon B8a)				Sg concentrations locales		Silex et calcaires poreux avec glauconite	Aggloméré	Autour des vides de dissolution	Cutanes festonnés dans le plasma. Organo-argilanes recoupent les ferri-argilanes			Dissolution des calcaires et remplissage des pores par l'argile

Entretien par la faune
 (argile + matière organique)
 Illustration argile et matière organique
 Illustration secondaire d'argile

L = limon quartzé, Sg = sables grossiers quartzéux, ——— Traits pédologiques caractéristiques des illuviations argileuses

TABLEAU II - MICROMORPHOLOGIE DES « TERRES A CHÂTAIGNERS »

De haut en bas :

<u>Niveaux</u>	<u>Horizons pédologiques</u>
I - Couverture limoneuse d'épaisseur variable entre 50 et 200 cm, contenant fréquemment des éléments micacés et feldspathiques absents dans le substratum calcaire, et éléments de silex.	A - B ₁ - B ₂
II - Couche limono-argileuse, brun rouge avec pisolithes de 50 cm à 5 m d'épaisseur.	II B ₂ - II BC
III - Niveau argileux avec silex surmontant le substratum calcaire sous-jacent.	III C - III CR

Ces trois niveaux sont généralement séparés par des lits de silex roulottés. Ces lits de silex soulignent les diverses étapes sédimentologiques d'origine fluviatile ou colluviale.

Les relations entre la morphologie (structure) des profils et la microstructure des horizons sont illustrées sur la PLANCHE 17.

Parmi les diverses organisations micromorphologiques décrites dans le tableau II, il est important de souligner :

- dans le niveau I supérieur, un plasma limoneux asépique, présentant dans les horizons B pédologiques des concentrations argileuses (argilanes) référées aux vides et fissures, soulignant les traces des pédogénèses actuelles,
- dans le niveau II limono-argileux, un plasma aggloméré, sépique avec juxtaposition désordonnée de la fraction argileuse et limoneuse. Les concentrations argileuses massives, craquelées, non référées aux systèmes de vides actuels sont caractéristiques de sédimentations anciennes,
- dans le niveau III sous-jacent, le plasma argileux de type porphyrique est constitué par de nombreux ferri-argilanes mêlés à des séparations plasmiques du type mo-vasépique liées aux gonflements des argiles,
- enfin le contact avec la roche calcaire, s'effectue par l'intermédiaire d'une frange brun foncé (horizon Béta) où l'on observe très nettement, au milieu des vides de dissolution des calcaires, des remplissages argileux et organo-argileux alternés.

Sur l'ensemble des horizons et jusqu'au contact de la roche, les migrations de la fraction limoneuse et les brassages par la faune du sol restent toujours très importants.

L'analyse micromorphologique révèle d'importantes migrations argileuses et limoneuses jusqu'au contact du substratum calcaire en cours de dissolution (photo 6 - PLANCHE 17). Ces migrations mécaniques, de même que les brassages par la faune du sol, très active dans ce type de matériaux, tendent à homogénéiser la nature des constituants argileux. Sur l'ensemble du profil, on observe souvent une proportion relativement constante du mélange illite/kaolinite (diffractogrammes de la coupe Niort 2 - Figure 5).

La perturbation continuelle de ces micro-structures sédimentaires rend délicates toutes interprétations sédimentologiques, basées uniquement sur des analyses minéralogiques de la fraction argileuse.

2 - RELATIONS ENTRE LES SOLS SUR CALCAIRE ET LES " TERRES A CHATAIGNIERS "

La PLANCHE 4, dressée à partir de l'étude pédologique et cartographique des formations superficielles de la plaine de Niort, permet de constater que cette couverture limono-argileuse s'amenuise peu à peu à mesure que l'on s'éloigne du Bocage vendéen pour ne subsister que sous forme résiduelle dans les sols superficiels très caillouteux, développés au contact même du substratum calcaire. Dans cette région, ces sols superficiels appelés " Terres de Groies " contiennent d'ailleurs toujours une fraction limoneuse importante dans la terre fine (60 % de limons totaux - unité 10 : Etude de Niort). Cette fraction limoneuse allochtone, souvent associée à la présence de kaolinite, absente dans le substratum (cf. figure 5 - Niort carrière), exprime l'importance de la fraction détritique dans ces sols superficiels du type rendzine rouge, même au contact du substratum calcaire.

II - ARGILE ROUGE A SILEX SUR CALCAIRE A SILEX DU DOGGER

Les argiles rouges à silex constituent une formation superficielle caractéristique de la région Nord - Charente - Confolentais, associée aux calcaires à silex du Dogger. Contrairement aux " Terres à châtaigniers ", ces argiles ne sont pas recouvertes par des matériaux limoneux, mais présentent en surface, des pollutions de sables grossiers quartzeux.

Bien que ces matériaux argileux contiennent toujours des silex identiques à ceux préexistants dans le substratum :

- la puissance de cette formation (8 à 15 mètres d'épaisseur),
- l'importance de la fraction argileuse totale (50 à 80 % de la terre fine),
- la dominance de la kaolinite (60 à 90 % de la fraction argileuse),

argumentent une origine détritique allochtone de la majeure partie de la fraction fine de ces matériaux, compte tenu de la très faible quantité d'argile résiduelle contenue dans ces calcaires durs (1 à 2 % de résidu, à l'exclusion des silex).

Sur ces argiles à silex nous montrerons l'importance des remaniements sédimentologiques révélés à l'échelle macro-morphologique et micromorphologique, observés dans les niveaux supérieurs.

1 - ORGANISATIONS MORPHOLOGIQUES DES SOLS

Parmi les profils décrits et analysés dans nos études antérieures (Angoulême/Charente) nous avons représenté sur la PLANCHE 5 du tome II les sols les plus caractéristiques, en soulignant essentiellement les variations constatées dans la fraction grossière.

S'il existe sur l'ensemble des profils, des horizons pédologiques très variés, ces derniers peuvent toutefois être regroupés en quatre niveaux caractéristiques :

- Niveau I : horizons brun clair généralement très caillouteux avec nombreux silex éclatés et ferruginisés, présence fréquente de sables et graviers quartzeux :
Horizons : A1/A2 de P. 317 - Ap/A 10/A11 /A 12/BC de P. 136 - A1/A2/BC de P. 443 - Ap/A1/A2 B1/B2 C de P. 606 - A1 de P. 71-8.
- Niveau II : horizons brun jaune, argileux avec silex rognoneux très corrodés, souvent ferruginisés, mais toujours distribués de manière très irrégulière :
Horizons : II B1/II B2/II C de P. 317 - IIC de P. 136 - II B 21/II B 22 C de P. 443 - II BC de P. 606.
- Niveau III : horizons rouges très argileux avec gros silex rognoneux conservant localement une stratification horizontale, rappelant celle des lits de silex interstratifiés dans les bancs calcaires :
Horizon : IV C de P. 317
- Niveau IV : horizons brun jaune, très argileux (98 % d'argile) avec silex peu altérés concentrés en poches ou en lits obliques. Sur les agrégats des polyèdres de micro-structure, il est parfois possible d'observer les fines strates sédimentaires argileuses. Ces niveaux s'observent le plus souvent en zone de bordure des couvertures au contact des affleurements calcaires actuels et peuvent être considérés comme des matériaux de remplissage de poche.
Horizons : II B1/II B2/II B₂Fe/III B2 C de P. 71-8.

D'une manière générale la distribution de la fraction grossière des sols souligne :

- un pourcentage de silex et fragments de silex, variable selon les horizons, mais toujours plus élevé en surface,
- la forme, la dimension et le degré d'altération de ces silex est également très variable, rognoneux avec cortex de silicification en profondeur, ils sont souvent éclatés roulettés et ferruginisés dans les horizons supérieurs,
- enfin une diminution de la fraction grossière de sables quartzeux (absents du substratum) de la partie supérieure à la base des profils.

Le passage généralement brutal des horizons supérieurs (A₁, A₂, B) au sous-sol très argileux (II B₂, II BC, IIC), de même que la disparition fréquente des sables grossiers quartzeux dans les niveaux argileux du sous-sol nous amènent à considérer les horizons supérieurs de ces formations, comme résultant de phases sédimentologiques polluées localement par des apports de sables quartzeux allochtones.

Dans le Bassin Parisien de nombreux auteurs (KLEIN, MATHIEU, DEWOLF) ont d'ailleurs déjà souligné ces divers remaniements superficiels, souvent en relation avec des actions périglaciaires essentiellement quaternaires.

2 - ETUDE DES MICROSTRUCTURES

L'étude micromorphologique, prolonge l'observation macro-morphologique et apporte les informations précieuses pour préciser l'analyse sédimentologique. Les descriptions effectuées sur les horizons les plus caractéristiques des profils sont synthétisées dans le tableau III ci-après, illustrées par la PLANCHE 18, tome II.

Dans cette analyse, nous avons retenu essentiellement les caractéristiques du squelette et du plasma susceptible de renseigner sur des mouvements d'argiles et les déplacements de la fraction grossière.

Les différents modes d'organisation susceptibles de renseigner sur l'importance et la complexité des modifications post-sédimentaires s'expriment par des :

- organisations liées essentiellement aux actions de la pédogénèse actuelle (concentrations argileuses, ferri-argilanes, référés aux vides et séparations plasmiques organisées),
- organisations complexes résultant de pédogénèses successives, avec concentrations argileuses (gros ferri-argilanes) recoupées par plusieurs générations de dépôts argileux (néo-cutanes),
- organisations présentant des caractères sédimentaires, modifiés par des actions pédologiques (séparations plasmiques et argilanes, recoupant des dépôts argileux lités),
- organisations sédimentaires argileuses, peu modifiées par des actions pédologiques, simples fractionnement et redistribution interne (dépôts lités complexes argileux et limoneux alternés).

L'analyse micromorphologique de la distribution des sables grossiers quartzeux, précise également les observations macro-morphologiques. Les trois modes de répartition de ces sables quartzeux :

- en mélange et dispersés dans le squelette avec limons et fragments de silex,
- concentrés localement dans le plasma argileux,
- absents du plasma,

ont été notés dans le tableau III.

Lorsque les sables grossiers quartzeux sont en mélange avec les limons et fragments de silex, ils appartiennent à une phase sédimentologique, par contre en concentrations locales ils expriment des migrations mécaniques du domaine pédologique.

Il existe en fait selon les situations topographiques une extrême variabilité dans la succession de ces différents horizons par suite de l'érosion et des tronçatures continues qui tendent en fait à réactiver les horizons anciens sous-jacents, ce que nous avons d'ailleurs tenté d'exprimer dans le tableau III ci-après.

Modes d'organisations	Horizons	Caractéristiques micromorphologiques générales	Traits particuliers				
			P - 317	P - 443	P - 136	P - 606	P - 718
Organisation liée à la pédogénèse actuelle	Horizons supérieurs des sols (A)	Squelette siliceux avec limons et éléments de silex, quelques sables quartzeux. <u>Plasma aggloméré, aseptique</u>	A ₁ A ₂ Nombreux graviers de silex ferruginisés	A ₁ A ₂ Quelques éléments de mica - traits laminaires	A ₁ A _p A ₁	A _p A ₁ Nombreux sables quartzeux Activité biologique intense	A ₁ Silex ferruginisés quartz grossiers, grès micacés
	Horizons illuviaux (B)	Squelette identique au précédent. Plasma aggloméré avec séparations plasmiques et <u>cutanes de vide</u>	BC	BC	A ₁ B B ₂ C	Domaine avec pollution de sables grossiers quartzeux liée aux remaniements superficiels	
Remaniements et actions pédologiques anciennes	Horizons intermédiaires présentant une organisation pédologique complexe	Squelette avec silex et sables quartzeux - Plasma aggloméré. Nombreux <u>argilanes</u> de vide	II B ₁ II B ₂	II B ₂₁	II B	Nombreuses séparations plasmiques du type <u>ma-septique</u> . Nombreuses papules et argilanes dérubéfiées	
		Squelette avec silex. Plasma porphyrique avec nombreuses séparations plasmiques et <u>ferri-argilanes recoupant d'anciens cutanes</u>	III BC	II B ₂₂	II C	Silice de néogénèse. Grosses papules rouges et jaunes Nombreux silex ferruginisés et concrétions	
Modification de la structure sédimentaire originelle	Horizons présentant une structure sédimentaire modifiée	Squelette avec quelques silex, Plasma porphyrique avec nombreuses séparations plasmiques et <u>ferri-argilanes recoupant des reliques sédimentaires argileuses</u>	IV C	b - Présence locale de sables grossiers quartzeux, entraînements pédologiques		II B ₁ II B ₂ II Bfe Développement de ferri-argilane dans les zones avec squelette quartzeux. Concentrations ferrugineuses locales	
	Horizons argileux avec structure sédimentaire originelle peu modifiée	Plasma porphyrique avec <u>dépôts argileux liés localement fractionnés</u> et entourés de séparations plasmiques		c - Absence de sables grossiers quartzeux		III C Localement quelques ferri-argilanes	



Horizons pédologiques constitutifs des différents profils (voir PLANCHE 10)

TABLEAU III — CARACTÉRISTIQUES MICROMORPHOLOGIQUES DES SOLS SUR ARGILE ROUGE A SILEX

Cette analyse reflète l'extrême variabilité de la distribution et de l'organisation des horizons constitutifs de ces argiles rouges à silex. Au cours des diverses phases d'érosion, il semble se produire en fait une accumulation relative des éléments grossiers les plus résistants (silex et quartz), dans les horizons supérieurs.

Ces divers remaniements superficiels (d'origine alluviale, colluviale, ruissellement, etc.) et sur lesquels s'appuient les horizons pédologiques, sont généralement en relation avec l'évolution des formes des paléo-reliefs, comme nous l'avons illustré sur la PLANCHE 16, tome II.

III - ARGILE VERTE GLAUCONIEUSE A CHAILLE ET A SILEX SUR CALCAIRE CRA YEUX DU CAMPANIEN

Dans les Charentes et le Périgord, les calcaires crayeux à silex du Crétacé (Campanien et Santonien) sont recouverts par des argiles vertes à chailles ou à silex d'une épaisseur variable entre 0,50 m et 20 m. Ces formations superficielles contiennent, comme dans le cas précédent, des silex comparables à ceux préexistant dans le substratum. En profondeur, les silex peu altérés conservent souvent, sur de grandes épaisseurs, la stratigraphie originelle qu'ils avaient dans la roche calcaire. Enfin, dans les niveaux inférieurs, la minéralogie de la fraction argileuse, identique à celle de la fraction résiduelle de la roche calcaire (15 à 25 % de résidu), argumente une formation in situ (caractère autochtone).

Dans cet exemple, où il existe de très fortes relations entre la couverture et le substratum, nous avons élargi notre analyse :

- aux sols calcimagnésiques, développés directement au contact de la roche,
- précisé l'analyse morphologique par des arguments minéralogiques de la fraction argileuse.

1 - CHOIX DES PROFILS ETUDIÉS

Les sols développés sur ces formations superficielles ont fait l'objet d'études dans le bassin du Né et de la Tude par P. DUTIL (1956-66), dans le bassin de la Lizonne par J. SERVANT et J. P. BARTHES (1970). Au cours de l'étude cartographique, les auteurs ont pu relever une très large gamme de type de sols : sols lessivés à pseudogley, sols lessivés acides, sols bruns calciques, sols vertiques.

Les profils les plus caractéristiques ont été représentés sur la PLANCHE 6, tome II.

Ces divers horizons pédologiques se développent sur trois types de matériaux caractéristiques :

- I - à la base : des argiles vertes avec nombreux silex rognoneux présentant souvent une disposition horizontale, une minéralogie de la fraction argileuse identique à celle du substratum calcaire sous-jacent.

Horizons : IV C₂₁ / IV C₂₂ de P. 28 - III C₁₂ de P. 15, II C de P. 31,

ces diverses caractéristiques nous amènent à considérer cette formation de base comme formée in situ, au cours de la dissolution de la roche calcaire.

- II - niveaux intermédiaires argileux : niveaux très argileux de couleur verdâtre sans ou avec peu de silex montrant un passage brutal avec les horizons supérieurs ou inférieurs. La minéralogie des argiles est généralement différente de celle des niveaux sous-jacents. Ces argiles verdâtres que l'on rencontre souvent en poche sont d'origine sédimentaire comme nous le verrons ultérieurement.

Horizons : III C_{1g} de P. 28 - II BV de P. 15 - BV de P. 31 - II BV de P. 10 - II BV Ca de Sud P. 10 - II BV de P. 101-4

- III - niveaux supérieurs : niveaux de texture variable, avec nombreux silex ou fragments de silex éclatés et ferruginisés, présence fréquente de sables quartzeux grossiers, pouvant contenir localement des éclats calcaires dans le système calcimagnésique.

Horizons : A1/A2/Bg de P. 28 - A1/A2/A3/B de P. 15 - A1/A2 de P. 31 - A0A1/A1 A2/A3 g de P. 10 - A11/A12 de Sud P. 10 - Ap/A1 de P. 101-4 - A1 de P. 101

Ces niveaux supérieurs, sur lesquels s'appuient les sols actuels, résultent en fait des remaniements et des colluvions de versant au cours de l'évolution du relief.

L'interprétation de ces différents niveaux sera argumentée ultérieurement au cours de l'analyse des structures pédologiques, de l'évolution minéralogique des argiles et de l'évolution des paléo-reliefs (PLANCHE 15).

2 - ORGANISATION DES STRUCTURES PEDOLOGIQUES

Les caractéristiques macro et micromorphologiques des différents horizons pédologiques exprimées sur la PLANCHE 6 tome II soulignent :

- Au niveau macromorphologique :

- une discontinuité toujours brutale entre les horizons supérieurs caillouteux et les niveaux argileux sous jacents,
- dans les horizons supérieurs, la présence quasi générale de sables et graviers quartzeux absents dans les argiles à silex de base et le substratum calcaire crayeux, localement (P. 28) ces graviers quartzeux se répartissent en lits d'origine fluviale,
- une accumulation relative des silex (éléments résistants) dans les horizons supérieurs,
- dans le domaine des sols calcimagnésiques, en topographie accidentée l'apparition irrégulière de cailloux calcaires dans les horizons d'origine colluviale.

- Au niveau micromorphologique :

- dans les horizons des argiles de base (I) : argiles vertes à silex,
 - un squelette avec silex et tests de micro-organismes non modifiés, au milieu d'un plasma avec nombreuses séparations plasmiques et concentrations argileuses massives, mal orientées (cf. Photo 5 - PLANCHE 19),
- dans les niveaux intermédiaires d'argile verte (II),
 - un squelette siliceux peu important, un plasma argileux avec très nombreuses séparations plasmiques du type ma et lattisépique, localement quelques concentrations argileuses mal orientées (cf. Photo 4 - PLANCHE 19),
- dans les niveaux supérieurs, caillouteux (III),
 - dans les horizons A des sols sur plasma du type aggloméré asépique et dans les horizons B sous-jacents, apparition de séparations plasmiques et quelques argillanes de vide.

Cette analyse micromorphologique précise l'étude macro-morphologique et souligne en particulier les transformations à caractère pédologique qui ont modifié les structures sédimentaires initiales. Essentiellement au sein du plasma argileux, il faut souligner :

- dans les niveaux supérieures (III), des migrations argileuses référées aux système de vide actuel (illuviation pédologique actuelle),
- dans les niveaux intermédiaires (II), des modifications continuelles de la structure sédimentaire originelle par des mouvements internes dus aux gonflements des argiles (structure verticale caractéristique),
- dans les niveaux inférieurs (I), des illuviations massives d'argile au sein même du plasma argileux et du squelette siliceux résiduel.

3 - MINERALOGIE DES CONSTITUANTS ARGILEUX

Le résidu argileux (25 %) de la roche est composé de smectites et d'interstratifiées mal différenciées, parfois un peu d'argile micacée (Illite) mais absence de kaolinite. Ce minéral n'évoluant pas en milieu calcaire sera donc un excellent traceur de l'héritage sédimentologique des minéraux et des sols.

a - Variations verticales de la minéralogie des argiles

Sur un même profil, l'évolution minéralogique de la fraction argileuse est susceptible de renseigner sur les types de pédogénèse, les diffractogrammes de la figure 6 ont été donné à cet effet. Nous pourrons constater :

- Au profil P. 28 (sol lessivé acide à pseudogley), l'apparition dans les horizons du sol d'une pseudochlorite alumineuse s'expliquant par la dégradation des argiles interstratifiées et smectites en milieu très acide. Dans ces sols acides (pH 4,5) cette évolution minéralogique des argiles reste limitée à 80 cm, au-dessus du niveau très argileux susceptible de bloquer l'infiltration des eaux et des acides organiques.

- Par contre dans le profil P. 10 (sol brun acide) présentant un pH de 4,5 en surface avec humus de type Moder, et un pH de 7,7 en profondeur dans l'argile entre les calcaires, aucune transformation minéralogique n'apparaît. Ceci pourrait signifier que les matériaux constitutifs du sol étaient au départ désaturés, puis secondairement recalifiés au contact du calcaire. Il s'agirait donc d'une recalification du sol et non d'une décalcification.

- dans le profil P. 31 (sol brun, faiblement vertique), les niveaux très argileux ne montrent aucune évolution minéralogique.

- Sols calcimagnésiques (Profils P. 10 Sud, P. 101-4, P. 101)

Aucune variation minéralogique notable de la fraction argileuse n'apparaît entre le substratum calcaire et les sols du type rendzine. Ces derniers généralement situés sur pente, constamment remaniés par l'érosion, évoluent dans de bonnes conditions de drainage. Les colluvions successives qui contribuent à la formation des sols, peuvent être d'origine variée, expliquant certaines discontinuités apparentes dans l'évolution minéralogique des argiles.

Ces observations nous amènent ainsi à considérer que les transformations minéralogiques sont très limitées dans le domaine calcimagnésique lorsque les sols évoluent en bonne conditions de drainage. Les variations observées dans les minéraux argileux des différents horizons résultent plus souvent d'un mélange au cours de remaniements successifs que de transformations ou de néoformations.

b - Variations latérales (relations matériaux-sol/substratum)

Les différents profils minéralogiques de la fraction argileuse des sols sont mises en évidence sur la figure 7, permettent de constater dans ces formations superficielles (P. 28, P. 15, P. 10, P. 31) la présence généralisée de kaolinite dans tous les horizons sauf au contact du substratum calcaire. Dans ce milieu initialement calcaire, cette argile ne peut s'expliquer que par l'héritage d'une ancienne couverture détritique initiale originaire du Massif Central (d'âge tertiaire).

Lorsqu'il existe une discontinuité texturale et surtout porale très nette (P. 15 et P. 31), cette illuviation de l'argile détritique reste limitée aux horizons supérieurs. Dans ce cas, il est alors possible de considérer l'argile des horizons inférieurs décalcifiés comme une argile résiduelle vraie, n'ayant pas reçu d'illuviation des niveaux supérieurs.

D'une manière générale, les proportions de kaolinite et d'argiles micacées diminuent à mesure que la pollution en sables grossiers quartzeux allochtones diminue.

Interprétations :

Il existe entre les couvertures pédologiques, les sols développés directement sur les calcaires crayeux et le substratum calcaire crayeux de très fortes relations.

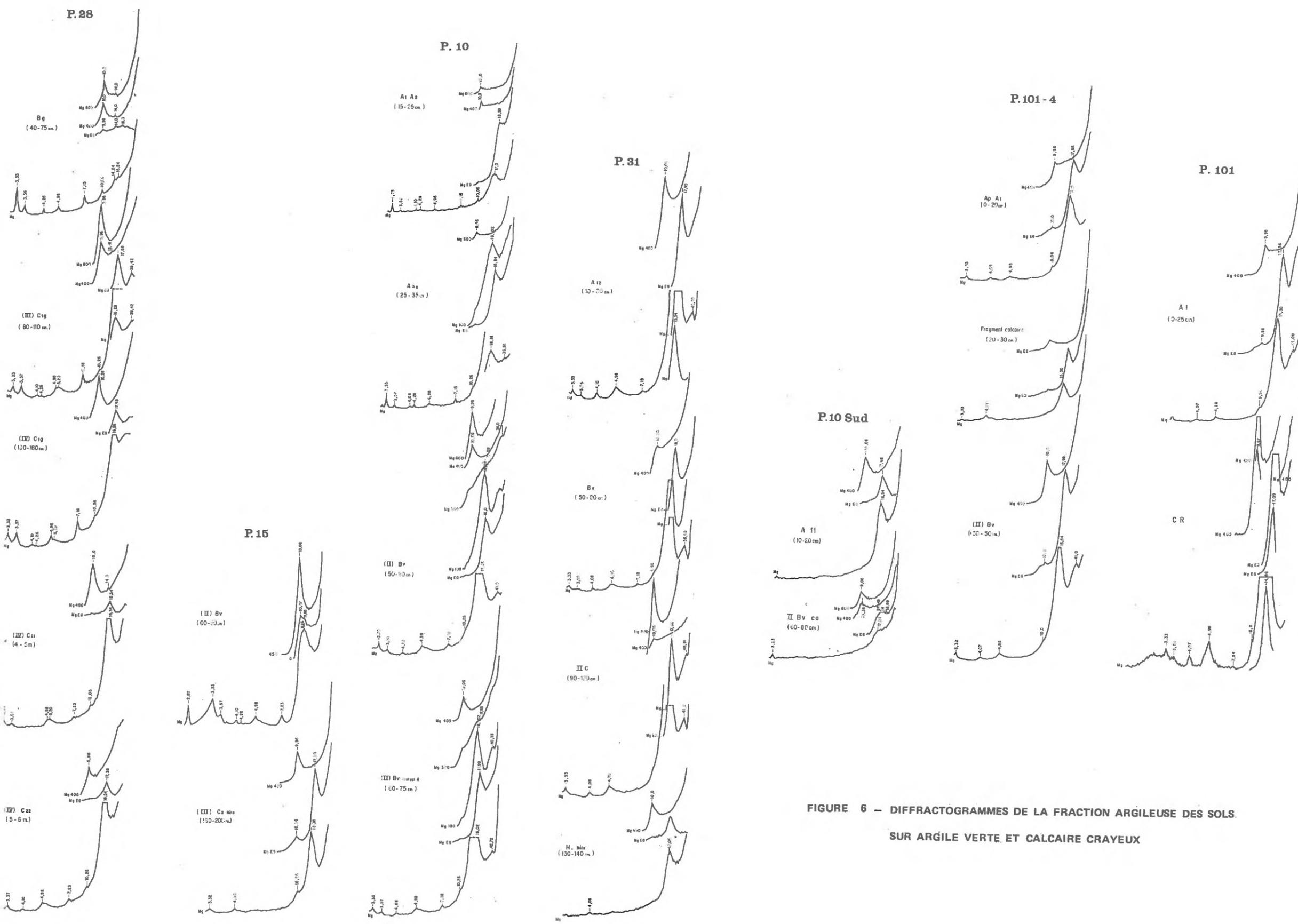


FIGURE 6 - DIFFRACTOGRAMMES DE LA FRACTION ARGILEUSE DES SOLS. SUR ARGILE VERTE ET CALCAIRE CRAYEUX

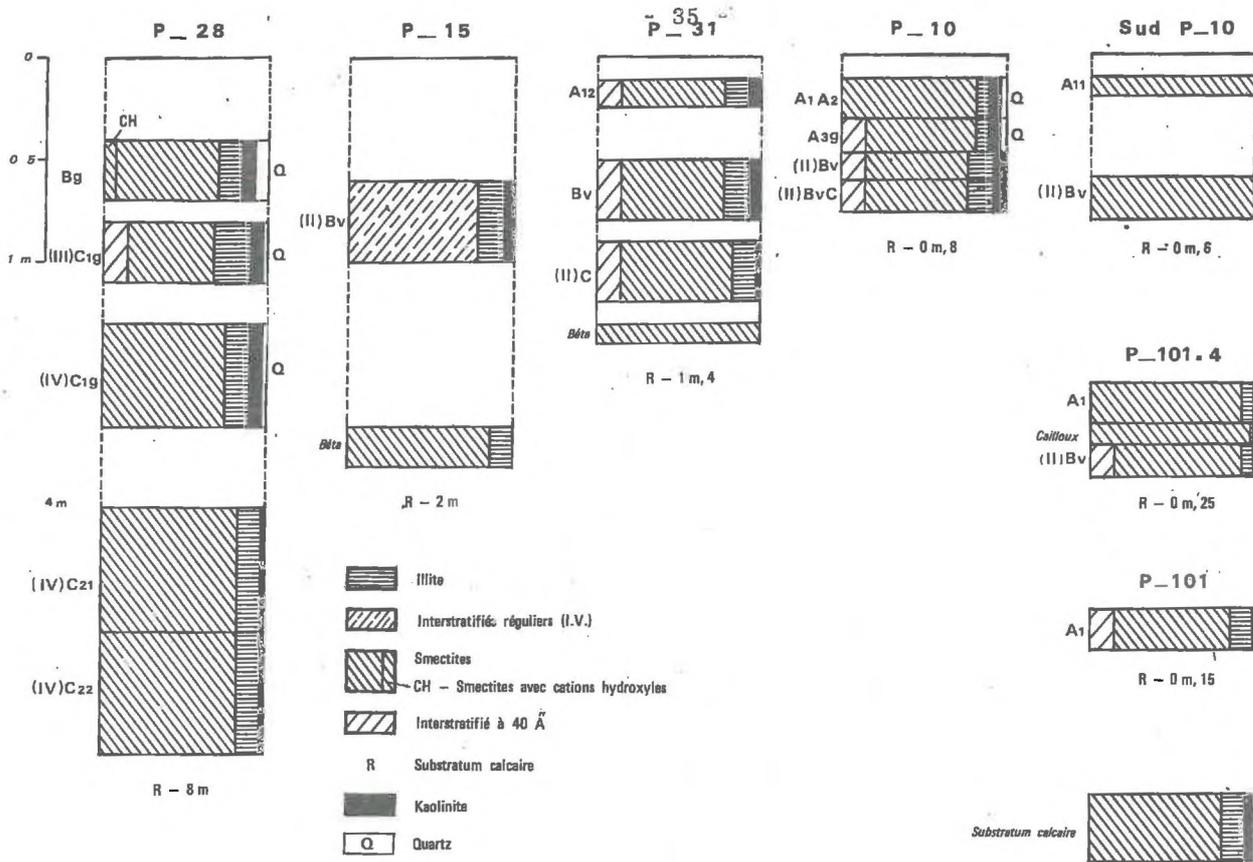


FIGURE 7 - MINÉRALOGIE COMPARÉE DE LA FRACTION ARGILEUSE (SOLS SUR ARGILE VERTE A SILEX ET CALCAIRES CRAYEUX)

De très fortes relations sont marquées en particulier par la présence continue de silex ou d'éclats calcaires, d'argile peu transformée, héritée du substratum surtout dans le cas de sols calcimagnésiques et de glauconie.

Il n'en reste pas moins que la présence de sables grossiers quartzeux, absent du substratum, et de kaolinite détritique dans les horizons supérieurs témoignent d'une histoire sédimentologique complexe.

Si l'on suit l'évolution minéralogique des argiles des niveaux (II) sédimentaires, très argileux (II C_{1g} de P. 28 - II BV de P. 15 - BV de P. 31 - II BV de P. 10 - BV de P. 10), tout semblerait s'expliquer du point de vue minéralogique, comme s'il existait au cours de l'évolution sédimentologique une dilution progressive de la fraction argileuse détritique (kaolinite et illite essentiellement) du stade le plus ancien (P. 28) au plus récent (P. 10).

4 - INTERPRETATION SEDIMENTOLOGIQUE

L'interprétation sédimentologique de ces différents profils est synthétisée sur la PLANCHE 7 - tome II.

a - Substratum calcaire (R)

Lorsque le substratum calcaire est recouvert par des argiles vertes - avec ou sans silex - la roche calcaire ^{montre} toujours au contact des matériaux sus-jacents sur quelques centimètres d'épaisseur, une frange de dissolution avec de nombreux vides, recouverts intérieurement par des argiles mal orientées de nature montmorillonitique, comme on peut l'observer sur la figure 6 de la PLANCHE 19, tome II.

Bien que ces argiles soient de même nature que celles contenues dans la roche, leur situation référée aux systèmes des vides de dissolution, souligne une réorganisation interne d'une partie du plasma argileux initial de la roche - avec faible déplacement.

b - Argiles vertes à silex (niveau I)

Dans les niveaux d'argiles vertes présentant des silex rognoneux peu perturbés, par rapport à leur position originelle dans la roche, le plasma argileux intimement mêlé aux limons siliceux et aux sables glauconieux résiduels, montre des concentrations argileuses massives (figure 5, PLANCHE 19) résultant d'illuviation des horizons sus-jacents. Ces illuviations sont généralement constituées par des argiles héritées de la roche.

Dans ces deux cas, la nature et l'arrangement des constituants argileux soulignent une réorganisation in situ de l'ensemble argile à silex/substratum calcaire crayeux.

c - Niveau d'argile verte

L'étude des microstructures des argiles vertes montre toujours un squelette peu important par rapport au plasma argileux. Le plasma est généralement constitué de très nombreuses séparations plasmiques du type ma-squelsépique comme le souligne la photo 4 de la PLANCHE 19. Si la nature de ces divers constituants reste en très grande partie identique à celle de la roche sous-jacente, il faut toutefois, par rapport au cas précédent des argiles vertes à silex, constater une accumulation relativement importante de la fraction argileuse.

D'une manière générale ces concentrations d'argile verte, en poche, reposent brutalement sur le substratum calcaire où les niveaux de silex, peuvent même localement recouvrir des lits de graviers quartzeux (P. 238 - Notice Angoulême). Après leur sédimentation initiale, ces argiles reflètent souvent des modifications liées aux phénomènes de dissolution et de solifluxion de versant, expliquant ainsi leur distribution irrégulière dans les profils et l'incorporation de silex rognoneux hérités du substratum sous-jacent.

d - Matériaux sus-jacents des argiles vertes et argiles à silex

Comme nous l'avons déjà souligné précédemment, ces matériaux constituent en fait la majeure partie des horizons de sols actuels et contiennent toujours des sables ou graviers quartzeux absents dans les niveaux sous-jacents. Leur mise en place d'origine colluviale semble résulter de remaniements successifs s'exprimant par de brusques variations qualitatives et quantitatives de la fraction grossière (silex).

e - Sols superficiels sur calcaire

Lorsque le substratum calcaire affleure, les sols très superficiels sont constitués de phases colluviales successives souvent apparentes sur le terrain ou soulignées par les variations de la charge caillouteuse et la minéralogie des argiles.

MODE DE FORMATION COMPAREE DES ARGILES ROUGES ET DES ARGILES VERTES A SILEX

Les très nombreuses observations de terrain nous ont permis de montrer que les formations d'argile à silex (argiles rouges et argiles vertes) étaient toujours associées à des substratums calcaires présentant des silex. De plus la présence de silex hérités du substratum, argumente une formation sur place, par dissolution progressive du substratum calcaire, comme l'avait déjà souligné Cl. MATHIEU (1971) en Thiérarche. Ce processus s'effectue, comme on peut l'observer sur la PLANCHE 19, tome II, par remplissage progressif d'argile dans les vides de dissolution de la roche. Au cours de la dissolution de la roche, les carbonates plus solubles que la silice vont créer des structures d'accueil avec nombreux vides de dissolution, dans lesquels les argiles sus-jacents migreront, colmatant progressivement l'ensemble des pores de dissolution ; les silex plus résistants resteront sur place.

Pour de nombreux auteurs, cette accumulation semblerait avoir débuté au Tertiaire. En fait, compte tenu de ce type de processus évolutif, l'accumulation a pu commencer dès que les roches ont été exondées et se poursuit encore actuellement, comme on peut d'ailleurs le constater sur le Karst couvert de Nanteuil, avec les très nombreuses dolines de soutirage karstique.

Ce mécanisme de remplissage progressif explique ainsi, dans ces argiles à silex, la présence de bancs de silex peu modifiés par rapport à leur structure sédimentaire initiale. Au milieu de cette masse argileuse, les silex vont ensuite constituer une armature rigide, qui consolidera cette couverture. Dans les niveaux supérieurs (sols actuels) les concentrations en silex par accumulation relative, protégeront également cette couverture argileuse sous l'effet du " mulching " caillouteux. Cette armature siliceuse explique ainsi la conservation de ces vieilles couvertures depuis le début du Tertiaire (- 70 millions d'années).

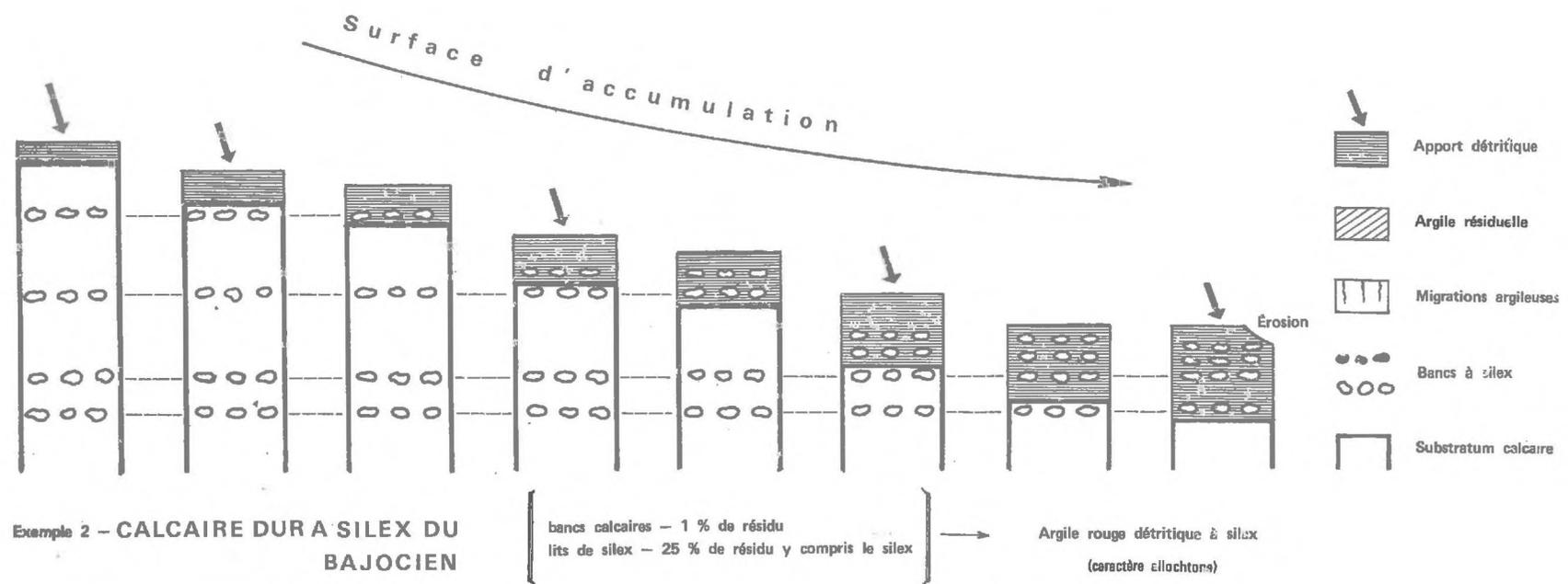
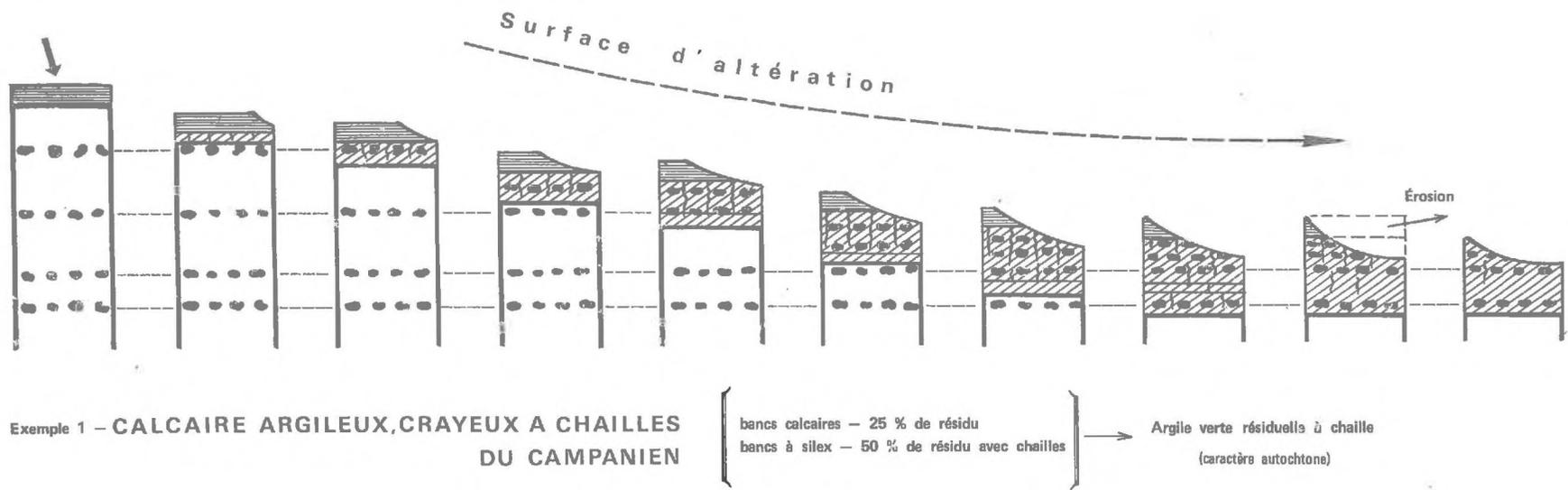


FIGURE 8 - MODE DE FORMATION COMPARÉE DES ARGILES A SILEX, SUR CALCAIRE DUR ET SUR CALCAIRE TENDRE CRAYEUX

Si le mode de formation de ces argiles à silex est comparable dans les formes, il faut toutefois constater que la nature minéralogique de ces argiles présente, dans les deux cas, des différences fondamentales :

- sur les calcaires crayeux, argileux, il y a presque identité parfaite des argiles (smectite) entre le substratum calcaire et les argiles vertes à silex,
- sur les calcaires durs à silex, ces couvertures sont presque exclusivement kaolinique alors que cette dernière peut être absente dans la roche (région de Niort - Fig. 5) ou n'existe qu'en faible quantité dans la roche,
- le résidu argileux de ces deux types de calcaire est très différent (2 à 3 % pour les calcaires durs, 15 à 30 % pour les calcaires crayeux, argileux,
- les systèmes de porosité sont également très différents (macroporosité fissurale importante et faible microporosité texturale dans les calcaires durs, forte microporosité texturale - 20 à 25 % - dans les calcaires crayeux).

Ces observations complétées par les études micromorphologiques illustrées sur la PLANCHE 19, nous amènent ainsi à considérer le mode de formation de ces argiles à silex, de la manière suivante :

- Sur les calcaires durs à silex, compte tenu de la faible importance du résidu argileux, les grandes épaisseurs d'argile kaolinique à silex ne peuvent ainsi s'expliquer que par l'accumulation progressive d'argiles détritiques des situations amonts (surtout originaires du Massif Central) - dans les vides et fissures de dissolution sous-karstique. Ces argiles pourront donc être considérées comme allochtones par rapport au substratum sous-jacent alors que les silex garderont le caractère autochtone,

- Sur les calcaires crayeux, argileux, la fraction argileuse résiduelle est suffisante pour colmater les vides de dissolution. De plus la présence des nombreux éléments siliceux de la roche facilite la conservation de cette argile résiduelle. On aboutit donc, dans ce cas, à une argile à silex autochtone par rapport à son substratum. La décarbonatation régulière et progressive, au cours de l'abaissement du niveau hydrostatique, permet dans ce cas un remplissage des vides par les argiles sans modification de la structure initiale des lits de silex.

Le mode de formation comparée de ces argiles à silex est explicité sur la figure 8, sur laquelle nous avons tenu compte dans les différents schémas explicatifs du pourcentage de l'argile résiduelle contenue dans la roche, dans la représentation graphique.

Cette dynamique de la fraction argile nous amène ainsi à considérer :

- les Argiles vertes à silex, comme caractéristiques d'une surface d'altération alors que
- les Argiles rouges à silex, correspondent à une surface d'accumulation.

Ces différents mécanismes rejoignent certaines conclusions des travaux de Cl. KLEIN (1970) sur la bordure méridionale du Bassin de Paris et de M. STEINBERG (1967), sur le " faux Tertiaire " du Confolentais.

IV - POCHEs ET FISSURES DE REMPLISSAGE SUR CALCAIRES DURS

Les couvertures pédologiques étudiées dans les paragraphes précédents sont généralement continues, en position haute par rapport au substratum et appartiennent en fait au système sédimentologique tertiaire que nous analyserons dans la troisième partie.

Pour préciser les relations qui existent au contact même du substratum calcaire, nous avons élargi l'analyse à l'étude des poches et fissures de remplissage, très fréquentes sur les calcaires durs et construits de cette région.

Contrairement aux couvertures précédentes, les matériaux constitutifs de ces poches et fissures se situent en position basse par rapport au substratum calcaire encaissant. Ce système appartient déjà au domaine quaternaire, période pendant laquelle l'érosion plus active, par suite de l'abaissement du niveau de base, a découpé et repris les couvertures tertiaires précédentes mettant localement à nu le substratum calcaire.

Ces poches et fissures se répartissent généralement dans des zones de Karst ouvert sur calcaires durs et se rencontrent très localement dans les calcaires marneux.

Du point de vue cartographique, ces secteurs sont généralement traités en associations de sols avec sols fersiallitiques et rendzines rouges (Associations B - C - D - E - F : Charente et 50 - 51 - 52 - 53 - 54 : Angoulême).

Au milieu de ces matériaux de remplissage, constitués par une forte proportion d'argile rouge (40 à 70 % de la terre fine), nous avons fréquemment relevé des concentrations de sables ou galets quartzueux, témoins d'actions fluviales, et significatifs de l'origine détritique de la plupart de ces dépôts au contact de la roche calcaire.

Nous illustrerons l'origine détritique de ces matériaux à l'aide de deux exemples :

- étude d'une coupe effectuée dans une large dépression remplie d'argile rouge sableuse, illustrant une phase fluviale avec dépôts de galets quartzueux interstratifiés dans les argiles,
- étude d'une poche argileuse à noyau sableux, précisant la transformation des dépôts sédimentaires initiaux lors du sous-tirage karstique

1 - DEPRESSIONS ARGILEUSES

La coupe de la figure 9* relevée au milieu de la région karstique entre Bandiat et Tardoire, sur les calcaires durs et construits du Jurassique supérieur, illustre un exemple de dépressions argileuses rencontrées dans ce type de paysage.

En première analyse sur le terrain, les niveaux supérieurs ($A_p/A_1/B_1/B_2$) et inférieur (II BC) sont séparés par un lit de graviers quartzeux (quartz et quartzite) qui disparaît à mesure que l'on se rapproche de la paroi calcaire encaissante. Comme nous l'avons déjà souligné dans une publication antérieure (G. CALLOT, 1972), ces différents niveaux montrent une organisation micromorphologique très différente :

- au dessus des lits de graviers et sables quartzeux (horizons B_1/B_2) :
 - . les horizons à structure polyédrique massive présentent une organisation avec ferri-argilanes de vides, caractéristiques des lessivages d'argile.
- au dessous du lits de graviers (horizon II BC) :
 - . Les niveaux très argileux à structure micro-polyédrique avec papules intégrées dans le plasma et de nombreuses séparations plasmiques lattisépiques, liées à des mouvements internes modifiant une structure sédimentaire originelle.
- au contact de la roche calcaire (Horizon Béta) :
 - . l'horizon argileux brun foncé, limité à quelques centimètre, contient de nombreuses séparations plasmiques, papules et cutanes festonnés caractéristiques d'un horizon Béta, comme on peut l'observer sur la photo 5 de la PLANCHE 20, tome II.

Les divers modes d'organisation du plasma argileux, de même que la présence des lits de sables quartzeux, soulignent que nous sommes en présence de sols polyphasés.

2 - REMPLISSAGE DES POCHEs DE DISSOLUTION ET FISSURES SUR CALCAIRE DUR

A une autre échelle, l'étude de diverses poches de dissolution sur calcaire dur nous est apparue particulièrement intéressante :

- pour préciser l'évolution des matériaux au contact du substratum,
- et comprendre le mode d'altération sous couverture des calcaires durs.

(*) Pour descriptions analytique et morphologique des profils P. 190 et P. 191 : voir Notice Angoulême, page 84
85

P_190
Sol fersiallitique lessivé
recalcifié

P_191
Rendzine rouge
pauvre en calcaire fin

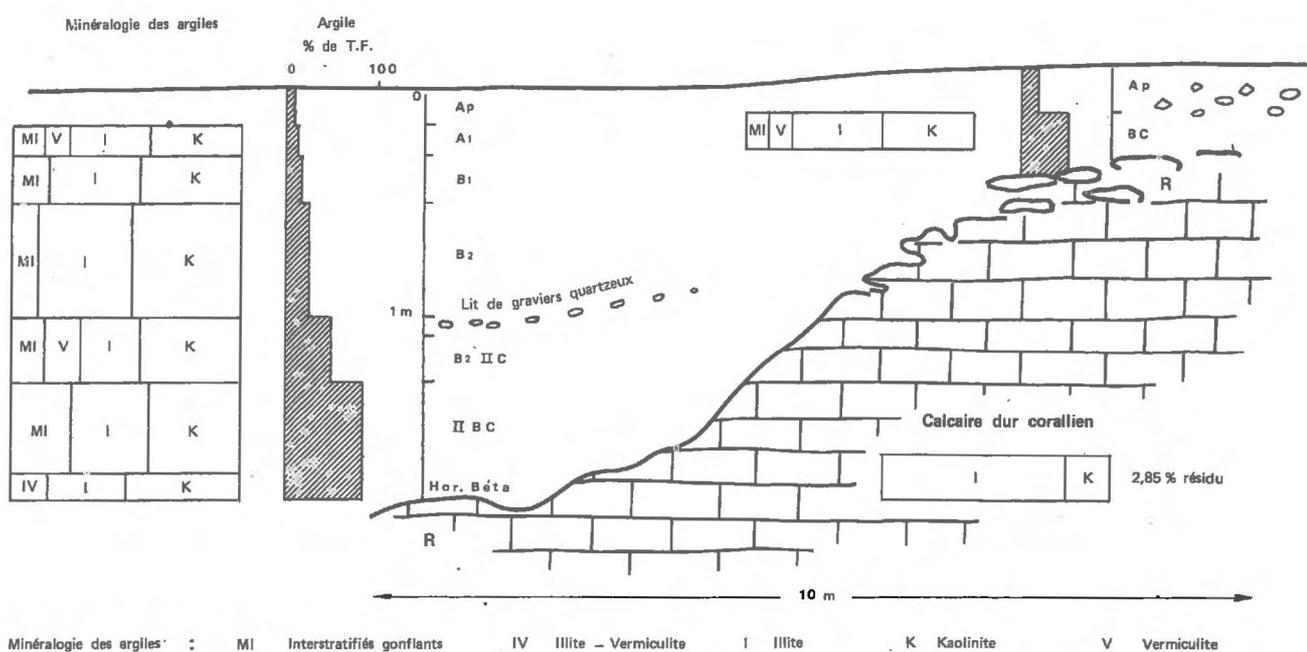


FIGURE 9 — POCHE DE REMPLISSAGE SUR CALCAIRE DUR CORALLIEN

a - Poches de remplissage

Au cours de l'étude de nombreuses poches argileuses, nous avons observé presque toujours dans la partie centrale un noyau sableux avec sables quartzeux, généralement absents du substratum. Ce fait souligne l'origine détritique d'une partie au moins de ces matériaux comme l'avait déjà constaté M. STEINBERG (1967) dans cette région : " le remplissage de ces argiles de dissolution est parfois structuré, formé de lits plus ou moins concentriques lorsqu'il s'agit de poches ouvertes à la surface, alors que les fissures sont remplies surtout de produits argileux plus fins " .

La présence de noyau sableux central, nous a amené à étudier la répartition des divers constituants de ces poches à partir d'une analyse latérale, de la partie centrale vers le " mur " calcaire, afin de mieux comprendre le sens de l'évolution des structures internes.

L'exemple donné dans la PLANCHE 20, tome II, illustre l'organisation morphologique et micromorphologique de ces matériaux de remplissage, dans lesquels il faut dégager :

A l'échelle morphologique (macrostructure)

- la partie centrale de sables argileux rougeâtres (reprise de sédiments tertiaires) passe progressivement à une argile rouge et jaunâtre avec traînées ferro-manganiques. Au contact de la paroi calcaire, le passage à la roche saine se fait par l'intermédiaire d'une frange d'altération brun foncé (horizon Béta).

A l'échelle micromorphologique (microstructures)

- l'analyse micromorphologique résumée dans le tableau IV prolonge l'analyse morphologique et permet de constater la disparition progressive des sables grossiers quartzeux de la partie centrale vers la paroi calcaire, ce qui reflète en partie l'analyse granulométrique. De plus l'étude de l'organisation du plasma argileux souligne :

. au centre : la présence de ferri-argilanes de vides au milieu d'un squelette sableux grossier important. Ce type d'organisation souvent observé dans des matériaux sableux acides, marque les traces de pédogénèses anciennes associées d'ailleurs à la présence de vermiculite et d'interstratifiés illite-vermiculite,

. dans les niveaux très argileux médians, un plasma porphyrique avec très nombreux dépôts argileux massifs, lités d'origine sédimentaire, d'ailleurs parfois interstratifiés avec des limons siliceux. Au milieu de ces masses argileuses, les sables grossiers se répartissent en lits anarchiques,

. au contact de la paroi calcaire un plasma argileux avec ferri-argilanes festonnés caractéristiques des horizons Béta (Photo 5 - PLANCHE 20). Seule cette zone peu épaisse (2 à 3 cm) peut être considérée comme résultant d'une dissolution in situ du calcaire.

- La disparition d'une part des sables grossiers ⁽¹⁾ de la partie centrale vers la paroi calcaire.

(1) Au milieu de ces matériaux sableux, nous avons pu observer la présence de gibbsite détritique, que MM. BOCQUIER et BOULANGE nous ont aimablement déterminée.

	Situation du prélèvement	Organisation du plasma	Fragments siliceux (désagrégation des silix de la roche substratum)	Sables grossiers quartzaux allochtones	Répartition des concentrations ferrugineuses	Répartition des carbonates	Minéralogie				Hydroxydes de fer		Terre fine					
							V+IS	M	I	K	G	H	Granulométrie %			Fer %		
													ST	LF	A	FT	FL	
Fissures et poches fermées	Argile rouge de fissure - 5 m	<u>Argilanes lités entourés de séparations plasmiques - poreux</u>	Quelques lits interstratifiés avec les argiles															
	Argile jaune de fissure - 3 m	<u>Gros argilanes lités</u> avec séparations plasmiques complexes, peu poreux		Rares		Cristaux de précipitation dans les vides		+	+	+++	G	H	0,5	2	96	6,61	2,55	
	Argile rouge dans bancs de calcaire siliceux en voie de dissolution - 2 m	<u>Argilanes complexes</u> . Séparations plasmiques et plasma porphyrique	<u>Limons fins interstratifiés</u> avec lits d'argiles. Quelques fragments	Quelques isolés	Revêtements dans certains vides (ferranes)	Quelques fragments de roches		+	+	+++	G	H	1,5	4	94	7,22	1,86	
	Argile rouge de poche - 1 m	<u>Plasma porphyrique</u> avec nombreuses séparations plasmiques reliques d'argilanes lités. Papules	Limons fins stratifiés dans le plasma	En plages concentrées, par la faune (agrorubules)	Concrétions dans zones sableuses	Dans certains vides		+	+	+++	G		2	2,5	94	7,60	3,45	
	Poche dans calcaire gélinfracté - 1,5 m	Plasma aggloméré aseptique, brassé par faune. Quelques papules	Limons et sables grossiers dispersés	Fréquents et dispersés		Quelques fragments et limons												
3,50 m																		
Poches de dissolution	Centre poche	Poche de sables grossiers rougeâtres (2,5 YR 4/6)	Plasma porphyrique. <u>Ferri-argilanes de vides</u>	Limons et sables grossiers dispersés	Nombreux arrondis, anguleux ou craquelés	Pisolithes concrétions + imprégnations des quartz craquelés et silix	+	+	+	++	G	H	41	11	48	5,32	3,45	
	2,50	Argile rouge sableuse (2,5 YR 4/6)	Plasma porphyrique. Papules (reliques sédimentaires argileuses). Ferri-argilanes de vide mal orientés. Quelques séparations plasmiques	Quelques lits de limons fins et sables	Nombreux en plages	Ferranes et concrétions	++		+	++	G	H	27	14,5	58	6,68	3,93	
	1,00	Argile jaune rouge (7,5 YR 4/6) avec revêtements Fe Mn	Gros argilanes sédimentaires. Ferri-argilanes et séparations plasmiques et vides		Quelques lits	Ferranes de fissures et dentrites			+	+	++	G	H	9,5	6,5	84	6,61	2,14
	0,50	Argile rouge (5 YR 4/8) avec trainées jaunâtres et noires	Plasma porphyrique avec lits d'argile et de limons fins. Ferri-argilanes jaunes dans zones de sables grossiers	<u>Lits de limons fins</u> perturbés	Quelques plages	Ferri-argilanes dans zones sableuses et concrétions			++	+	++	G	H		5,5	93	6,84	3,38
	0,10	Argile rouge (5 YR 4,5/6) contact de la paroi calcaire	Plasma porphyrique très foncé. Séparations plasmiques. Nombreuses grosses papules. Argilanes festonnés et ferri-argilanes de vides	Limons fins dispersés	Quelques lits	Quelques limons et sables			+	+	+	G	H	1,5	0,5	98	6,99	3,65
	0	Argile brun rouge de fente dans calcaire	Plasma porphyrique avec nombreux argilanes sédimentaires lités avec séparations plasmiques	Sables grossiers dispersés	Dispersés	Quelques fragments												
	Roche calcaire					98 % de carbonates		+	+	+	G						0,43	

V = vermiculite, M = montmorillonite, I = illite, K = kaolinite, IS = interstratifiés, G = goéthite, H = hématite, ST = Sables totaux, LF = limon fin, A = argile, FT = fer total, FL = fer libre

TABLEAU IV :

ORGANISATION MICROMORPHOLOGIQUE DE POCHE ET FISSURES DE REMPLISSAGE SUR CALCAIRE DUR
(Coupe Bois Tizon – Nord Chasseneuil / Bonnieure)

- La désorganisation des micro-structures sédimentaires argileuses primitives, enfin la présence dans la partie centrale sableuse d'organisations pédologiques caractéristiques de domaine acide, alors que tous ces matériaux montrent actuellement un pH basique.

- La très faible épaisseur de l'horizon Béta de dissolution in situ nous amène ainsi à proposer un mode de formation de ces poches à noyau sableux, par l'invagination progressive de matériaux détritiques, au cours des phénomènes de dissolution et sou tirages karstiques, comme l'exprime la Figure 10, ci-après.

Du point de vue minéralogie de la fraction argileuse, il faut souligner également une diminution progressive de la proportion de kaolinite de la partie centrale vers la paroi calcaire. Le sens de cette variation, identique à celui des sables grossiers quartzeux allochtones, exprime également l'origine détritique de ces argiles de remplissage.

D'une manière générale, le remplissage peut être fait indistinctement de sables et graviers allochtones n'existant pas dans la roche calcaire substratum, mais il peut également être constitué de sables fins quartzeux ou de silex préexistants dans le substratum. Ce type de remplissage par écoulement fluide a déjà été décrit par MATHIEU (1971) dans les poches sableuses de la craie en Thiérarchie. En fait, ces poches servant de piège aux écoulements sableux peuvent conserver soit des produits détritiques soit des matériaux résiduels du substratum repris et transportés par les ruissellements superficiels. Ce mécanisme, mis en évidence au niveau de cette petite poche, se retrouve d'ailleurs à plus grande échelle au milieu de larges dépressions, comme nous avons pu l'observer en bordure du Karst de Nanteuil ou dans la vallée du Thouet (G. CALLOT - 1974).

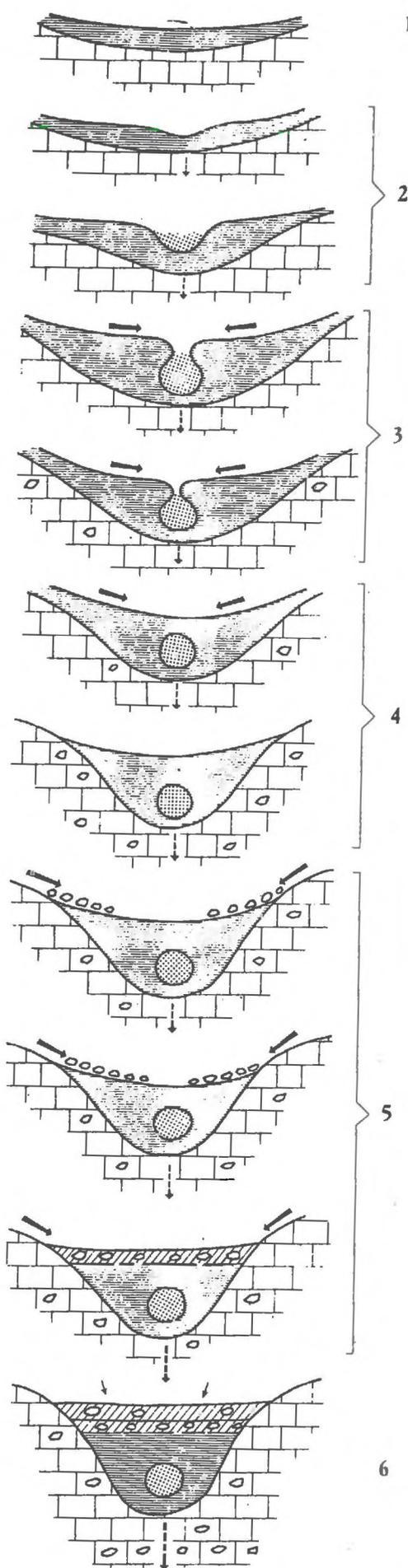
b - Fissures

Au milieu de ces mêmes calcaires durs, l'étude de fissures remplies indistinctement d'argile rouge ou jaune montre toujours des microstructures sédimentaires, argileuses litées, très caractéristiques comme on peut l'observer sur la PLANCHE 21 A, tome II. Le tableau IV précise les traits marquants de cette microstructure, liée, semble-t-il à une microstructure rythmique avec dépôts argileux.

c - Au niveau des pores

Les études faites en microscopie électronique à balayage, au niveau des pores montrent sur la PLANCHE 21 B que ces migrations argileuses se poursuivent très profondément dans la roche calcaire. Les dépôts argileux lités, comparables à ceux observés dans les sols (ferri-argilanes fortement orientés), tapissent les parois de cristaux de calcite dans certains vides de dissolution.

La dissolution de la fraction d'argile kaolinique de la partie centrale des poches, vers la paroi calcaire.



STADES DE FORMATION

- ① Sédimentation argileuse initiale
- ② Dépôt sableux par ruissellement superficiel
- ③ Invagination du dépôt sableux par accentuation de la dissolution carbonatée préférentielle dans la partie centrale de la dépression
- ④ Fossilisation du noyau sableux dans la masse argileuse
- ⑤ Remplissage de la poche par apports latéraux (colluvions de silex)
- ⑥ Dépôts terminaux, généralement limoneux par alluvionnements transversaux

Nota :

Sur calcaires durs, les matériaux argileux et sableux sont généralement détritiques, allochtones par rapport au substratum

LEGENDE

-  Argile
-  Sable
-  Limon
-  Silex
-  Calcaire
-  Dissolution des carbonates

FIGURE 10 - MODE DE REMPLISSAGE D'UNE POCHE DE DISSOLUTION A NOYAU SABLEUX PAR SOUTIRAGE KARSTIQUE

- l'accumulation massive de cette kaolinite dans les fissures, alors que la roche calcaire magasin en contient très peu dans sa fraction résiduelle, montre l'importance de la fraction argileuse détritique (kaolinite essentiellement) en couverture sur tous les calcaires durs de cette région.

Le mécanisme de formation des poches à noyau sableux proposé sur la Figure 10, peut se décomposer en 6 étapes successives :

- 1 - Sédimentation argileuse initiale, probablement d'origine sous-lacustre, comme l'avait déjà souligné G. KULBICKI (1956),
- 2 - Dépôt sableux central résultant d'un ruissellement superficiel,
- 3 - Invagination du noyau sableux au cours du soutirage karstique,
- 4 - Fossilisation du noyau sableux par l'argile enveloppante,
- 5, 6 - Nouvelles sédimentations latérales (colluvions) ou transversales (alluvions).

Postérieurement à la sédimentation argileuse initiale, l'évolution de la poche est régie, en profondeur par les actions de dissolution karstique sous couverture dépendant des variations du niveau hydrostatique, en surface par les actions de l'érosion.

L'étude des microstructures au contact de la paroi calcaire en cours de dissolution (voir figures 1 - 2 - 3 PLANCHE 19) précise le mode "d'altération de ces calcaires durs" s'exprimant en fait par une dissolution des carbonates avec remplissage des pores de dissolution par des argiles essentiellement détritiques ; allochtones par rapport à la roche substratum. L'altération pelliculaire des calcaires durs, décrite par M. LAMOUROUX (1972) n'intervient en fait que secondairement après le remplissage des vides dans la frange de dissolution de la roche, par les argiles détritiques environnantes, au cours des périodes d'humectation et de dessiccation du matériau.

Dans l'analyse morphologique effectuée précédemment, nous nous sommes efforcés de dégager les traces de la sédimentation détritique dans les couvertures pédologiques présentant de fortes relations avec le substratum calcaire. Parmi les exemples étudiés, dans le système argile verte à silex / calcaire crayeux à silex, il a été précisé en particulier :

- une phase d'altération (dissolution) du substratum calcaire,
- une phase de sédimentation dépressionnaire,
- diverses phases colluviales de versant.

Les transformations pédologiques qui ont modifié les structures sédimentaires initiales ont été soulignées dans l'analyse micromorphologique mais n'ont pas fait l'objet d'interprétation systématique. Il nous est apparu toutefois, que la plupart de ces transformations pédologiques résultaient d'une redistribution et d'une réorganisation de la structure sédimentaire initiale, avec ou sans rapport allochtone.

Pour donner aux arguments sédimentologiques une valeur explicative plus grande, nous compléterons notre analyse morphologique initiale par une analyse cartographique et spatiale en précisant, dans la troisième partie, les principaux stades de la sédimentation continentale de cette région.

C - RESTITUTION DE L'HISTOIRE SEDIMENTOLOGIQUE REGIONALE

Dans le chapitre précédent, nous avons montré la complexité des sols, marquée le plus souvent par des phases successives de dépôts (remaniements superficiels essentiellement quaternaires) et précisé les relations verticales entre couvertures et substratum calcaire dans les situations où l'origine détritique de ces couvertures était discutable.

Dans cette troisième partie, nous élargirons l'analyse :

- à l'ensemble des formations superficielles de la plate-forme calcaire à partir de l'étude cartographique (analyse des relations latérales) ;
- puis au niveau régional pour préciser les relations de ces couvertures avec les massifs cristallins environnants avec la méthode géométrique "courbes enveloppes" (étude des relations spatiales).

Cette analyse, située au niveau régional, nous permettra ainsi de mieux situer les grandes étapes de la sédimentation continentale cénozoïque Nord-Aquitaine.

I - CARACTERISATION ET DISTRIBUTION DES COUVERTURES

Les formations superficielles de cette région Nord-Aquitaine ayant déjà fait l'objet d'études antérieures, aussi bien dans les domaines pédologiques que sédimentologiques, nous rappellerons succinctement les caractéristiques principales de ces couvertures, en insistant surtout sur leur granulométrie moyenne. Cette caractéristique texturale est d'ailleurs la plus souvent retenue pour leurs définitions géologiques et vernaculaires.

Nous envisagerons successivement les couvertures :

- argileuses, avec fraction fine $< 2 \mu$, supérieure à 60 % dans la terre fine,
- limoneuses, avec une fraction de limons totaux (limons fins et limons grossiers) supérieurs à 55 % sur au moins 60 cm,
- sableuses, avec une proportion de sables grossiers quartzeux souvent supérieure à 45 %,

- à galets quartzeux, avec galets et cailloux de quartz ; la dimension extrême des cailloux dépasse rarement 20 cm.

1 - CARACTERISTIQUES GENERALES DES COUVERTURES

a - Couvertures argileuses

S'il existe en bordure immédiate du socle cristallin des concentrations d'argile kaolinique presque pure (région Périgord), la majeure partie de ces couvertures argileuses contient des silex, déjà préexistants dans le substratum calcaire sous-jacent. L'épaisseur de ces formations varie entre 5 et 25 m selon les situations.

Trois familles d'argile à silex dont les caractéristiques minéralogiques et la couleur sont en étroite relation avec la nature et la drainance du substratum calcaire, peuvent être distinguées :

- les Argiles jaunes à silex jaspéroides sur marnes et calcaires du Lias

Ces argiles jaunâtres, très riches en fer sont mêlées à des silex jaunâtres jaspéroides très caractéristiques. Bien représentées dans le Confolentais, elles recouvrent généralement les calcaires siliceux et marnes du Lias. L'étude minéralogique de ces argiles à silex faite par M. STEINBERG (1967) souligne :

- des argiles kaoliniques, illitiques et d'édifices mixtes comparables à ceux pré-existants dans la roche sous-jacente,
- des courbes granulométriques identiques à celles des marnes noires liasiques,
- l'absence de sables et minéraux lourds,

et converge vers le caractère autochtone de ces formations, appelées "faux tertiaires" par l'auteur.

- les Argiles vertes à chailles sur calcaires crayeux du Crétacé

Les argiles vertes à silex et à chailles analysées dans le chapitre précédent (B III) montrent généralement des constituants (fraction argileuse, glauconie et silex), identiques à ceux pré-existants dans le substratum calcaire.

Associées aux calcaires crayeux, argileux à silex du Crétacé, ces argiles sont en très grande partie résiduelles, accumulées sur place comme nous l'avons montré précédemment. Dans cette même région LATOUCHE (1971), avait déjà souligné le caractère autochtone de ces matériaux.

- Les Argiles rouges à silex sur calcaires dur du Dogger

Cette formation caractéristique de la région Nord Charente, associée aux calcaires durs à silex contient des silex identiques à ceux pré-existants dans la roche, toutefois la proportion de kaolinite

de la fraction argileuse est toujours importante, alors que cette dernière n'existe qu'en faible quantité dans le résidu de la roche. Cette fraction résiduelle étant elle-même très faible (souvent inférieure à 2 %), nous sommes amenés à considérer, que la plus grande partie de ces argiles rouges sont d'origine détritique, allochtone par rapport au substratum qu'elles recouvrent (voir B II).

Remarque : Les argiles à silex du Crétacé de Charente Maritime ou du Jurassique de la région niortaise, contenant des silex identiques à ceux du substratum sur lequel elles reposent (d'après carte géologique au 1/80 000) seront également associées aux formations précédentes, sans toutefois leur donner une valeur trop significative dans le traitement ultérieur de ces formations.

Ces couvertures argileuses avec silex reposent toujours sur le substratum calcaire sous-jacent et la transition de la roche sédimentaire carbonatée avec sa couverture est d'autant plus progressive que la roche est friable. Sur les calcaires durs, le contact est toujours très brutal.

b - Couvertures limoneuses

Contrairement aux argiles à silex, les couvertures limoneuses de cette plate-forme Nord-Aquitaine sont souvent peu épaisses (de 1 à 5 m environ). Elles reposent indistinctement :

- sur les argiles rouges dans le seuil du Poitou ou sur la bordure vendéenne et sont alors appelées "argiles à châtaigniers" ou "terres à châtaigniers" (voir B I), ou "terres rouges du Poitou" (cf. unité 34 - Notice Charente) ;
- sur les argiles jaunes à silex et sont appelées "terres de Brande" dans le Confolentais (unité 393 Charente).

Mais elles s'étendent également sur les schistes et micaschistes du socle armoricain (limons des plateaux)⁽¹⁾.

Au niveau régional, nous n'avons pas pris en considération les recouvrements limoneux très superficiels, inférieurs à 60 cm, répartis de manière très discontinue sur des matériaux divers.

Enfin, dans cette analyse globale, la minéralogie des limons n'a pas été précisée, seules les données granulométriques (terre fine contenant au moins 55 % de limons totaux sur au moins 60 cm) sont prises en considération.

c - Sables et graviers quartzeux

Ces matériaux grossiers constitués par une alternance de lits sableux, graveleux (quartz, feldspath) avec des niveaux d'argile blanche kaolinique et d'argile micacée, se rencontrent sur

(1) - Dans le Bocage Vendéen, ces dernières ont fait l'objet d'études pédologiques par R. J. RANGER (1974) qui a constaté au sein de ces formations plusieurs phases successives de dépôts (d'âge quaternaire essentiellement).

toute la bordure nord-ouest du Massif Central (sables et graviers du Périgord ; nappe détritique de la Brenne). La présence d'une stratification entrecroisée et le cortège de minéraux lourds d'origine cristalline (RECHINIAC - 1962) soulignent manifestement l'origine détritique de ces matériaux. Sur ces formations, les sols sont toujours très sableux avec des teneurs de 40 à 60 % de sables grossiers quartzueux dans les horizons supérieurs. Dans le sous-sol, les horizons plus argileux résultent généralement de l'altération in situ des sables feldspathiques et micacés. La puissance de ces dépôts est généralement supérieure à 10 m.

Comme dans le cas des limons, les dépôts sableux peu épais, discontinus et d'extension limitée sur les argiles à silex ou sur les calcaires, n'ont pas été pris en considération à ce niveau de l'analyse.

Nota : Dans la région sud d'Angoulême, les niveaux de sables fins provenant de l'altération in situ des grès calcaires crétacés sont manifestement différents des apports détritiques grossiers. La présence de chailles préexistantes dans le substratum, de même que la morphoscopie des sables souligne d'ailleurs leur origine résiduelle (unités 40 et 40 a Angoulême)

d - Cailloutis à galets quartzueux

Transgressifs sur toutes les formations précédentes, ces cailloutis sont constitués par un mélange de sables grossiers argileux avec des galets de quartz blancs et bleus ; contrairement aux alluvions des terrasses quaternaires, ils contiennent peu de galets cristallins.

Les quartz proviennent, comme le souligne M. STEINBERG (1967), directement ou indirectement des massifs anciens (quartz filoniens, pour GILLARD (1943). Ils seraient uniquement originaires du Massif Central, mais en bordure du socle vendéen, il existe également de nombreux filons quartzueux. Par suite des inversions de relief, ces cailloutis répartis sous forme de chenaux allongés, sont généralement en situation somitale au-dessus des argiles à silex.

La minéralogie de ces matériaux est fortement marquée par celle des niveaux détritiques sous-jacents. Dans cette région, sur 52 échantillons, M. STEINBERG (1967) cite une moyenne kaolinite : $5,4 \pm 0,45$, Illite : $1,4 \pm 0,2$, montmorillonite : $3,2 \pm 0,4$ et des minéraux lourds identiques à ceux des terrains tertiaires.

2 - DISTRIBUTION DES COUVERTURES SUR LA PLATE FORME CALCAIRE NORD AQUITAINE

La carte des formations superficielles de la PLANCHE 8, dressée à partir des études pédologiques et complétées par les documents géologiques, va constituer un document de base pour analyser la distribution de ces couvertures, aussi bien :

- à l'intérieur même de la plateforme calcaire,
- que dans les relations avec les massifs cristallins environnants.

Comme nous l'avons déjà indiqué dans le paragraphe précédent, le classement de ces couvertures a été fait en tenant compte essentiellement de la granulométrie moyenne des matériaux constitutifs. Selon les secteurs, cette répartition géographique précise ou regroupe la formation superficielle, généralement attribuée au Cénozoïque (Sidérolithique des auteurs) dans cette région Nord-Aquitaine,

sur les feuilles géologiques à 1/80 000 de Bressuire, Chatellerault, Fontenay-le-Comte, Niort, Poitiers, La Rochelle, St-Jean d'Angély, Confolens, Saintes, Angoulême, Rochechouart, Jonzac, Périgueux.

Dans la définition granulométrique des différentes couvertures, nous avons tenu également à souligner la nature minéralogique de la fraction grossière la plus significative et ses relations avec les constituants non carbonatés du substratum calcaire :

- présence de silex préexistants dans le substratum,
- présence de sables ou de galets quartzeux absents du substratum.

Les formations superficielles observées sur les massifs cristallins et cristallophylliens (Massifs Central et Armoricaïn) ont été relevées, sans toutefois en préciser leur nature, faute de cartographie détaillée, de même que les calcaires lacustres sur la feuille 1/80 000 de Poitiers.

Sur toute cette plate-forme calcaire, ces couvertures pédologiques constituent les points hauts du relief actuel, comme nous l'avons schématisé sur la figure 11 ci-après et semblent en fait appartenir au même système sédimentologique continental (sédimentation cénozoïque décrite dans la première partie). Elles constituent une surface de base, sous laquelle s'est inscrit le relief actuel, au cours des phases successives d'érosion.

En première analyse, ces couvertures se répartissent de manière discontinue sur toute la plate-forme calcaire mais il faut constater :

pour l'ensemble des couvertures :

- une accumulation en bordure des massifs cristallins, mais surtout autour du Massif Central,
- la présence d'un pont détritique sur le seuil du Poitou,
- l'absence de couverture dans toute la partie centrale du bassin ;

au niveau des matériaux :

- les argiles à silex existent de manière discontinue du socle jusqu'à la mer,
- les limons en couverture sur les argiles à silex remaniées (Terres à châtaigniers) n'existent pas dans la partie sud du bassin et se répartissent principalement dans un secteur nord-est,

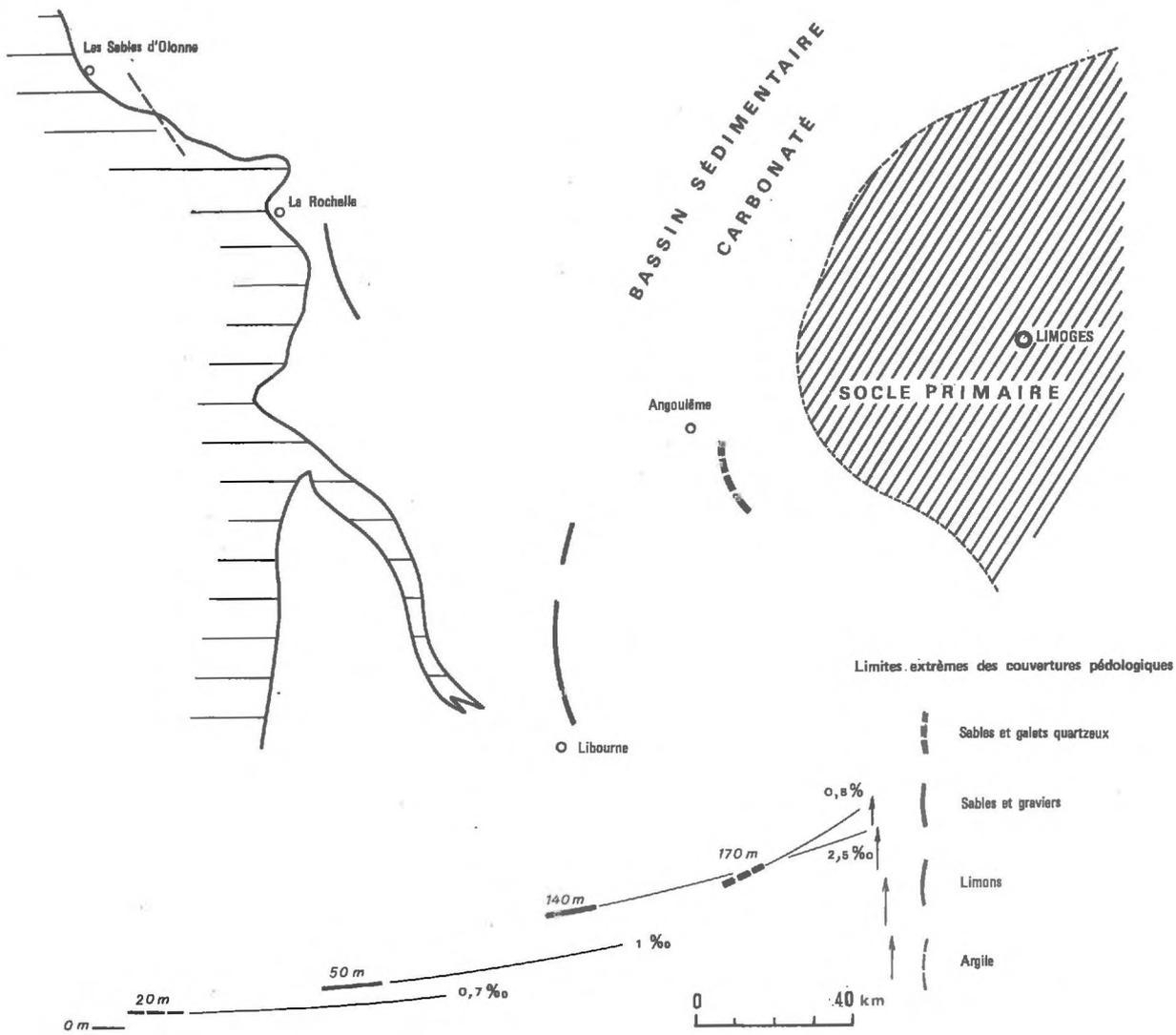


FIGURE 12 - EXTENSION SPATIALE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES À L'INTÉRIEUR DU BASSIN SÉDIMENTAIRE NORD-AQUITAIN

- les sables et graviers apparaissent comme des alluvionnements torrentiels de piémont autour du Massif Central,
- les galets quartzaux sont dispersés en lambeaux sur toutes les formations précédentes, et occupent toujours des positions hautes par suite des phénomènes d'inversion de relief.

L'extension spatiale de ces différents matériaux soulignée sur la figure 12 ci-avant, exprime en fait une distribution des dépôts, en fonction de la granulométrie moyenne. Les matériaux les plus grossiers (galets) se situent en bordure immédiate du socle, alors que les matériaux les plus fins (limons et argiles) sont observés les plus loin du socle primaire. Les pentes moyennes de dépôts⁽¹⁾ donnent les valeurs suivantes :

pour les argiles	: 0,7 ‰
pour les limons	: 1 à 1,5 ‰
pour les sables	: 2,5 ‰
pour les galets	: 8 ‰

La distribution de ces différents matériaux de même que leur situation topographique relative est compatible avec une mise en place dans un même système sédimentologique de type fluvial.

Pour préciser la dynamique de cette sédimentation fluviale et la chronologie relative des dépôts, nous utiliserons la méthode géométrique des "courbes enveloppes", susceptible de restituer l'évolution des paléo-reliefs potentiels.

II - METHODE GEOMETRIQUE DES COURBES ENVELOPPES

1 - PRINCIPE DE LA METHODE

La méthode des courbes enveloppes est une méthode géométrique basée sur l'analyse topographique du relief actuel. Elle permet à partir de constructions graphiques, de restituer l'ébauche d'anciennes courbes de niveau ou isohypses susceptibles de préfigurer l'ébauche d'un relief potentiel ayant existé antérieurement. Les diverses constructions permettent donc de reconstituer de manière approximative les principales étapes de l'histoire du relief, qui ont marqué le paysage d'une région et par la même guidé la sédimentation.

Dans tous systèmes sédimentologiques, les matériaux ont tendance à se déposer dans les points bas et leurs positions originelles devront donc toujours être recherchées dans des situations topographiques amont (loi de gravité) tout en tenant compte des mouvements tectoniques verticaux. En fait, la sédimen-

(1) - Pente calculée dans les secteurs non ou peu modifiés du point de vue tectonique

tation des matériaux est plus guidée par l'aspect potentiel du relief, c'est-à-dire la dynamique qu'il implique aux matériaux, que par les formes mêmes du relief à un moment donné.

Pour utiliser cette méthode, il faut nécessairement admettre les principes de la théorie Davisienne "qui suppose de longues périodes de stabilité tectonique ou eustatique, séparées par des périodes de mouvements tectoniques ou eustatiques si brèves, qu'on peut considérer comme des instants, par rapport aux périodes de stabilité". Ces principes s'accordent obligatoirement avec toutes théories cycliques et permettent de raccorder les paléo-surfaces des reliefs à de longues périodes de stabilité tectonique.

Dans la région Nord-Aquitaine, la quasi totalité des couvertures ou formations superficielles que nous nous proposons d'étudier sont essentiellement d'âge cénozoïque. Distribuées sur de vastes étendues, sous forme de recouvrement pelliculaire, elles fossilisent des surfaces d'aplanissement. L'hypsométrie de ces surfaces peut être aisément reconstituée là où les recouvrements existent ; elle peut avec quelque prudence être extrapolée aux sommets et replats aujourd'hui dépourvus de recouvrement. La construction des surfaces virtuelles enveloppantes ou se raccordant à ces témoins morphologiques non datés à priori, offre un intéressant instrument de travail. Cette méthode des courbes enveloppes nous a donc semblé parfaitement adaptée au traitement de nos informations sédimentologiques.

2 - CONSTRUCTION DU MODELE GEOMETRIQUE

A partir d'un fond topographique IGN, de type oro-hydro- de préférence, il s'agit de choisir un ensemble de points (points cotés et points fermés) qui seront traités ultérieurement indépendamment du fond topographique actuel. Pour des raisons de facilité de traitement, par superposition graphique, il est parfois utile de partir du même fond topographique que celui ayant servi au recueil et à la sélection des données.

a - Choix de l'échelle et sélection des points cotés

L'échelle du fond topographique, fonction de l'aire d'étude, dépendra elle-même de l'envergure du système sédimentologique à étudier.

La qualité et la quantité des points cotés relevés seront fonction du problème à résoudre, mais aussi de la précision des renseignements recueillis sur le terrain ou sur la carte. De cette précision, dépendra le choix du fond topographique. Dans notre cas particulier, nous avons retenu unique-

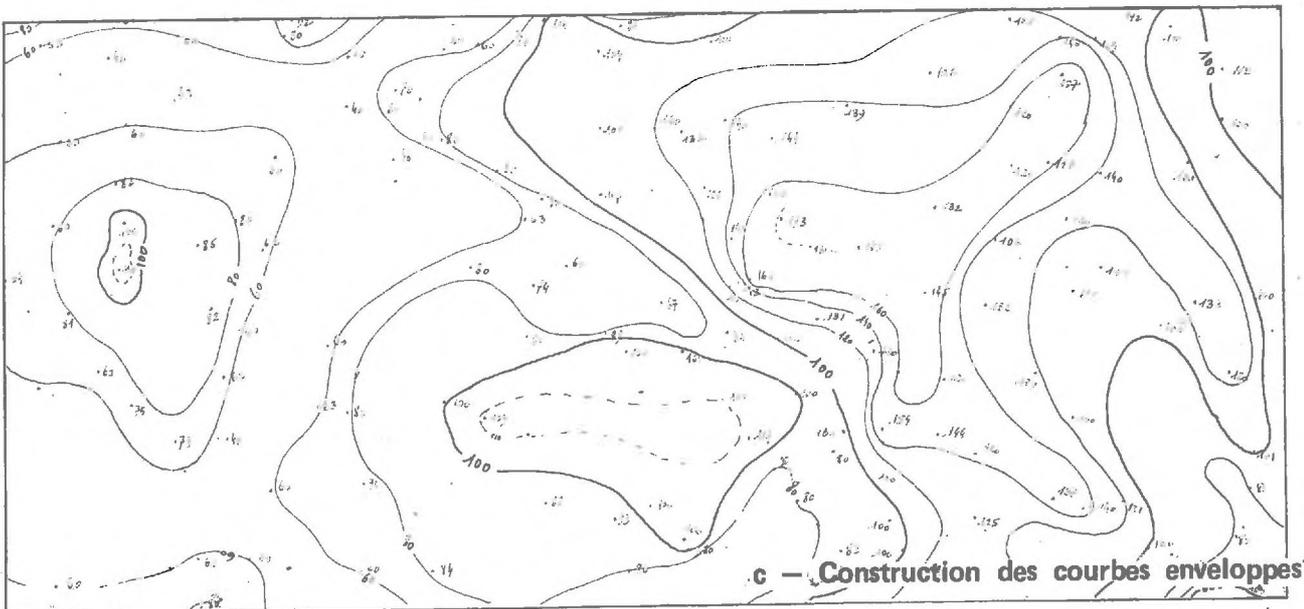
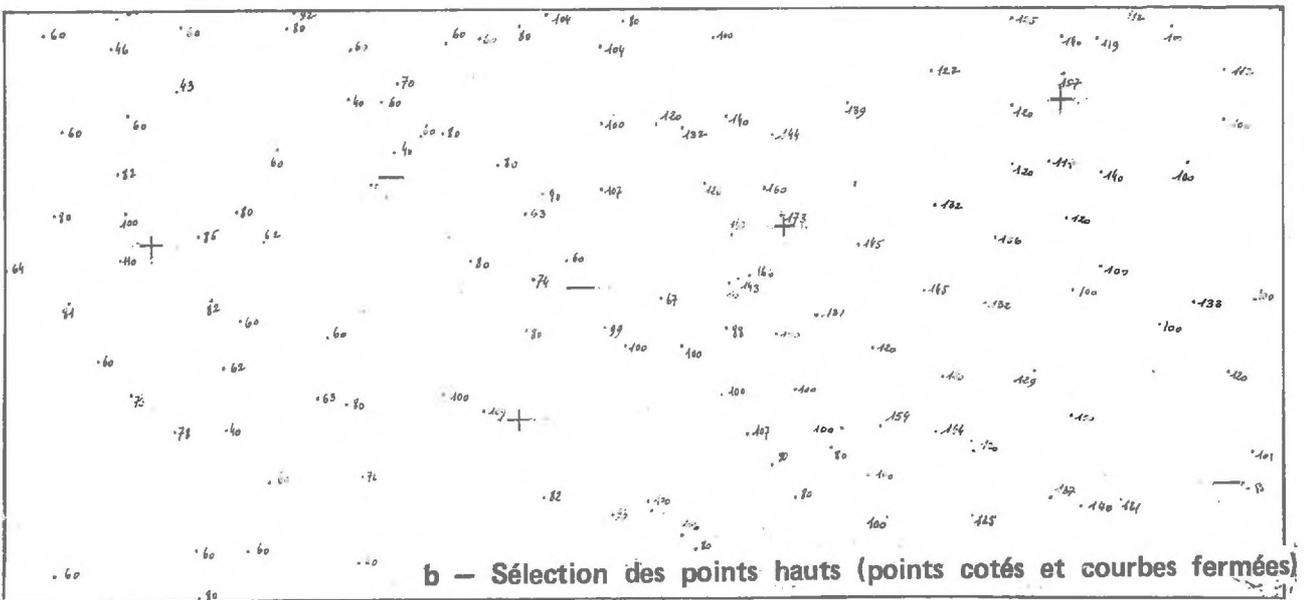
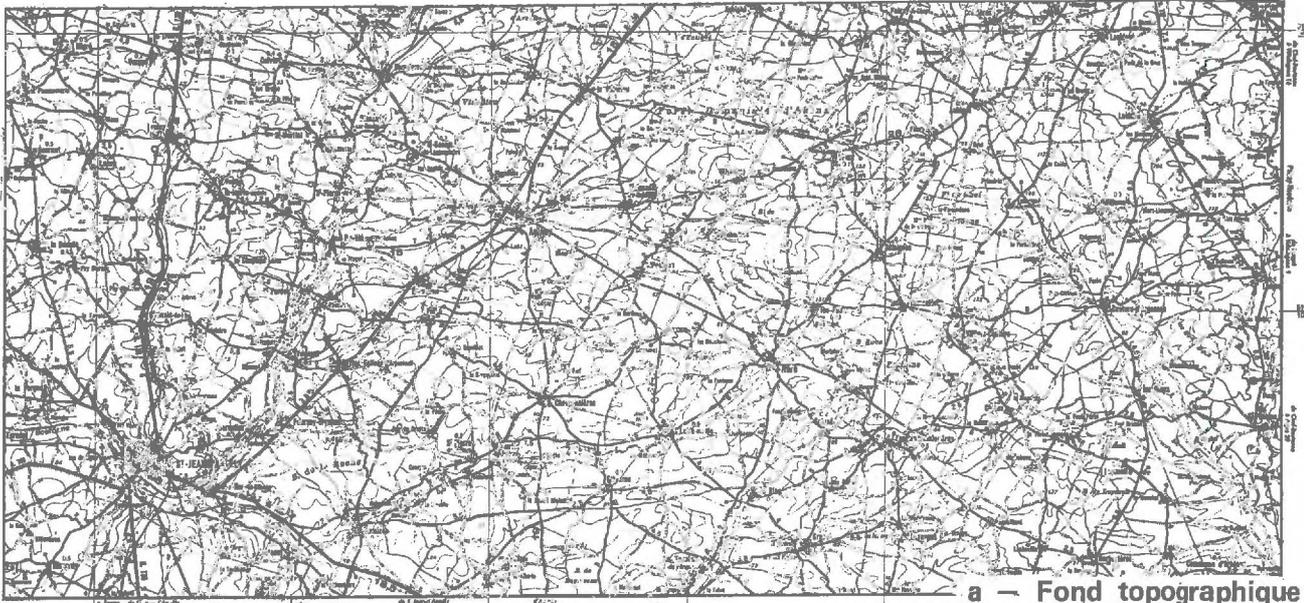


FIGURE 13 - CONSTRUCTION DES COURBES ENVELOPPES

(Isohypses établies à partir d'un fond topographique au 1/100 000)

ment les points hauts du relief actuel dont la plupart s'appuient sur les couvertures de la plate-forme calcaire (cf. Fig. 11).

A l'échelle du bassin sédimentaire régional Nord Aquitain, dans l'étude de ses rapports avec les massifs cristallins, nous avons utilisé des fonds topographiques à 1/250 000 avec un relevé de 250 à 300 points par carte (45 x 65 cm²). Cette densité est insuffisante, par suite de la faible quantité de points cotés existants à cette échelle. Les renseignements altimétriques ont dû être complétés par des informations extraites des fonds topographiques à 1/100 000. Sur ces derniers, 250 à 500 points ont été relevés par carte (40 x 55 cm²), selon la densité des renseignements topographiques et la variabilité du relief. Au niveau du bassin versant, l'échelle du 1/100 000 s'est avérée satisfaisante. Dans certains secteurs (Niort - Lizonne - Charente) pour mieux comprendre les redistributions des matériaux et les rapports couverture détritique / substratum calcaire ; le recueil des points a été fait à partir des fonds topographiques à 1/50 000 (300 à 400 points par carte).

En fait, pour obtenir de bons résultats, il est nécessaire de travailler de manière simultanée à plusieurs échelles, en fonction des renseignements nécessaires aux diverses situations.

Tous les points susceptibles de renseigner sur une position topographique caractéristique, suffisamment stabilisée, dans l'espace et dans le temps pourront être repérés. Dans notre système sédimentologique, il s'agit en fait de tous les points hauts et des replats morphologiques. Pour compléter ces informations, les points cotés ne correspondant pas systématiquement à des situations stabilisées peuvent également être repérés de manière plus discrète. Ces derniers permettront de préciser le dessin des courbes.

b - Construction des courbes

Cet ensemble de points, séparé du fond topographique de base, va être traité et transformé, dans un schéma géométrique de courbe de "niveaux" ou isohypses. Ces isohypses sont obtenus en joignant les points de même cote. Pour assurer une certaine logique aux constructions graphiques, il est nécessaire que tous points cotés compris entre deux courbes isohypses, soient obligatoirement de valeur inférieure à la cote de l'isohypse supérieure (ou amont). Cette règle impérative de construction permettra ainsi, ultérieurement de rechercher, pour un sédiment situé dans une position topographique donnée, une origine probable dans un domaine topographique amont, si la pente régionale n'a pas changé de sens dans le contexte tectonique.

Cette démarche graphique est donc susceptible de constituer un schéma logique de raisonnement, constituant un modèle sédimentologique.

Au départ, pour sélectionner les points, il est nécessaire de délimiter grossièrement les zones hautes (+) et les basses (-), comme nous l'avons noté sur la figure 13 b, ci-contre.

Lorsque l'on travaille sur un secteur limité (limite d'une carte à 1/100 000 par exemple), de nombreuses constructions ou combinaisons graphiques sont possibles. Pour réduire au minimum les possibilités de constructions géométriques et aboutir au schéma le plus probable au niveau de précision choisi, il est indispensable :

- d'élargir au maximum le secteur d'étude,
- de travailler à plusieurs échelles, simultanément.

Cette démarche de construction, implique à chaque construction une intégration dans un ensemble logique, susceptible de correspondre à un modèle de raisonnement.

Dans un système sédimentologique donné, il est nécessaire d'envisager l'aire géographique la plus large possible pour encadrer les transports de matériaux et mettre en relation les zones d'ablation avec des zones de dépôts. Si les motifs morphologiques considérés n'ont pas été élaborés au cours du cycle actuel d'érosion/sédimentation, leur altitude présente ne peut pas avoir de rapport avec leur genèse. Sur les plate-formes calcaires, particulièrement sensibles à l'érosion, les points hauts constitués par des couvertures détritiques sont souvent d'anciens points bas d'un système sédimentaire antérieur, (notion d'inversion de relief) ; il est donc indispensable d'élargir la zone d'étude pour encadrer l'amont de ces anciens points bas.

A une même échelle de travail, l'équidistance des isohypses doit toujours rester identique. Nous avons adopté 20 m sur les schémas issus des fonds topographiques à 1/250 000 et 1/100 000 ; 10 m pour les fonds à 1/50 000- Cette règle d'équidistance permet ainsi de comparer les variations d'écartement des diverses courbes. Dans les secteurs où les variations de l'équidistance des courbes est irrégulière (cols ou inflexions morphologiques), il est indispensable de préciser les schémas par des informations topographiques extraits de cartes aux échelles plus grandes. Ces secteurs présentent un intérêt capital dans l'histoire du relief, car ils correspondent soit à des formes fossiles d'érosion, soit à des déformations ayant affecté la surface considérée.

Cette première étape de l'analyse des formes aboutit à la construction d'un ensemble de courbes "iso", irrégulières comme on peut le constater sur l'exemple de la figure 13 c ci-avant.

c - Simplification du schéma originel : les lissages

Pour rendre la construction graphique initiale (cf. Fig. 13 c) plus lisible sur le plan géométrique, nous construisons dans un deuxième stade des familles de courbes s'appuyant elles-mêmes sur les courbes précédentes. Ces nouvelles familles de courbes, généralement plus régulières, peuvent être considérées comme les enveloppes des courbes initiales⁽¹⁾.

L'équidistance des courbes de lissage peut être identique à celle des courbes iso-initiales, ou plus grand selon la précision d'interprétation recherchée.

(1) - Comme nous le verrons ultérieurement, il serait plus rigoureux du point de vue mathématique de parler de surfaces enveloppantes et non de "courbes enveloppes".

Ces lissages peuvent être infinis, variant depuis le lissage actuel intégrant le maximum de points cotés et correspondant aux courbes de niveaux actuels du relief jusqu'au lissage initial correspondant au point le plus haut d'un système ou d'un secteur choisi. Cette extrême variabilité exprime en fait l'évolution continue des formes du relief au cours des diverses périodes géologiques (facteur temps), auxquelles est liée cette morphogénèse.

Dans une étude régionale, il est fréquent d'effectuer trois lissages successifs correspondant :

- à la simplification du relief actuel : lissage du 1er ordre
- aux traits morphologiques marquant dans le relief actuel : lissage du 2ème ordre
- au pendage régional : lissage du 3ème ordre.

- Lissage du 1er ordre

Les lissages du 1er ordre simplifient les grands traits du relief quaternaire, période où l'érosion a été relativement plus intense durant une période plus courte. Ils soulignent la forme générale des versants et les replats morphologiques des vallées. En zone de vallées avec alluvions quaternaires, ces "courbes enveloppes" sont alors relayées par la technique des lissages de versants, construction s'appuyant essentiellement sur des arguments sédimentologiques pour relier les différents niveaux de terrasses.

- Lissage du 2ème ordre

Cette construction géométrique relie les points et les stations les plus hautes d'un paysage actuel. Très souvent dans ce bassin Nord Aquitain, ces surfaces témoins s'établissent sur des matériaux détritiques, mis en place au cours de la sédimentation continentale tertiaire, et auxquelles leur résistance à l'agression des agents atmosphériques a conféré le rôle de carapace, protégeant la surface d'aplanissement qui les a accueillis dans un premier temps.

Sur les bordures des massifs vendéens et limousins, en l'absence de mouvements tectoniques importants, les lissages du 2ème ordre reconstituent la surface de base, sous laquelle l'érosion plio-quaternaire va inscrire les formes du relief actuel. Ces lissages du 2ème ordre avec équidistance des "courbes enveloppes" de 20 m correspondent aux diverses constructions qui guideront nos interprétations ultérieures.

- Lissage du 3ème ordre

Cette construction graphique simplifiée, consiste essentiellement à relier les points les plus hauts d'un secteur d'étude pour donner un pendage régional, susceptible de guider ultérieurement le sens du déplacement des sédiments. Ce pendage régional correspond :

- dans un bassin sédimentaire (zone à tectonique négative) à la pente générale des matériaux détritiques déposés,
- sur un socle primaire (zone à tectonique positive), à la pente générale et à la forme initiale du massif avant les arrachements consécutifs aux grandes phases d'érosion.

Ces diverses constructions sont susceptibles de renseigner sur l'évolution des formes du relief, dans une région donnée, mais ne présentent un intérêt que si elles s'appuient sur des arguments de terrain, particulièrement bien sélectionnés en fonction du problème étudié, en particulier elles devront s'appuyer sur des matériaux de même nature pour avoir une véritable signification.

Les courbes isohypses de la PLANCHE 9 tome II, établies à partir du traitement de l'ensemble des points hauts de ce contexte régional s'appuient sur des matériaux très divers. Elles expriment en fait, l'intégration des reliefs potentiels successifs qui ont présidé à la mise en place de ces différents matériaux. Sous cette surface enveloppante s'est inscrit le relief actuel.

Fiabilité des courbes iso : toutes ces courbes seront d'autant plus fiables qu'elles seront continues, c'est-à-dire qu'elles s'appuieront sur un relief et un matériau. Pour des raisons de clarté d'expression, les courbes iso de la planche 9 sont dessinées en continu alors qu'en réalité, elles sont discontinues.

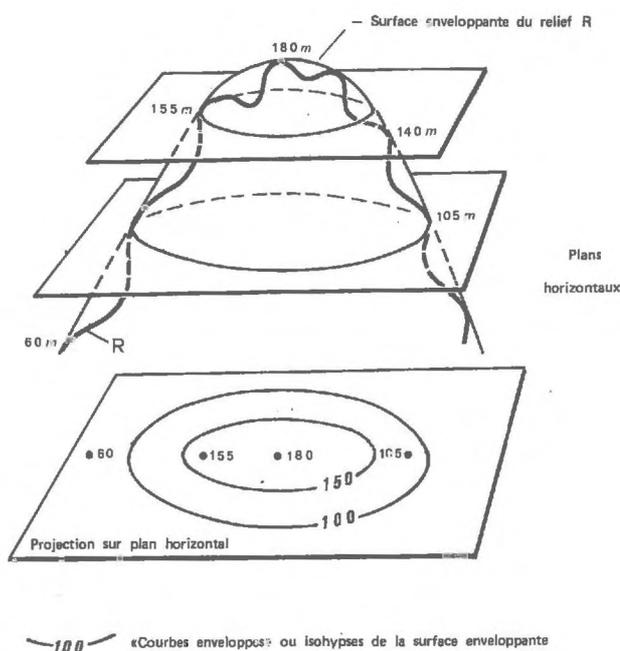


FIGURE 14 - SIGNIFICATION GÉOMÉTRIQUE DES COURBES ENVELOPPES OU ISOHYPSES

d - Signification géométrique des "courbes enveloppes" (voir annexe 1)

Les différents lissages effectués, à partir des courbes irrégulières du schéma de départ, peuvent être considérées comme les enveloppes des courbes initiales (voir figure 15). En toute rigueur géométrique, ces courbes régulières figurent la section d'une surface enveloppante par une série de plans horizontaux équidistants, comme nous l'avons schématisé sur la figure 14.

Les diverses surfaces enveloppantes définies par les courbes enveloppes simulent les formes d'un relief susceptible d'avoir existé à un instant donné de l'histoire géologique. L'espacement des courbes renseignera sur la pente du relief alors que la courbure sera susceptible d'exprimer la forme générale.

e - Utilisation des courbes enveloppes en sédimentologie continentale

Au niveau régional, les principaux facteurs qui commandent l'évolution des formes du relief sont :

- les mouvements tectoniques,
- les systèmes d'érosion guidés en partie par les mouvements tectoniques et les climats,
- la nature des matériaux.

Cette méthode géométrique peut donc être utilisée dans ces différents domaines ; tectonique et sédimentaire par M. GOTTIS (1943) et DREYFFUS (1953) ; analyse morpho-structurale par PRUD'HOMME R. (1972).

Pour utiliser cette méthode dans le domaine sédimentologique, nous nous sommes d'abord efforcé :

- de traiter un ensemble de matériaux susceptibles d'appartenir à un même système,
- de resituer ces matériaux dans leurs conditions de dépôts compte-tenu des modifications tectoniques,
- enfin de mettre en relations morpho-structurales des secteurs de dépôts ou d'accumulation avec des secteurs d'ablation en zone tectonique positive comme schématisé sur la figure 15 ci-après.

En fait, la construction des diverses surfaces enveloppantes (courbes enveloppes) a été utilisée successivement aux trois niveaux :

- pour connaître la pente moyenne des différents dépôts dans l'analyse spatiale,
- pour préciser l'importance des modifications tectoniques postérieures à la sédimentation détritique originelle (isohypes de la Planche 9),
- pour construire les formes potentielles des cirques d'ablation en zone de tectonique positive (Planches 11, 12, 13).

La mise en relation des courbes enveloppes en zone d'ablation avec les courbes enveloppes en zone de dépôt est susceptible de préciser le sens de déplacement des matériaux. Il faut remarquer d'ailleurs que dans ce système d'érosion de type proximal, on observe souvent une symétrie par rapport au chenal d'écoulement, entre les formes de dépôts et les formes d'ablation (très caractéristique sur la Planche 12).

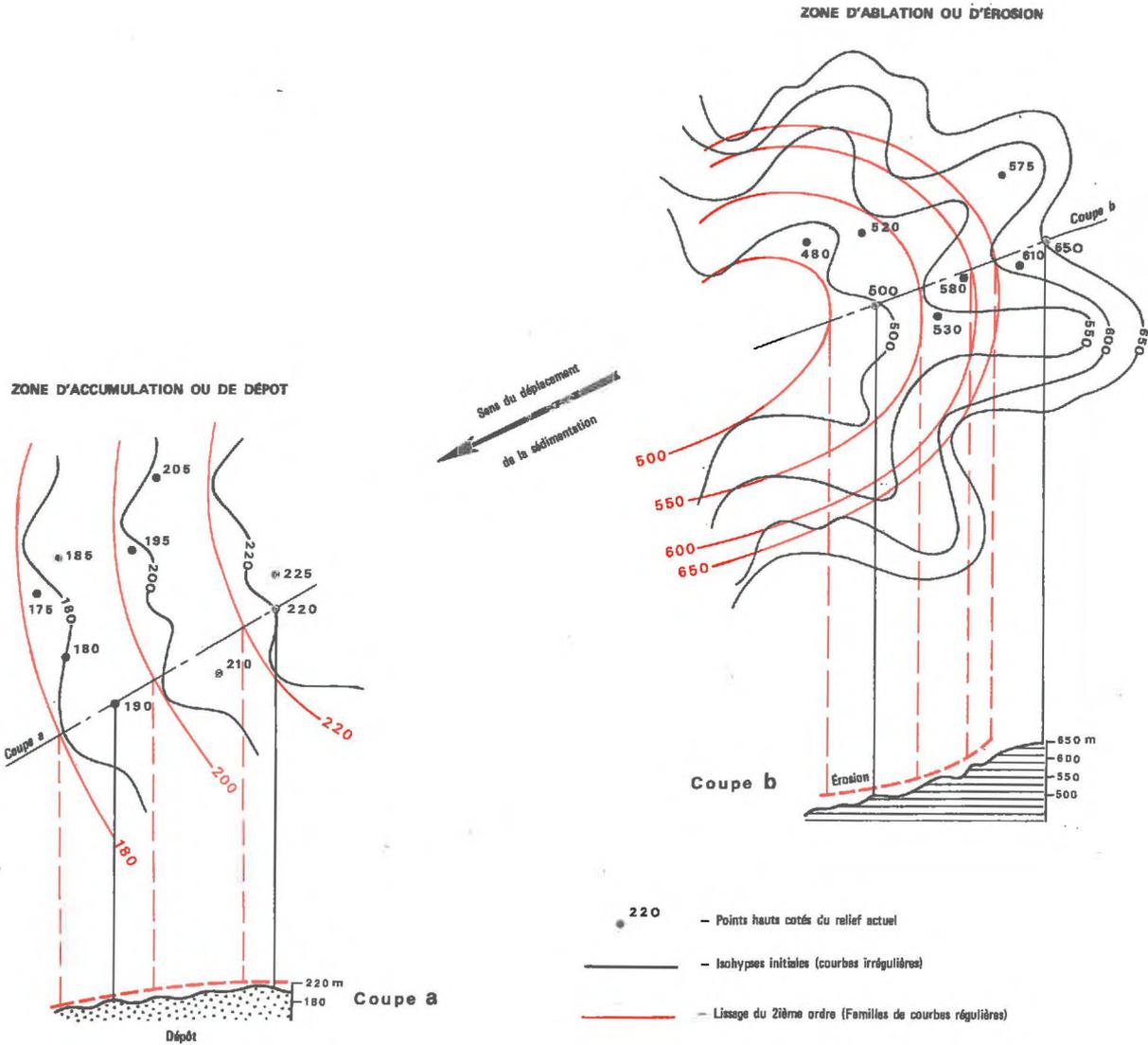


FIGURE 15 — RELATIONS ENTRE LES FAMILLES DE «COURBES ENVELOPPES» EN ZONE D'ABLATION ET EN ZONE DE DÉPÔT

- Espacement des courbes

Dans un même système d'érosion, l'espacement des courbes enveloppes sera essentiellement fonction de la granulométrie des matériaux aussi bien en zone de dépôt qu'en secteur d'ablation. A titre d'exemple, dans notre système de type proximal, en fonction de la granulométrie des matériaux détritiques des couvertures, nous avons relevé :

Système d'érosion proximale (région Nord-Aquitaine)

Granulométrie des matériaux	Pente moyenne des dépôts	Cirques théoriques d'ablation
	(d'après enveloppes des dépôts)	(d'après courbes enveloppes)
Pente moyenne		
Argile	0,7 ‰	(1 %) [■]
Limon	1,5 ‰	1,4 %
Sables	1,5 ‰ à 3 ‰	1,5 % à 2,2 %
Galets	6 ‰	3,8 %

■ - A préciser en élargissant les limites géographiques de l'analyse topo-morphologique régionale

L'ordre de grandeur, de même que le sens des variations de la pente calculée par l'espacement des courbes soulignent, que les matériaux analysés appartiennent bien au même système sédimentologique.

- Courbure

Dans ce même système, la courbure des enveloppes en zone d'ablation reste moyenne, mais il est néanmoins possible d'observer des rayons de courbures d'autant plus grands que les matériaux déposés sont plus fins.

Lorsque l'on change de système d'érosion, la pente mais surtout la courbure de l'enveloppe des cirques théoriques d'érosion varie nettement.

A titre d'exemple :

- en système d'érosion distal avec dépôt de cailloutis du type terrasse (pente 8 % - petit rayon de courbure) - exemple Planche 13 - 3
- en système colluvial avec dépôt de sables craquelés (pente 15 à 25 % - grand rayon de courbure) - exemple Planche 12 - A

Enfin, il est possible par superposition graphique, des familles de courbes de distinguer non seulement les différents systèmes d'érosion, mais également de préciser à l'intérieur d'un même système, la chronologie relative des dépôts (planche hors texte du tome II).

III - MISE EN PLACE DES MATERIAUX DETRITIQUES

Les courbes isohypses enveloppes de la planche 9 s'appuient sur des couvertures de nature variée. Elles expriment la surface fictive, potentielle, cumulée des différents dépôts et traduisent à cette échelle, des informations à caractère tectonique, ces dernières étant soulignées dans les variations brusques de l'espacement et de la courbure des familles de courbes. Ce modèle, établi au niveau régional, nous permettra ultérieurement de tenir compte des modifications tectoniques survenues postérieurement aux dépôts et de les resituer dans leur position originelle.

Pour préciser le mode de mise en place des différents matériaux superficiels :

- nous traiterons chaque matériaux grano-classés, séparément,
- préciserons le modèle pour chaque type de dépôts grano-classés,
- enfin, nous mettrons en relation, dans chaque exemple, les secteurs de dépôts ou d'accumulation (situés en partie sur la plate-forme calcaire) avec les secteurs d'ablation (situés sur le socle).

La répartition géographique des matériaux, de même que la géométrie des diverses surfaces enveloppantes ayant une importance majeure dans ce paragraphe, nous demandons au lecteur de se reporter pour chacun des exemples, aux planches correspondantes du tome II

- Argile à silex PLANCHE 10
- Couvertures limoneuses ... PLANCHE 11
- Sables et graviers PLANCHE 13
- Galets quartzeux PLANCHE 14

1 - REPARTITION DES ARGILES A SILEX

Sur la planche 10, ont été représentées les argiles à silex, affleurant en surface et les matériaux argileux avec ou sans silex recouverts par des dépôts variés. Parmi ces matériaux argileux, avec silex, existent en fait, comme nous l'avons souligné dans le chapitre B III, des argiles à caractère détritique (allochtones) sur les calcaires durs essentiellement et des argiles résiduelles (autochtones) sur les calcaires crayeux, argileux.

La distinction systématique entre ces différentes argiles n'a pas été envisagée dans notre analyse.

Ces argiles se répartissent de manière discontinue depuis le Massif Central jusqu'à la mer. Leur surface enveloppante montre des pentes variables selon les secteurs :

- 0,5 ‰ à 0,7 ‰ entre La Rochelle et Angoulême,
- 0,5 % dans la région de Niort,
- localement 3 % à l'est d'Angoulême (près de la cote 322 - horst de l'Arbre).

Si l'on compare les courbes enveloppes de cette surface théorique avec les isohypses de la Planche 9, on constate que les variations de cette surface suivent approximativement les principaux mouvements tectoniques : montée du socle armoricain dans le secteur nord de Niort ; horst de l'Arbre à l'est d'Angoulême soulignés par des fortes pentes régionales (courbes resserrées sur la Planche 9). Cette analyse géométrique pourrait d'ailleurs être précisée à une échelle plus grande.

Entre La Rochelle et Angoulême, l'espacement des courbes exprime une pente très faible (0,5 ‰ à 0,7 ‰) qui pourrait être considérée comme une pente d'altération. Dans ce secteur peu modifié du point de vue tectonique, les affleurements superficiels argileux sont très limités et la fiabilité des courbes reste très faible.

Cette surface théorique sur laquelle s'appuient ces argiles semble s'étendre très largement sur le Massif Central, comme l'avait déjà remarqué M. STEINBERG (1967) et pourrait correspondre alors à une période de calme sédimentaire (biostasie). Le fait que cette surface enregistre la plupart des mouvements tectoniques, exprime bien que ces mouvements sont postérieurs à la formation ou au dépôt de ces argiles.

Les argiles vertes à silex, en couverture sur les calcaires crayeux campaniens, au sud d'Angoulême, sont des argiles résiduelles (voir B III), elles s'appuient d'ailleurs sur des courbes régulières dont l'espacement exprime bien un "pas" d'altération.

Les argiles rouges kaoliniques du nord d'Angoulême s'appuient sur des courbes dont l'espacement et la courbure sont variables par suite des nombreux accidents tectoniques dans ce secteur, notés en partie sur la planche 2 et surtout exprimés par les courbes iso de la Planche 9. Dans les cas suivants (planches 11 - 12 - 13), nous avons pu faire correspondre à chaque dépôt de matériaux, un secteur d'alimentation amont, ces relations susceptibles d'exprimer une origine détritique des matériaux de couverture, n'apparaissent pas sur la Planche 10.

Toutefois, si l'on poursuit l'analyse topomorphologique, sur le socle, plus à l'est de Limoges, il est alors possible de construire une famille de courbes (base cote 700 et 800 m actuels) susceptible d'exprimer l'enveloppe d'un bassin d'alimentation théorique, des argiles kaoliniques du secteur nord-Angoulême. Cette analyse confirmerait l'origine détritique de ces argiles rouges piégées dans les calcaires durs à silex.

2 - DISTRIBUTION DES COUVERTURES LIMONEUSES

Les couvertures limoneuses de cette région Nord-Aquitaine sont définies par des matériaux présentant une fraction granulométrique de limons totaux, supérieure à 55 % de la terre fine sur au moins 60 cm d'épaisseur. Elles regroupent les "Terres à châtaigniers" définies dans la deuxième partie de notre étude (B I) en couverture sur la plate-forme calcaire, et les formations superficielles du socle armoricain, appelée souvent "limons des plateaux".

Dans cet exemple représenté sur la Planche 11, nous avons élargi notre analyse en dehors du bassin calcaire actuel, pour avoir une meilleure fiabilité. La distribution géographique et l'analyse géométrique des diverses familles de courbes enveloppes de la Planche 11, nous amènent à faire les interprétations suivantes :

a - La distribution de ces matériaux limoneux est limitée à un secteur Nord - Ouest, entre Niort et Poitiers ; dans le prolongement de la vallée cristalline de la Vienne, secteur de Limoges. Cette répartition paraît en relation avec un paléo-bassin d'alimentation, situé à l'est de Limoges. Ce bassin d'alimentation (A), creusé au milieu du socle micaschisteux, fermé sur la cote 500 m actuel et orienté vers l'Ouest et le Nord-Ouest, explique l'absence massive de ces matériaux limoneux dans la partie sud de cette plate-forme Nord-Aquitaine.

b - Plusieurs surfaces enveloppantes de ces matériaux limoneux apparaissent et peuvent être expliquées en fonction du contexte tectonique (Planche 9) :

+ en zone tectoniquement non modifiée, une pente théorique de 1,5 ‰ d'inclinaison SE - NW pourrait correspondre à la phase de dépôts originels ;

+ en zone tectoniquement peu modifié, une contre pente de 0,7 ‰ à 1 ‰ dans la partie ouest du seuil du Poitou est en relation avec la montée tardive du Massif Armoricain (Vendée) ;

+ en zone tectoniquement modifiée, les pentes de 1,5 %, avec inclinaison NE - SW dans les bordures nord de la plaine niortaise soulignent un pseudo-glacis tectonique en relation avec la montée du socle armoricain et les divers systèmes de failles du substratum calcaire.

Enfin, sur le substratum calcaire affleurant, la limite sud des pollutions limoneuses, notées dans les sols a été soulignée.

Cet ensemble de faits, nous amène à considérer que la majeure partie de ces matériaux limoneux sont d'origine détritique, alimentés par un paléo-système fluvial d'origine des micaschistes limousins. L'alignement d'une partie des axes fluviaux actuels de la Vienne, de la Charente et de la Sèvre Nantaise (voir Planche 8) pourrait d'ailleurs symboliser cette paléo-vallée, comme l'avait déjà fait remarquer de MARTONNE (1955).

Cette interprétation susceptible de préciser l'origine des limons de ce secteur Nord-Ouest, au cours du Tertiaire, n'exclut pas tous les systèmes qui ont réalimenté les couvertures par des limons

quaternaires originaires du Massif Armoricaïn, comme l'a montré RANGER (1974) dans le Bocage Vendéen (zone 3 de pseudo-glacis tectonique de la Planche 11). Il n'en reste pas moins que le stock limoneux présent dans les "Terres à châtaigniers" comme dans les sols superficiels ("Terres de Groies") sur substratum calcaire, pourrait résulter de l'épandage initial originaires du Limousin micaschisteux.

Sur le socle (sud armoricaïn) difficilement conservateur des dépôts, seuls les limons de plateau, des situations les plus hautes, pourraient appartenir à cette sédimentation détritique, limoneuse, initiale.

3 - ORIGINE DES SABLES ET GRAVIERS DE LA BORDURE OUEST DU LIMOUSIN

Parmi les formations détritiques sableuses de la bordure ouest limousine, quatre secteurs d'accumulation de sables grossiers, caractéristiques, peuvent être mis en relation avec des secteurs d'ablation du socle cristallin de la bordure Nord-Est du Massif Central.

Ces quatre secteurs, A - B - C - D sont représentés sur la Planche 12.

Secteur A - En bordure immédiate du socle, au contact des argiles à silex, à l'est de Chasse-neuil / Bonnieure, d'anciennes colluvions de versant constitués par des sables grossiers craquelés (Würtzenquartz) proviennent en grande partie des résultats de l'altération des granites du socle. L'aspect anguleux des arêtes des sables quartzeux souligne d'ailleurs leur faible transport du type colluvium.

Secteur B - Au nord de Roumazières, à la sortie du Massif Cristallin de la Vallée de la Vienne, l'extrême sud de la "nappe de la Brenne" est constitué par des sables grossiers arkosiques recouvrant les argiles à silex, marnes et calcaires liasiques. Ce cône de déjection, alimenté par une ancienne vallée de la Vienne a été secondairement entaillé et recoupé par la Charente.

Secteur C - Au sud-est d'Angoulême (forêt de Dirac, forêt de la Rochebaucourt, ...) au milieu des sables fins provenant en grande partie, soit de l'altération in situ des calcaires sableux du Cénomaniën et Coniacien, et du remaniement de ces sables résiduels, d'importants placages de sables grossiers et graviers quartzeux avec stratifications entrecroisées soulignent l'origine détritique indéniable de ces matériaux. Localement, des chenaux de galets quartzeux blancs ou bleutés marquent les reprises alluviales postérieures aux dépôts détritiques originels.

Secteur D - Plus au Sud, région de Jonzac (Double) d'importantes formations détritiques constituées à la base par des argiles kaoliniques puis par des lits très variés de sables et graviers quartzeux recouvrent une grande partie des calcaires argileux et crayeux du Campanien ("sables et graviers du Périgord").

Ces matériaux détritiques grossiers, déposés au milieu du bassin sédimentaire ont été mis en relation avec des secteurs d'érosion de massifs granitiques, sans avoir effectué un bilan de déplacement.

Nous avons néanmoins constaté :

- une pente théorique de ces dépôts, calculée à partir du chenal d'écoulement se situant entre 2 et 2,5 ‰, correspondant approximativement aux dépôts sableux grossiers, des lits des rivières pour les secteurs B - C - D ;
- des bassins d'alimentation⁽¹⁾, d'autant plus importants et d'altitude relative plus élevée que les champs d'épandage sont plus vastes.

Ces paléo-bassins d'alimentation ne communiquent pas entre eux. Les différents systèmes sédimentaires A - B - C - D peuvent donc être parfaitement individualisés. Compte-tenu de l'altitude relative des paléo-bassins d'alimentation et du niveau de base de leur cône de déjection respectifs, à l'intérieur de ce système sableux, les dépôts les plus anciens, mais aussi les plus importants, seraient ceux du secteur D (sables et graviers du Périgord) puis C, puis B, enfin les colluvions A.

4 - DEPOT DES GALETS ET CAILLOUTIS QUARTZEUX

Au milieu de la distribution complexe des sables et galets quartzeux deux familles peuvent être mises en évidence par l'analyse des affleurements et les rayons de courbure des courbes enveloppes.

La PLANCHE 13, illustre un exemple de ces dépôts de cailloutis quartzeux dans la région est d'Angoulême.

- 1 et 2 - Des affleurements discontinus du type chenaux pour lesquels la mise en place peut s'expliquer soit par remaniements locaux par suite d'une reprise climatique de l'érosion comme l'ont souligné COUDERC et YVARD (1974) dans le Chatellerauldais, soit par une érosion liée à des mouvements tectoniques avec chenaux de déversement. Dans ces types d'érosion, les galets proviennent, en grande partie, d'une accumulation relative des galets quartzeux existant dans les dépôts sablo-graveleux initiaux.
- 3 - Des dépôts quartzeux du type terrasse reposent souvent directement sur le socle calcaire, pour lesquels la courbure des enveloppes internes signifie déjà l'ouverture d'un système exorétique avec débits plus rapides. Les galets quartzeux sont mêlés dans ce cas, à des roches cristallines.

Si les dépôts de galets quartzeux du système proximal (dépôts 1 et 2) constituent la dernière phase de la sédimentation cénozoïque, les cailloutis du type 3 avec roches granitiques annoncent déjà les phases d'érosion quaternaires.

Au Quaternaire, l'érosion consécutive au changement de niveau de base de la mer, est devenue plus intense ouvrant ainsi un système exorétique ou distal, qui va creuser plus activement les

(1) - En montagne désertique, ces formes d'érosion sont appelées "embassements" par les géomorphologues.

dépôts primitifs tertiaires, et mettre à nu le substratum calcaire sous-jacent. Dans ce nouveau système de dépôt, l'érosion attaque le socle, expliquant la présence de roches cristallines et cristallophyliennes dans les dépôts de cailloutis des terrasses fluviales, alors que ces dernières sont absentes dans les dépôts de galets quartzeux antérieurs.

5 - CHRONOLOGIE RELATIVE DES DEPOTS

L'altitude relative des divers paléo-bassins d'alimentation définis à partir des familles de courbes enveloppes significatives et caractéristiques est la suivante :

Nature des couvertures analysées	Cote des familles courbes enveloppes caractéristiques des paléo-bassins d'alimentation (cote théorique en m, basée sur l'altitude actuelle).
Argile kaolinique à silex (secteur Nord-Angoulême) - <u>Planche 10</u>	700 - 800 ■
Couvertures limoneuses - <u>Planche 11</u>	500 - 550 - 600
Dépôts sableux <u>Planche 12</u>	D 400 - 500 - 550 C 340 - 360 B 260 - 300 et 240 - 260
Dépôts des cailloutis type 1 - 2 dans le système sableux C - <u>Planche 13</u>	260 - 280 ■

■ - faible fiabilité - courbes très discontinues

Sur les bases des altitudes relatives des diverses familles de courbes enveloppes précédentes, et par superposition graphique, nous pourrions ainsi constater :

- d'abord la mise en place des argiles kaoliniques du secteur Nord-Angoulême,
- puis dépôt du système limoneux d'axe SE - NW,
- puis dépôt des systèmes sableux :
 - D et C en direction SW
 - et B en direction NW - sortie de la paléo-vallée cristalline de la Vienne,
- puis galets quartzeux (type 1 - 2) dans le système sableux C (exemple localisé).

Comme on peut l'observer sur la Planche 13, les courbes caractéristiques du système distal quaternaire (type 3) sont distinctes du système proximal (1-2) et leur cote nettement inférieure.

Cette dynamique sédimentaire mise en évidence par l'analyse des "courbes enveloppes" est comparable à celle décrite par H. ERHART (1967) dans le bassin fermé du Tchad. Caractéristique d'un système endoréique, elle montre également que la majeure partie des formations détritiques tertiaires de cette région, résulte de l'accumulation des produits résultant de l'altération ancienne ("paléosols") du socle cristallin.

Notre analyse géométrique n'a pas la prétention de reconstituer de manière exacte les divers aspects de la sédimentation cénozoïque de cette région. Néanmoins, elle souligne que la majeure partie des matériaux analysés appartient au même système sédimentaire continental fluvial ; les pentes des surfaces enveloppantes des secteurs de dépôts comme celles des cirques théoriques étant en relation avec la granulométrie des dépôts.

A l'intérieur de ce vaste système sédimentologique, dans lequel nous avons analysé les dépôts les plus caractéristiques des diverses phases sédimentaires, existent de nombreux autres petits systèmes qui redistribuent les dépôts primitifs. L'étude de ces autres systèmes d'âge tertiaire ou quaternaire, nécessiterait une analyse topo-morphologique à une échelle plus grande (1/25 000 et 1/50 000), associée à une cartographie pédologique également plus détaillée.

Le but de notre analyse étant de mettre en évidence certains aspects de la dynamique sédimentaire continentale dans cette région Nord-Aquitaine, nous n'avons pas abordé les problèmes de datation des dépôts. Néanmoins, si l'on essaie de relier la chronologie relative des dépôts aux principales phases de la montée tectonique du socle Massif Central dans cette région :

- le système d'alimentation des dépôts limoneux pourrait avoir fonctionné à l'Eocène (début de la sédimentation continentale) ;
- le système d'alimentation des sables et graviers (secteurs C et D) daterait peut être de l'optimum de la sédimentation détritique à l'Eocène supérieur ou à l'Oligocène ;
- le dépôt des galets quartzeux du type chenaux pourrait dater de la reprise de l'érosion au Miocène et au Pliocène.

La distribution de ces différents matériaux sur cette plate-forme calcaire résulterait en majeure partie d'une rhéostasie tectonique.

Dans le chapitre suivant, nous illustrerons, par quelques exemples, les possibilités d'utilisation de la méthode des courbes enveloppes dans le domaine pédologique et préciserons, au niveau régional, la dynamique des formations superficielles et des sols en relation avec le substratum calcaire sous-jacent.

D - INTER-RELATIONS ENTRE LES FAITS
SEDIMENTOLOGIQUES DES SOLS, L'EVOLUTION
DU RELIEF ET LA NATURE DU SUBSTRATUM CALCAIRE

I - EXEMPLES D'INTERPRETATION SEDIMENTOLOGIQUE DE QUELQUES SEQUENCES
DE SOLS, EN FONCTION DE L'EVOLUTION DU RELIEF

L'utilisation de la méthode de courbes enveloppes au niveau régional, a permis de préciser la dynamique de la sédimentation continentale fluviale sur une plate-forme calcaire peu déformée, et de souligner l'origine détritique de la plupart des formations superficielles.

Dans les quelques exemples qui suivent, nous utiliserons cette méthode à une échelle plus détaillée, sur des superficies plus petites à l'intérieur de petits systèmes pour préciser l'importance des phases sédimentologiques dans la genèse des sols associés aux diverses couvertures.

Les trois exemples retenus précisent l'interprétation sédimentologique, en relation avec l'évolution des formes du relief :

- au niveau d'une série évolutive de sols,
- au niveau d'une famille de sols développés sur un même matériau,
- au niveau d'un profil de sol.

Les PLANCHES 14, 15 et 16 illustrant ces divers exemples doivent être consultées systématiquement pour donner une meilleure compréhension au texte.

1 - SEQUENCE DE SOLS SUR " ARGILE A CHATAIGNIERS " ET CALCAIRES DURS DU
DOGGER (Plaine de Niort)

La PLANCHE 14 extraite de l'étude pédologique de la plaine de Niort (J. SERVANT et J. P. BARTHES - 1971), illustre la distribution cartographique des matériaux en couverture sur le substratum calcaire.

Ces matériaux sur lesquels se développent les sols actuels appartiennent à quatre familles :

- a - limons et argile à silex remaniée (appelés " Terres à châtaigniers " ou " Argile à châtaigniers ") d'une épaisseur moyenne, comprise entre 2 et 15 mètres,
- b - limons argileux rouges d'épaisseur comprise entre 50 cm et 2 mètres environ,
- c - limons argileux rouges en mélange avec des fragments calcaires du substratum géoliffracté (appelés localement " Terres de Groies "),
- d - fragments calcaires du substratum affleurant.

Les sols développés sur ces diverses familles de matériaux ont été décrits sur la PLANCHE 4 et dans la deuxième partie (B_I) de l'étude. Ils peuvent être classés du point de vue pédologique de la manière suivante :

- sols fersiallitiques lessivés, désaturés (type P. 19) sur matériaux de type a,
- sols fersiallitiques lessivés, faiblement désaturés (type Ch. 2) et les sols fersiallitiques à réserve calcique (type P. 20) sur matériaux du type b,
- sols fersiallitiques rendziniformes (type P. 5) et rendzines rouges (types P. 60, P. 61) sur matériaux du type c,
- rendzines blanches à forte effervescence sur les colluvions d'effritement de la roche calcaire (matériaux du type d).

Les diverses surfaces enveloppantes de ces matériaux représentées sur la PLANCHE 14, et construites avec la méthode des " courbes enveloppes " et lissages de versant nous amènent à faire les constatations suivantes :

- au niveau régional, les isohypses de la PLANCHE 9 soulignent et rappellent l'existence d'un pseudo-glacis tectonique, figuré également sur la PLANCHE 11-3, avec une pente moyenne N-S de 1,5 % à 2 % - Cette surface initiale, profondément modifiée par un système de failles du substratum calcaire, est représentée sur la PLANCHE 14 par le stade paléomorphologique I. Les matériaux du type a (" Argile à châtaignier ") s'appuient principalement sur cette paléosurface, et peuvent donc être considérés comme les plus anciens,

- les matériaux limono-argileux du type b, s'appuient essentiellement sur les courbes de lissage de versant du type II. Ces familles de courbes (type II) symbolisent d'anciennes morphologies dépressionnaires ; la mise en place de ces matériaux du type b serait donc d'origine alluvio-colluviale, reprise des matériaux du type a situés en position amont,

- les matériaux du type c (" terres de groies ") s'associent aux systèmes de courbes III, simplificatrices de la morphologie des versants quaternaires, en relation avec les actions quaternaires.

- enfin les colluvions actuelles de versants (type d) s'appuient sur les courbes de niveau actuelles (courbes IV) en zone de forte pente.

Les caractéristiques des diverses familles de courbes (I, II, III, IV) schématisées sur la PLANCHE 14 précisent la chronologie relative des divers matériaux, des plus anciens (type a), aux plus récents (type d). Dans ce type d'évolution du relief sur plate-forme de calcaire dur, le mode de superposition et la forme des diverses familles de courbes enveloppes expriment une dynamique sédimentaire du type alluvio-colluvial, avec reprise continuelle des matériaux détritiques situés en position amont.

La présence d'une importante fraction limoneuse dans les séries a, b, c, déjà soulignée dans la deuxième partie B_I, relative à l'étude morphologique de ces matériaux, argumente cette interprétation géométrique. Il se produit en fait au cours de l'évolution du relief une reprise continuelle des matériaux détritiques en couverture sur le substratum calcaire. La conservation de cette fraction détritique en mélange avec les fragments calcaires (rendzines rouges sur matériaux du type c) a été favorisée par les actions de gélifraction (rôle piège du substratum calcaire).

2 - MISE EN PLACE DES ARGILES VERTES A SILEX ET DES ARGILES VERTES SUR CALCAIRE CRA YEUX ARGILEUX A SILEX DU CAMPANIEN (voir PLANCHE 15)

D'après l'interprétation sédimentologique de la PLANCHE 7 faite à partir de l'étude des microstructures (micromorphologie), nous avons pu constater :

- les argiles vertes à silex se sont formées in situ par dissolution progressive du calcaire crayeux à silex (voir B III),
- les argiles vertes observées, soit au contact même du substratum calcaire, soit au dessus des argiles à silex, montrent toujours un passage brutal avec les niveaux sus-jacent et sous-jacent et une microstructure nettement différente. Ces dépôts très argileux, parfois surmontés de lits de graviers quartzeux fluviaux.

L'évolution des formes du relief déduite de l'analyse des " courbes enveloppes " et des lisages de versant, est exprimée en partie sur la PLANCHE 15, tome II, et souligne :

- la surface originelle d'épandage des sables et graviers du Périgord (Courbe I), voir PLANCHE 12, également,

- sous cette surface, entre les cotes 170 m et 190 m environ, la couverture des argiles vertes à silex, en grande partie érodée (Courbe II),
- enfin sous la cote 170 m environ, les divers affleurements d'argile verte s'appuient généralement sur des paléo-morphologies correspondant à d'anciennes zones dépressionnaires d'origine fluviale (Courbes III et IV).

Remarques :

Certaines paléo-surfaces ont été secondairement érodées par érosion régressive (cirque d'érosion) expliquant l'aspect tronqué de certains profils. La forme, l'espacement et l'altitude relative des diverses courbes concernant les cirques d'érosion pourraient d'ailleurs renseigner sur la date et l'intensité de cette érosion. Lorsque les lissages de versant affectent des pentes généralement supérieures à 4 et 5 %, ces formations argileuses n'existent plus.

Ces constatations paléo-morphologiques confirment les interprétations morphologique et micromorphologique et nous amènent à considérer ces argiles vertes comme des dépôts d'origine fluviale accumulés au fond d'anciennes zones dépressionnaires, le plus souvent au départ des systèmes d'érosion.

Ces dépôts d'argile verte (stades III et IV) ont été alimentés essentiellement par les argiles vertes à silex qui formaient les reliefs encaissants amonts. Par contre les argiles bariolées (P. 28 - III C_{1g}) en relation avec le stade II inscrit sous l'enveloppe I - ont hérité des argiles contenues dans les formations sableuses détritiques initiales (sables et graviers du Périgord). Ces interprétations s'accordent d'ailleurs avec l'évolution latérale de la minéralogie des argiles (figure 7). Secondairement, après la mise en place des argiles vertes, la dissolution du substratum calcaire s'est poursuivie expliquant les modifications ultérieures de ces dépôts argileux.

3 - RELATIONS ENTRE LES PRINCIPAUX STADES SEDIMENTOLOGIQUES D'UN PROFIL DE SOL ET L'EVOLUTION DU RELIEF

L'exemple exprimé sur la PLANCHE 16, se propose de mettre en relation - à l'échelle d'un profil de sol - les principales phases sédimentologiques d'un sol avec l'évolution du relief.

Le profil P. 317, choisi à cet effet, caractérise un sol lessivé podzolique développé sur les Argiles rouges à silex du Confolentais (voir B II).

La morphologie de ce profil exprime sur le terrain trois niveaux sédimentologiques caractéristiques :

- à la base (I), des argiles rouges avec silex altérés, en position subhorizontale,
- au milieu (II), un niveau d'argiles rouges et jaunes avec silex dispersés, redressés, localement concentrés et très corrodés,

- dans la partie supérieure (III), une concentration en silex, cassés, ferruginisés, avec plusieurs horizons pédologiques.

L'organisation micromorphologique de ces différents niveaux souligne en particulier :

Niveau I : d'importants dépôts argileux lités, cassés avec dépôts d'argile jaune d'illuviation secondaire dans les systèmes de fissures (photo 1 - PLANCHE 16).

Niveau II : un mélange complexe d'argile mal orientée, avec quelques lits de limons fins provenant de la désagrégation des silex, présence de papules et de quelques ferri-argilanes de vide (Photo 2 - PLANCHE 16).

Niveau III : squelette important avec silex ferruginisés, sables quartzeux, plasma aséptique (Photo 3 - PLANCHE 16)

Ces différents niveaux sédimentologiques, sur lesquels s'appuient plusieurs horizons pédologiques, peuvent être mis en relation avec des paléo-morphologies successives, exprimées par les courbes enveloppes I, II, III de la PLANCHE 16.

- la surface I correspond à la surface des argiles à silex ; cette surface est légèrement modifiée par rapport à la surface potentielle originelle de la PLANCHE 10,

- la surface II s'inscrit sous cette surface I, et exprime les premières phases d'érosion sans apport allochtone,

- la surface III, très voisine du relief actuel, correspond à la dernière phase sédimentologique avec apports de sables quartzeux allochtones.

Les faits micromorphologiques et morphologiques soulignant les phases sédimentologiques, les relations qui existent entre les observations micromorphologiques et morphologiques du profil et les principaux stades de l'évolution du relief, démontrent l'intérêt d'une telle méthode géométrique pour relier les faits sédimentologiques des sols à une dynamique sédimentaire.

II - ROLE DU SUBSTRATUM CALCAIRE DANS LE MODE DE CONSERVATION DES MATERIAUX DETRITIQUES

1 - DISTRIBUTION DES COUVERTURES PEDOLOGIQUES EN FONCTION DE LA NATURE DU SUBSTRATUM CARBONATE, A L'ECHELLE DU BASSIN SEDIMENTAIRE

L'étude de la distribution des couvertures pédologiques, représentée sur la PLANCHE 8, tome II, faite en relation avec les grandes familles lithologiques du substratum calcaire (PLANCHE 2, tome II) est exprimée dans le tableau V ci-après. L'analyse des différents coefficients de recouvrement du substratum nous permet de constater:

Substratum calcaire		Couvertures pédologiques supérieures à 2 m environ	
Nature	Résidu non carbonaté % moyen	Mode de répartition	Coefficient de recouvrant
Marnes et calcaires marneux	10 - 40	-	0,3 %
Calcaires durs sans silex	0,5 - 4	discontinu	15 %
Calcaires détritiques sableux	25 - 50	discontinu	20 %
Calcaires crayeux avec bancs à silex du Crétacé	30 - 50	groupé	26 %
Calcaires durs à silex du Dogger	2 - 10	groupé	60 %
Calcaires siliceux et marnes du Lias	40 - 70	continu	85 %

TABLEAU V

ANALYSE STATISTIQUE DE LA DISTRIBUTION DES COUVERTURES PÉDOLOGIQUES A L'ÉCHELLE DU BASSIN SÉDIMENTAIRE

- les calcaires siliceux du Lias, affleurent localement sur les pentes des talwegs, en bordure du socle primaire, et sont pratiquement toujours recouverts,
- les calcaires durs à silex du Dogger, ont un coefficient de recouvrement de 60 %,
- les calcaires crayeux du Crétacé sont généralement recouverts par des formations superficielles, lorsque le substratum contient des bancs de silex,
- les calcaires marneux et les marnes ne montrent jamais de couverture, à l'exception de quelques placages localisés et discontinus, avec sables argileux et galets quartzeux⁽¹⁾.

(1) ces derniers jalonnent d'ailleurs très souvent les limites des bassins versants des rivières actuelles.

Cette analyse poursuivie à une échelle plus détaillée entre Bandiat et Tardoire, avec des couvertures peu épaisses (inférieures à 2 m environ), souligne sur les calcaires durs, un coefficient de recouvrement compris entre 20 et 40 % très discontinu. Cette répartition, très irrégulière, caractéristique des secteurs du Karst ouvert, explique d'ailleurs la distribution cartographique complexe des sols dans ces secteurs généralement traités en association de sols sur les cartes pédologiques.

Ces constatations, faite à l'échelle régionale, soulignent le rôle particulier du substratum carbonaté dans le mode de conservation des produits détritiques ou résiduels. Cette structure piège semble en fait dépendante de la structure pétrographique de la roche. La présence d'accidents siliceux au sein de la roche joue, comme nous l'avons déjà souligné dans la deuxième partie (B III), un rôle déterminant dans la conservation des produits détritiques ou résiduels. Toutes les formations sédimentaires carbonatées contenant des silex sont pratiquement toujours recouvertes par des formations superficielles.

2 - ROLE DE LA TEXTURE DE LA ROCHE

La structure pétrographique de la roche calcaire, et en particulier son architecture cristalline (arrangements et rapports spartie/micrite), joue un rôle fondamental dans le mode de conservation des produits détritiques et résiduels au niveau des systèmes de porosité D. SOUMET (1976).

Les calcaires crayeux et argileux (sans silex) bien que très poreux mais présentant une architecture très fragile (absence de ciment calcaire) ne peuvent pas conserver de produits détritiques ce qui explique d'ailleurs, sur ce type de roche l'absence de couvertures détritiques et le développement de sols provenant uniquement de la fragmentation de la roche (rendzines grises à forte effervescence).

Les calcaires molassiques, bien que très poreux, mais présentant une structure pétrographique plus solide avec ciment sparitique, sont par contre susceptibles de conserver dans leurs pores des produits détritiques (sables ou argiles).

Les calcaires durs, peu poreux au niveau des microstructures, sont susceptibles par contre de conserver des matériaux détritiques dans leurs nombreuses fissures.

3 - ROLE " PIEGE " DU SUBSTRATUM CALCAIRE

L'étude de la distribution des formations superficielles, faite à l'échelle du bassin sédimentaire, comme celle de l'analyse pétrographique des zones de contact argiles/roches calcaires, souligne le rôle fondamental du substratum calcaire dans le devenir des produits détritiques ou résiduels en couverture. Ce rôle de structure piège existe en fait à plusieurs niveaux, comme nous l'avons schématisé sur le tableau VI ci-après.

Au cours des diverses étapes de creusement et d'évolution du relief à l'intérieur d'un même bassin sédimentaire, les matériaux détritiques ou résiduels de couverture, sont en fait redistribués dans l'espace et dans le temps, et conservés sur ou à l'intérieur du substratum calcaire, dans la mesure où la structure d'accueil existe, et ceci à différentes échelles. Au cours de chaque étapes sédimentologiques, ces matériaux sont ensuite modifiés par les phases pédologiques que nous avons schématisées sur ce même tableau VI.

La nature pétrographique du substratum calcaire apparaît déterminante pour guider le devenir des couvertures dans leurs modifications ultérieures, surtout lorsque cette couverture est peu épaisse - (voir étude des poches de dissolution, faite dans la deuxième partie B IV et G. CALLOT - 1972,).

Ce rôle particulier des roches calcaires, permet ainsi, à l'échelle d'une plate-forme calcaire, indépendamment des aspects climatiques, de préciser certains aspect dynamiques de l'organisation des matériaux détritiques ou résiduels, en relation avec la nature pétrographique du substratum calcaire.

Les arrangements présentent en fait une certaine logique d'organisation à différentes échelles d'observation, et sont susceptibles de définir un système sédimentologique ou géo-pédologique caractéristique d'un substratum calcaire donné. A titre d'exemple, les relations qui existent entre les argiles rouges kaoliniques et les calcaires durs du Dogger s'expriment :

- au niveau des relations massifs cristallins/bassin sédimentaire carbonaté,
par une accumulation importante en bordure du socle (cf. PLANCHE 10),
- au niveau du faciès,
par une accumulation massive dans les bancs à silex (cf. B III 5),
- au niveau local,
par des remplissages de poche (cf. B IV 2 et PLANCHE 20),
- au niveau des fissures,
un remplissage avec dépôts argileux lités complexes (cf. PLANCHE 19 A et 21 A),
- au niveau des pores de la roche,
par des revêtements argileux très fins dans les pores de dissolution de la roche (cf. PLANCHE 21 B).

Ces diverses inter-relations entre argile rouge et calcaire dur nous amènent ainsi à considérer pour cette région donnée, que toutes ces argiles rouges se sont mises en place avec un déplacement. Compte tenu de la très faible fraction d'argile résiduelle pré-existant dans la roche et des accumulations relatives qui se sont succédées au cours des diverses étapes de macro et micro-sédimentation, elles doivent en fait, être considérées comme allochtones par rapport au substratum calcaire sous-jacent.

Cette dynamique sédimentaire particulière aux calcaires durs sera en fait complètement différente sur un autre type de calcaire lorsque la structure piège de la roche changera.

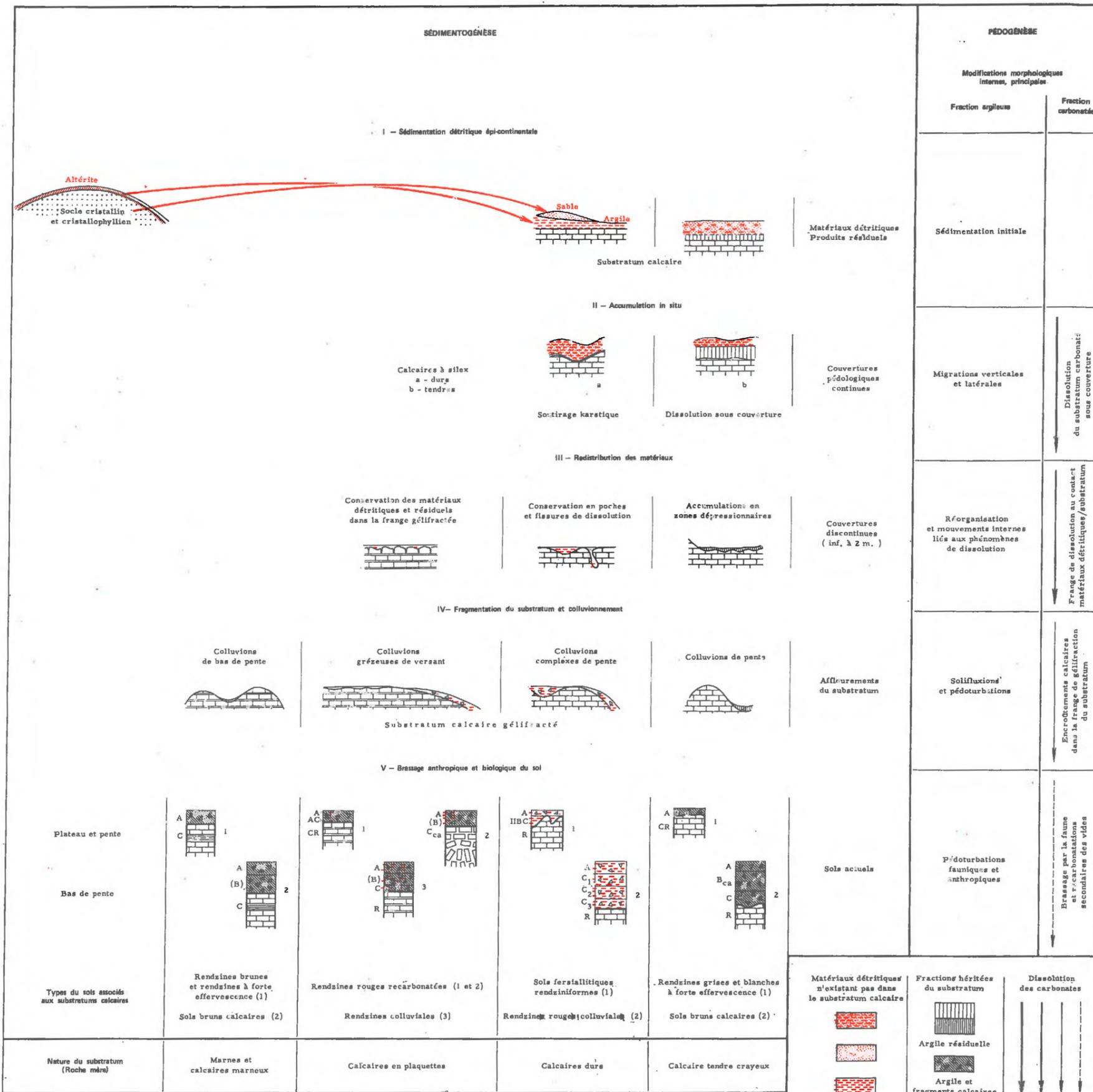


TABLEAU VI
 SYSTÈMES SÉDIMENTOLOGIQUES ET PÉDOLOGIQUES ASSOCIÉS A DIVERS SUBSTRATUMS CARBONATÉS
 (RÉGION NORD AQUITAINE)

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Initialement consacré à la cartographie des sols en Aquitaine septentrionale ce travail a été peu à peu orienté dans l'étude des relations qui existent à l'intérieur d'une plate-forme calcaire, entre les sols, les formations superficielles et le substratum géologique. Ces différents substratums calcaires constituent en fait des structures d'accueil où s'accumulent les formations superficielles, elles mêmes devenant à leur tour matériaux constitutifs de sols actuels.

Dans le domaine étudié la mosaïque de répartition géographique des sols et l'évolution des séquences de profils ne paraissent pas offrir une logique satisfaisante, dans un concept d'autochtonie généralisée des matériaux soumis à pédogénèse verticale ; l'auteur a de ce fait recherché si la connaissance des conditions de mobilité des matériaux n'aurait pas de valeur explicative plus grande. Une démarche géo-pédologique a été tentée. Elle s'appuie sur l'analyse cartographique des étapes de la genèse du relief en tant que cadre de l'évolution pédologique. Les données cartographiques ont ainsi été traitées à l'aide d'une méthode géométrique (méthode des " courbes enveloppes ") susceptible de restituer ces principaux stades de l'histoire régionale du relief. Dans les résultats de cette analyse nous dégagerons d'abord les conclusions relatives aux domaines sédimentologiques, puis pédologiques avant d'aborder certains aspects méthodologiques.

1 - DOMAINE SEDIMENTOLOGIQUE : Origine des formations superficielles en couverture sur le substratum calcaire

L'analyse spatiale de la distribution des formations superficielles en couverture sur la plate-forme calcaire nord-aquitaine, nous a permis de préciser le mode de mise en place des différents matériaux détritiques, appartenant en majeure partie à une sédimentation continentale fluviatile, cénozoïque (Sidérolithique des auteurs). Cette sédimentation détritique semble en relation avec diverses phases de rhéostasie tectonique, distribuant très largement des matériaux sur l'ensemble des plate-formes calcaires de toute la bordure ouest et nord-ouest du Massif Central. Les matériaux grossiers s'accumulent en bordure immédiate du Massif Central alors que les limons peuvent s'étendre très loin jusque sur le Massif Vendéen ; ce dernier ayant été affecté tardivement de montée tectonique. Cette analyse admet

comme hypothèse significatrice d'ailleurs très vraisemblable d'une couverture détritique continue jusqu'à la mer sur les calcaires, au début du Cénozoïque.

Notre étude limitée au domaine calcaire n'a envisagé l'analyse des formations superficielles de la bordure Ouest et Nord Ouest du Massif Central. L'utilisation de la méthode des " courbes enveloppes " dans le domaine cristallin serait susceptible d'apporter des informations précieuses sur la genèse de ces formations souvent appelées " paléosols ", et de mettre en relation leur mode de formation avec celui des couvertures étudiées sur la plate-forme calcaire.

Dans les limites actuelles de ce bassin sédimentaire, l'utilisation de la méthode géométrique des " courbes enveloppes ", apporte des informations particulièrement précieuses et vraisemblables dans le mode de mise en place des couvertures limoneuses originaires des micaschistes et surtout des sables et graviers originaires des roches à structure grenue, du Massif Central. Ce domaine d'étude demanderait à être encore élargi pour mieux comprendre la distribution des matériaux argileux pour lesquels les études minéralogiques et micromorphologiques effectuées au contact couverture/substratum, laisse apparaître selon les situations et nature du substratum, une origine détritique allochtone pour les argiles rouges kaoliniques à silex, et une origine résiduelle autochtone pour les argiles vertes à chailles et à silex.

2 - DOMAINE PEDOLOGIQUE : Mise en évidence des faits sédimentologiques dans les sols

A partir d'une analyse morphologique, mais surtout micromorphologique, nous nous sommes efforcés de mettre en évidence l'importance des phases sédimentologiques et des modifications post-sédimentaires dans les formations superficielles et les sols. Sur ces formations détritiques exondées au début du Cénozoïque, les horizons pédologiques des sols actuels s'appuient généralement sur des matériaux provenant d'une accumulation relative des éléments les plus résistants des niveaux sous-jacents (sables quartzeux et silex).

D'une manière générale dans ces couvertures pédologiques, en bonne situation de drainage, les transformations minéralogiques de la fraction argileuse restent très limitées, surtout dans les niveaux supérieurs (épiderme) continuellement remaniés au cours des phases d'érosion et sédimentation quaternaires. Sur les matériaux rubéfiés, en particulier (argiles rouges à silex, argiles rouges et rendzines rouges associées aux calcaires durs), le stock de la fraction fine du sol présente toujours un caractère déritique fortement marqué.

3 - ROLE DU SUBSTRATUM CALCAIRE DANS LA SEDIMENTATION CONTINENTALE : Rôle piège

L'analyse cartographique, à l'échelle du bassin sédimentaire laisse apparaître que la distribution des formations superficielles est liée à la présence d'accidents siliceux dans le substratum calcaire. Au cours de la décalcification, ces éléments siliceux constituent une maille rigide, protectrice des argiles. Ultérieurement ces dernières constitueront la chape de base des dépôts détritiques grossiers. Au cours des phases d'érosion essentiellement quaternaires qui succéderont à la sédimentation initiale, ces matériaux ne seront conservés sur ou dans les calcaires que si la roche offre une structure piège suffisante (poches, fissures, systèmes de porosité rigide).

Cette analyse souligne le rôle fondamental de la nature du substratum calcaire dans l'accumulation des formations superficielles et le développement des sols associés. Ce rôle de structure " piège " dépend essentiellement de la présence d'accidents siliceux, de la texture et des systèmes de porosité de la roche, comme nous avons pu l'observer aux différentes échelles de l'analyse.

4 - UTILISATION DES " COURBES ENVELOPPES " DANS LES DOMAINES PEDOLOGIQUES ET SEDIMENTOLOGIQUES

Le modelé des reliefs continentaux résulte d'une sorte de dialectique entre des facteurs internes d'expressions tectoniques (s.l.) et externes d'expressions climatiques (s.l.). L'interface lithosphère/atmosphère est l'objet de déformations fréquentes positives ou négatives d'origine interne. Sur ces irrégularités, les agents atmosphériques ont pour effet de libérer des forces de natures variées, physiques ou chimiques dont les actions tendent à l'élaboration de surfaces équipotentiels. Le modelé correspond donc à une succession d'étapes transitoires entre l'anomalie primitive de rugosité et cette surface idéale. Son type est fonction de la durée et de l'efficacité relative des actions de décomposition ou de transport des matériaux des secteurs surélevés. Si la durée actions climatiques est supérieure à celle des actions tectoniques, pour une région donnée, il se constituera en fonction du niveau de base local, une face du polyèdre circonscrit à la calotte équipotentielle.

En période biostatique, la profondeur des actions d'altération est à la limite dictée par l'altitude à laquelle se trouve la zone de saturation en eau des roches. La surface enveloppe de cette zone tend avec le temps vers une surface faiblement inclinée, en direction du niveau de base. L'instauration d'une phase rhexistatique conduit à la mobilisation des produits d'altération et à leur transfert vers des zones situées au-dessous du niveau de base. Le déblaiement de la surface de base des altérites et le comblement des dépressions conduit à l'établissement de vastes surfaces dites surfaces d'aplanissement. Dans le temps, entre deux déformations tectoniques, plusieurs éléments de surface pourront ainsi s'imbriquer et se superposer.

L'utilisation de la méthode des " courbes enveloppes " aura pour but de mettre en évidence toutes ces surfaces d'aplanissement, expression en fait de l'évolution des formes du relief. Cette méthode géométrique basée sur l'analyse des points cotés du relief actuel aboutit à la construction des modèles géométriques, pour lesquels la fiabilité des courbes élémentaires de chaque modèle sera forcément dépendante des informations recueillies (nombre de points cotés, fréquence et nature des affleurements).

Compte tenu des modifications tectoniques enregistrées également par cette méthode, chaque surface d'accumulation de matériaux à l'intérieur d'un bassin de réception pourra être mise en relation avec des surfaces d'érosion en zone surélevée.

Traités séparément, ces matériaux pourront à l'intérieur d'un même système argumenter différents modèles géométriques susceptibles de simuler leur mode de déplacement. Ultérieurement la superposition des différents modèles, pourra préciser la chronologie relative des dépôts et restituer l'histoire sédimentologique régionale.

A l'aide de cette méthode nous avons ainsi analysé, à l'échelle régionale, la succession des dépôts argileux, limoneux, sableux, et caillouteux, caractéristiques de la sédimentation continentale cénozoïque de cette région.

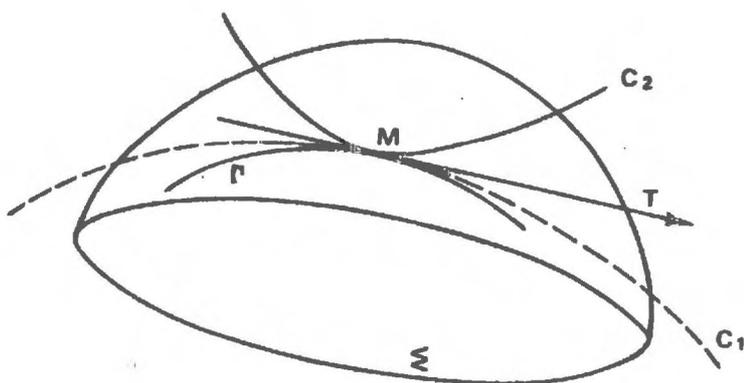
Dans le domaine pédologique, cette méthode des " courbes enveloppes " demanderait à être précisée, à une échelle de cartographie plus détaillée. Toutefois, nous avons pu à travers quelques exemples, mettre en relation certains faits sédimentologiques observés dans les sols avec l'évolution des formes du relief.

Dans les régions où l'évolution relative du relief local par rapport au contexte régional impose à la pédogénèse des superpositions d'activités, se dégage l'importance des critères sédimentologiques, dans la différenciation des sols et formations superficielles évoluant sur substratum calcaire.

L'auteur ne s'est pas proposé de donner à son travail un caractère exhaustif, il eut fallu développer l'analyse géochimique détaillée pour aborder les problèmes de néogénèse et de transformation dans les sols (suivre les migrations du fer et de la silice). Toutefois son objectif aura été atteint s'il a pu dessiner le film du décor changeant de l'évolution du relief et préciser les conditions générales d'évolution mécanique des matériaux dans le domaine considéré, comme il apparaît dans l'organigramme du tableau VII final.

ANNEXES

RAPPELS MATHÉMATIQUES RELATIFS AUX ENVELOPPES DANS L'ESPACE



COURBE ENVELOPPE D'UNE SURFACE (figure ci-dessus)

Soit une surface S sur laquelle lui appartient une courbe Γ , on dit que cette courbe Γ admet pour enveloppe la courbe C , si C est Γ sont tangentes en M à cette surface. M est appelé point caractéristique, il s'appuie d'ailleurs sur la tangente T à la courbe Γ . Il existe deux situations possibles de la courbe C , C_1 et C_2 , courbes toutes deux d'ailleurs tangentes à la droite T .

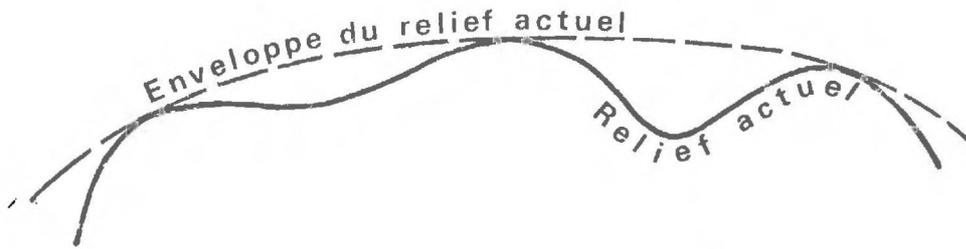
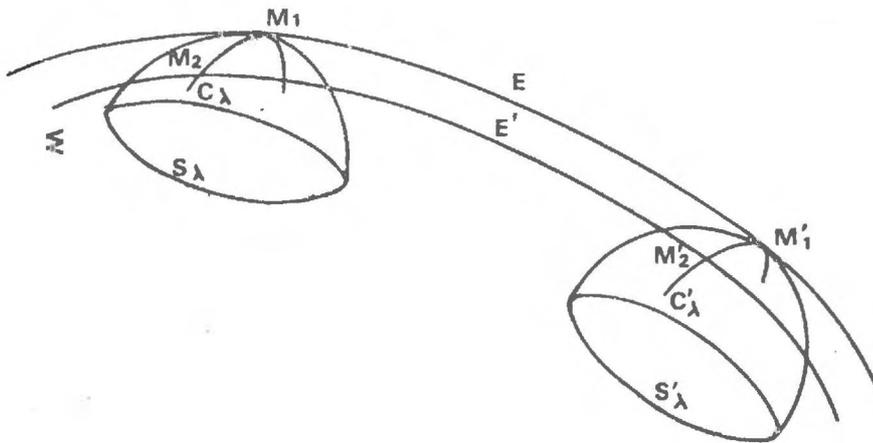
ENVELOPPE D'UNE FAMILLE DE SURFACES DEPANDANT D'UN PARAMETRE

Soit deux surfaces S_λ et S'_λ définies par les équations implicites :

$$S_\lambda \quad f(x, y, z) = 0 \quad (1)$$

$$S'_\lambda \quad f'(x, y, z) = 0 \quad (2)$$

On montre qu'il existe une infinité de courbes E qui s'appuient sur les courbes C_λ représentées par les équations (1) et (2).



$$C_\lambda \left\{ \begin{array}{l} f(x, y, z) = 0 \\ f'(x, y, z) = 0 \end{array} \right.$$

Ces couches C_λ engendrent une surface enveloppante Σ sur laquelle s'appuient toutes les courbes E . La surface S_λ est tangente à Σ en tous points de C_λ . C_λ est appelée courbe caractéristique.

ENVELOPPE D'UNE FAMILLE DE SURFACES DEPENDANT DE DEUX PARAMETRES

Soit une surface $S_{\lambda\mu}$ définie par l'équation $f(x, y, z, \lambda, \mu) = 0$. Il existe sur $S_{\lambda\mu}$ un point M tel que λ et μ variant, M engendre une surface tangente à la surface $S_{\lambda\mu}$. La surface Σ enveloppe, des surfaces $S_{\lambda\mu}$ existe, à condition de choisir le point M à l'intersection de $S_{\lambda\mu}$ et des surfaces :

$$\begin{array}{l} f(x, y, z, \lambda, \mu) = 0 \\ f'(x, y, z, \lambda, \mu) = 0 \end{array}$$

Dans le cas précédent, relatif à une famille de surface, dépendant d'un paramètre, la surface S λ avait contact en tous points de la courbe caractéristique ; dans ce cas la surface S μ ne touche son enveloppe qu'en des points isolés.

Lorsque l'on reconstitue la surface enveloppante d'un paysage, cette surface enveloppante est en contact de manière discontinue avec le relief actuel et se rapporte donc à l'enveloppe d'une famille de surface dépendant de deux paramètres. Dans le milieu naturel, ces deux paramètres commandant l'évolution du relief sont en première approximation :

- d'une part, l'ensemble des forces agissantes déclanchant l'érosion (tectonique, climat),
- d'autre part, les forces résistantes (nature des matériaux et conditions de dépôts).

Dans la mesure où l'on peut contrôler suffisamment ces paramètres, les variations des surfaces enveloppantes sont donc susceptibles de renseigner sur l'un ou l'autre des facteurs conditionnant l'évolution du relief et par là-même, sur le déplacement des matériaux.

GLOSSAIRE DES TERMES UTILISES

DANS LA DESCRIPTION MICROMORPHOLOGIQUE DES SOLS

(Définitions de R. BREWER d'après M. JAMAGNE et N. FEDOROFF)

Le fond matriciel englobe tout le matériel d'un agrégat élémentaire ou le matériel non agrégé dans lequel se développe la pédogénèse. Il comprend le plasma, le squelette et les vides.

Le plasma est la fraction du sol qui peut être déplacée, réorganisée et concentrée par des processus pédogénétiques. Il comprend tout le matériel, minéral et organique, dont la taille n'excède pas 2 μ .

L'assemblage élémentaire définit le mode de répartition des constituants les plus simples parmi le squelette, le plasma, la matière organique non colloïdale, associés à des agrégats ou non. Il peut être :

- porphyrique, le plasma apparaît comme une masse dense dans laquelle sont sertis les grains du squelette à la manière des phénocristaux dans une roche porphyroïde ;
- aggloméré, le plasma apparaît comme un remplissage assez lâche entre les grains du squelette ;
- intertextique, les grains du squelette sont liés par des ponts plasmiques ou sont disposés dans un plasma poreux ;
- granulaire, le plasma est absent.

La description des assemblages plasmiques est basée sur l'interprétation des propriétés optiques en nicols croisés. On décrit le mode de répartition des domaines biréfringents et le degré d'orientation des argiles minéralogiques.

Une séparation plasmique correspond à un changement significatif dans la répartition des constituants plutôt qu'à un changement dans la concentration d'une quelconque fraction du plasma.

Une concentration plasmique correspond à un changement dans la concentration d'une quelconque fraction du plasma.

Un assemblage plasmique sans séparation plasmique est dit asépique, celui qui en possède est appelé sépique. On classe les assemblages plasmiques sépiques en :

- insépique, les séparations plasmiques à orientation striée constituent des plages isolées dans un plasma non biréfringent ;
- mosépique, les séparations plasmiques orientées, mais non ordonnées sont prépondérantes dans le plasma ;
- vosépique, les séparations plasmiques sont disposées parallèlement aux parois des vides ;
- squelepique, les grains du squelette possèdent une auréole orientée ;
- masépique, les séparations plasmiques se regroupent suivant des directions privilégiées ;
- lattisépique, les séparations plasmiques discontinues, courtes, de forme elliptique se regroupent suivant deux directions perpendiculaires ;
- omnisépique, les séparations plasmiques disposées sans ordre couvrent tout le plasma.

Un cutane est, soit une modification in situ du plasma, soit une concentration d'un constituant particulier du sol sur une surface naturelle. Il peut être formé de n'importe quel constituant du sol. Nous utilisons parfois un terme plus imagé, celui de revêtement, sa définition n'est pas aussi précise que celle de cutane.

Suivant la composition des cutanes, on distingue des :

- argilanes, les minéraux argileux y prédominent, ils sont jaune clair, quelquefois blancs ; nous avons utilisé le terme de revêtement argileux ;
- ferri-argilanes, mélange de minéraux argileux et d'oxydes ou hydroxydes de fer ; nous avons utilisé le terme de revêtement ferri-argileux ;
- calcitanes, concentration de carbonate de calcium (de néo-formation) ;
- sesquanes, les sesquioxydes y prédominent.

D'après leur origine, les cutanes sont classées en cutanes d'illuviation, en cutanes de diffusion et en cutanes de tension.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

	Pages
Figure 1 - Mouvements tectoniques du socle primaire.	8
Figure 2 - Principaux faciès calcaires de la bordure nord aquitaine pendant le Jurassique.	11
Figure 3 - Schéma synthétique de la répartition des formations superficielles, en fonction de la nature du substratum calcaire.	18
Figure 4 - " Terres à châtaigniers " sur substratum calcaire à silex du Dogger.	20
Figure 5 - Diffractogrammes comparés de la fraction argileuse d'une " Terre à châtaigniers " et d'une rendzine rouge, sur calcaire dur du Dogger (Plaine de Niort).	24
Figure 6 - Diffractogrammes de la fraction argileuse des sols, sur argile verte et calcaire crayeux.	33
Figure 7 - Minéralogie comparée de la fraction argileuse des sols, sur argile verte à silex et calcaires crayeux.	35
Figure 8 - Mode de formation comparée des argiles à silex, sur calcaire dur et sur calcaire tendre crayeux.	38
Figure 9 - Poche de remplissage sur calcaire dur corallien.	42
Figure 10 - Mode de remplissage d'une poche de dissolution à noyau sableux, par soutirage karstique.	46
Figure 11 - Relations topographiques entre les couvertures pédologiques, le substratum calcaire et le socle primaire.	54
Figure 12 - Extension spatiale des formations superficielles à l'intérieur du bassin sédimentaire Nord-Aquitain.	55
Figure 13 - Construction des courbes enveloppes.	58
Figure 14 - Signification géométrique des courbes enveloppes ou isohypses.	62
Figure 15 - Relations entre les familles de " courbes enveloppes " en zone d'ablation et en zone de dépôt.	64
Tableau 1 - Pétrographie et minéralogie des principaux faciès calcaires du Nord Charente.	13
Tableau 2 - Micromorphologie des " Terres à châtaigniers ".	22
Tableau 3 - Caractéristiques micromorphologiques des sols sur argile rouge à silex.	28
Tableau 4 - Organisation micromorphologique de quelques poches et fissures de remplissage sur calcaire dur.	44
Tableau 5 - Analyse statistique de la distribution des couvertures pédologiques, à l'échelle du bassin sédimentaire.	78
Tableau 6 - Systèmes sédimentologiques et pédologiques associés aux divers substratums calcaires.	81
Tableau 7 - Inter-relations sols-formations superficielles-substratum calcaire.	87

BIBLIOGRAPHIE

Nota : Pour la bibliographie régionale voir :

- Etude pédologique du Bassin de la Charente non domaniale (1970),
- Notice explicative de la carte pédologique de France au 1/100.000, feuille Angoulême (1975).

- ARTHAUD F. et CHOUKROUNE P. (1972) - Méthode d'analyse de la tectonique cassante à l'aide des microstructures dans les zones peu déformées. Exemple de la plate-forme Nord - Aquitaine. Revue Inst. du Pétrole et Ann. des combustibles liquides, Vol. XXVII-n°5 Septembre-Octobre 1972.
- BAIZE D. (1972) - Les sols développés dans la couverture des plateaux jurassiques de Bourgogne. Pédogénèse et origine. Science du Sol n° 1 pp. 37-46.
- BAULIG H. (1934) - Présentation d'une carte générale des anciennes surfaces d'aplanissement dans le Massif Central de la France. Compte Rendu Congrès International de Géographie de Varsovie 1934, t. II, p. 447-451.
- (1952) - Surfaces d'aplanissement - Ann. de Géo. Paris LXI pp. 162-183 et 245-262
- BIROT P. (1958) - Morphologie structurale. Tome II - Type d'évolution du relief. Théorie orogénique. Collection ORBIS. PUF.
- BOCQUIER G. (1973) - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse 350 p. et figures. Mémoires ORSTOM.
- BONFILS P. (1976) - Notice explicative de la feuille pédologique de Brive à 1/100 000 - S.E.S.C.P.F. Versailles.
- BORNAND M. et CHAMLEY H. (1975) - Observation sur la sédimentation argileuse du Miocène supérieur ou Pléistocène dans la vallée moyenne du Rhône. Bull. Group. Franc. Argiles, t. XXVII, pp. 87-96.
- BOTTNER P. (1971) - La pédogénèse sur roches mères calcaires dans une séquence bioclimatique méditerranéo-alpine du Sud de la France. Thèse Faculté des Sciences de Montpellier. Avril 1971, 271 p. et annexes.
- BOTTNER P. (1972) - La pédogénèse sur roches mères calcaires tendres dans les étages bioclimatiques montagnards subalpins et alpins des Préalpes françaises du Sud. Science du Sol, n° 1, p. 63-78.
- BOULAINÉ J. (1972) - Au sujet de quelques sols formés sur roches calcaires en climat perhumide frais (Jura méridional). Science du Sol n° 1, pp. 79-84.
- BOULANGE B. PAQUET H. et BOCQUIER (1975) - Le rôle de l'argile dans la migration et l'accumulation de l'alumine de certaines bauxites tropicales. C. R. Acad. Sciences, Paris t. 280 - Série D, 2183-2186.

- BOULET R. (1974) - Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta. Equilibres , Equilibres dynamiques et biclimatiques. Thèse. Université Louis Pasteur de Strasbourg. CNRS n° AO 9953.
- BRESSON J.M. (1974) - Rubéfaction récente des sols sous climat tempéré humide. Séquence évolutive sur fluvioglaciale dans le Jura méridional. Etude de microscopie intégrée. Thèse 3ème Cycle. Université Paris VI.
- CADILLON M. (1970) - Les sols des Causses du Larzac. Thèse 3ème Cycle. Option pédologie. Fac. Sciences Montpellier.
- CAGNAC G., RAMIS E. et COMMEAU J. (1963) - Applications de l'analyse à la géométrie. Nouveau cours de Mathématiques spéciales. Masson et Cie.
- CAVELIER Cl. et KINTZ G. (1974) - Découverte du Pliocène marin (Redonien) à Valmont (S.M.) dans le pays de Caux. Conséquences sur l'âge post redonien des argiles rouges à silex de Haute Normandie. B.S.G.F. supplément au tome XVI n° 6
- CALLOT G. (1971) - Etude pédologique du Bassin de la Charente non domaniale. Notice et carte à 1/100.000 - S.E.S. INRA Montpellier, 200 p.
- CALLOT G. (1972) - Les " Terres de Groies " développées sur calcaire jurassique en Charente. Facteurs de différenciation des sols. Science du Sol, n° 1 - 2.
- CALLOT G. (1972) - Micromorphologie des sols rouges de Charente. Bull. AFES n° 1-2, pp. 72-80.
- CALLOT G. (1974) - Etude pédologique de la vallée du Thouet. S.E.S. n° 223 - INRA Montpellier, 70 p. Annexes et cartes.
- CALLOT G. (1975) - Feuille Angoulême H 16 - 1/100.000 Carte et notice explicative. SESCPF INRA Versailles, 171 p.
- CARTES GEOLOGIQUES DE LA FRANCE - Feuilles : Périgueux, Jonzac, Saintes, Angoulême, Rochechouart, Tulle, Limoges, La Rochelle, St Jean d'Angély, Confolens, Guéret, Aigurande, Poitiers, Niort, Fontenay, La Roche-sur-Yon, Bressuire, Châtellerault, Chateauroux, Saumur, Cholet à 1/80.000 -
- CARTES GEOLOGIQUES DE LA FRANCE - Feuilles : La Rochelle, Clermont-Ferrand à 1/320.000 -
- CASSOUDEBAT M. et PLATEL J.P. (1976) - Sédimentologie et Paléogéographie du Turonien de la bordure septentrionale du Bassin Aquitain. Bull. du B.R.G.M. - Sect. 1 ou 4 (à paraître en 1976).
- COLLOQUE SUR LES ARGILES A SILEX DU BASSIN DE PARIS (1967) - Mém. Hors série n° 4 de la Société Géologique de France.
- COMBES P.J. (1969) - Recherches sur la genèse des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). Mémoires du Centre d'Etudes et de Recherches Géologiques et Hydrogéologiques. Université de Montpellier. Fac. Sciences, 1969 - Tomes III - IV .
- CHAMAYOU H. (1972) - Les argiles et le sci. D.E.A. de Pédologie - ENSA Montpellier. Ronéo 73 p.
- COMBES P.J. (1972) - Les différents types de bauxites sur substratum carbonaté dans le Languedoc et l'Ariège. Remarques sur la notion d'allochtonie et d'autochtonie. C.R. Acad. Sciences Paris. t. 274, pp. 1613-1616 (13 mars 1972).

- COQUAND H. (1958 - 1962) - Description physique, géologique, paléontologique et minéralogique du département de la Charente. T. I et II - Dodiviers et Cie - Editeurs.
- COUDERC J.M. et YVARD (1974) - Les cailloutis à quartz du Chatelleraudais. Essais d'interprétation. Revue Nécis n° 82, avril juin 1974.
- DEMANGEON A. (1914 - 15) - Le relief du Limousin. Annales de Géog. XIX, pp. 120 - 149.
- DERRUAU M. (1958) - Précis de Géomorphologie. Deuxième édition. 496 p. Masson Editeurs. Paris.
- DEWOLF Y. (1973) - A propos des argiles à silex : essai de typologie. Texte Ronéo, dif. limitée 44 p.
- DUCLOUX J. (1970) - L'horizon Béta des sols lessivés sur substratum calcaire de la plaine poitevine. AFES n° 3 - 1970
- DUCLOUX J. (1973) - Essai de quantification au niveau micromorphologique. Application aux sols d'une toposéquence sur substratum calcaire de la plaine vendéenne. Science du Sol n° 2.
- DUCHAUFOUR Ph. (1968) - L'évolution des sols. Essais sur la dynamique des profils. Masson et Cie. 94 p.
- DUPUIS M. (1969) - Dosage des carbonates dans les fractions granulométriques de quelques sols calcaires et dolomitiques. Ann. Agron. 20 (I), 61-68.
- DURAND R. et DUTIL P. (1972) - Evolution des sols en milieu calcimagnésique. Science du Sol, n° 1 - pp. 25-35.
- DUTIL P. (1965) - Etude pédologique du Bassin de la Tude. CRASO - INRA Pont de la Maye. Rapport et Cartes. Ronéo.
- DUTIL P. (1966) - Etude pédologique du Bassin du Né. INRA CRASO Pont de la Maye. Rapport et cartes. Ronéo.
- ENJALBERT H. (1960) - Les pays aquitains. Le modelé et les sols. Tome I - Impr. Bière. Bordeaux.
- ERHART H. (1956 et 1967) - La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Paris Masson et Cie. Edit. 1ère édition 1 vol. 88 p. 1956, 2ème édition 1 vol. 178 p. 1967.
- FAVROT J.C. et BOUZIGUES R. (1975) - Etude pédologique du Pays d'Ouche. Rapport général et cartes n° 10 - 11 - 12. S.E.S. INRA Montpellier n° 237.
- FREYTET P. (1971) - Paléosols résiduels et paléosols alluviaux hydromorphes associés aux dépôts fluviatiles dans le Crétacé supérieur et l'Eocène basal du Languedoc. Revue de Géol. phys. et de Géol. dyn. Vol. XIII - Fasc. 3, Juin - Juillet.
- GABILLY J. (1962) - Les variations de la sédimentation du Lias et du Jurassique en relation avec le seuil du Poitou. Colloque sur les seuils en géologie. 87ème Congrès Soc. Savantes Poitiers.
- GEORGE P. (1942) - Les sédiments lacustres de la Champagne tourangelle. Contribution à l'étude des meulière et de leur altération. Bull. Soc. Géol. France, p. 251.
- GEZEB., DURAND-DELGA M., CAVAILLE A. (1947) - Cycles sédimentaires et épisodes tectoniques d'âge secondaire dans les Causses méridionaux du Quercy. C.R. Ac. Sc. t. CC XXIV, p. 133 - 135.

- GLANGEAUD Ph. (1895) - Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central, Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le Bassin de l'Aquitaine, Thèse Paris, Lib. Polyth. Baudry et Cie.
- GLANGEAUD L. (1970) - La méthodologie géodynamique des ensembles naturels bornés (n. o. d. s.). Ses applications à l'évolution des grands ensembles mégamétriques terrestres. Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn., Vol XII - Fasc. 5, pp. 465-492.
- GOTTIS M. (1957) - Contribution à la connaissance géologique du Bas-Languedoc. Thèse Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier, Juin 1957, 344 p.
- GOTTIS M. (1972) - Morphologie et déformations mioplioquaternaires des Pyrénées. C. R. Ac. Science, t 275, pp. 1199-1202
- GOTTIS M. et DELFAUD J. (1971) - Réflexions sur un modèle géodynamique à propos de la sédimentation du Jurassique périgourdin et quercynois. Revue de Géog. Phys. et de Géol. Dyn. (2). Vol. XII, Fasc. 3, pp. 207-232.
- GOTTIS M. et PRUD'HOMME (1964) - Propos sur la tectonique vivante ; quelques particularités des réseaux hydrographiques et leurs relations avec des mouvements tectogénétiques récents. Soc. Lim. Bx - Vol. 100, pp. 33, 38, 2pl.
- GUILLEN Y. et LAUTRIDOUR JP. (1970) - Recherches de géolifraction expérimentale du Centre de Géomorphologie. Calcaires des Charentes. C.N.R.S. Caen, Bull. trimestriel n°5, 50 p.
- GURY et DUCHAUFOR Ph. (1972) - Contribution à l'étude de l'évolution des sols en milieu calcimagnésique. Science du Sol, n° 1, pp. 25-36.
- HENIN S., GRAS R., MONNIER G. (1969) - Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Masson et Cie Editeurs.
- HUMBERT L. (1972) - Recherche méthodologique pour la restitution de l'histoire bio-sédimentaire d'un bassin. Revue de l'I. F. P. XXVII, Janv. Fév. n° 1, pp. 1-50 et Mars Avril n° 2, pp. 165-198 et Mai-Juin n° 3, pp. 321-368, 1972.
- JAMAGNE M., BLIET L., REMY JC. (1970) - Contribution à l'étude pédologique et agronomique des sols argileux du Bassin Parisien, La Haute Brie. Ann. Agron. 1970, 21 (2), 119-157.
- JAMAGNE M., FEDOROFF N. (1969) - Comparaison micromorphologique de quelques sols sur limon du Bassin Parisien. Mém. h. ser. Soc. Géologique de France, n° 5, pp. 73-79
- JAMAGNE M. (1973) - Contribution à l'étude pédogénétique des formations loessiques du Nord de la France. Thèse, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat Gembloux (Belgique) 445 p.
- KAUFMANN A. (1973) - Introduction à la Théorie des sous-ensembles flous. 1 - Eléments théoriques de base, 415 p. Masson et Cie.
- KLEIN Cl. (1970) - La "surface de l'argile à silex". Revue de Géog. Phys. et de Géol. Dyn. Deuxième série, juin-juillet 1970, Vol. XII - Fasc. 3, pp. 185-220, 7 fig.
- KLEIN Cl. (1974) - Tectogénèse et morphogénèse armoricaines et péri-armoricaines, Revue de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn. Deuxième série Janvier - Mars 1974 - Vol. XVI - Fasc. 1, pp. 87-99 - 1 fig. 5 cartes 1 tableau.
- KLINGEBIEL A. (1967) - Etude sédimentologique du Paléogène nord Aquitain. Interprétation lithostratigraphique et paléogéographique. Thèse, Bordeaux. Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitain n° 2.
- KULBICKI G. (1956) - Constitution et genèse des sédiments argileux sidérolithiques et lacustres du Nord et du Nord-Est de l'Aquitaine. Science de la Terre, Tome IV n° 1-2, Ann. de l'E. N. S. G. H. et de P. M. de l'Université de Nancy

- LAMOUREUX M. (1972) - Etude des sols formés sur roches carbonatées. Pédogénèse fersiallitique au Liban. Mém. ORSTOM n° 56 - 266 p.
- LAPPARENT (de) A. (1898) - Leçons de géographie physique. Masson et Cie. Deuxième édition revue et augmentée.
- LATOUCHE Cl. (1971) - Les argiles des bassins alluvionnaires aquitains et des dépendances océaniques. Contribution à l'étude d'un environnement. Mém. de l'Institut de Géol. du Bassin d'Aquitaine. Tome I - Thèse 1971.
- LEES Alan (1973) - Les dépôts carbonatés de plate-forme. Bull. Centre de Rech. Pau SNPA 7/1 pp. 177-192, 5 fig.
- LEGROS JP. (1975) - Occurrence des podzols dans l'Est du Massif Central. Science du Sol. AFES n° 1 - 1975.
- LENGUIN M. (1968) - Premières manifestations de l'orogénèse pyrénéenne dans le bassin de Carcassonne. Actes Soc. Lim. Bordeaux, t. 105, S.B. n° 11
- MACAR F. (1946) - Principes de géomorphologie normale. Etude des formes du terrain des régions à climat humide. Masson et Cie, 304 p.
- MARTONNE (de) E. (1955) - La France physique (première partie). Librairie A. Collin, 464 p.
- MATHIEU G. (1948) - Relations entre la paléogéographie du Jurassique et les failles tertiaires dans la région vendéenne (Vendée, Deux séries, Maine et Loire). B. S. G. F. 5ème série t. XVIII, n° 6 et 7.
- MATHIEU Cl. (1971) - Contribution à l'étude des formations argileuses à silex de Thierarche (France). Pédologie XXI, 15-94, 11 fig. 14 photos, 7 tableaux - Gand 1971.
- MATHIEU Cl. (1975) - Sur les argiles de décarbonatation de la craie dans le Nord de la France. Science du Sol, n° 3, pp. 183-206
- MATTAUER G. (1973) - Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre. 494 p. Herman. Paris. Collection Méthodes.
- MILLOT G. (1964) - Géologie des Argiles. Altération, Sédimentologie, Géochimie. Masson et Cie.
- MILLOT G. (1967) - Signification des études récentes sur les roches argileuses dans l'interprétation des faciès sédimentaires y compris les séries rouges. Sédimentologie, 8 pp. 259-280.
- MONNIER G. (1966) - Le concept de sol et son évolution. Science du Sol n° 1, pp. 89-111
- NAERT B. (1972) - Contribution à l'étude des sols de la région de Khémis du Sahel (Maroc). Pédogénèses actuelles et anciennes. Thèse 3ème Cycle. Faculté des Sciences et des Techniques, Montpellier - Juillet 1972.
- NAHON D. (1976) - Cuirasses ferrugineuses et encroûtements calcaires au Sénégal Occidental en Mauritanie. Systèmes évolutifs : géochimie, structure relais et coexistence. Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme - Marseille. Thèse.
- PEDRO G. (1972) - Les sols développés sur roches calcaires. Nature. Originalité et cadre général de leur évolution à la surface du globe. Science du Sol, n°1, pp. 5-18

- HEDRO G., DELMAS A. B. et SEDDOH F. K. (1975) - Sur la nécessité et l'importance d'une distinction fondamentale entre type et degré d'altération. Application au problème de la définition de la ferrallitisation. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 280.
- HERPILLOU A. (1931) - Les surfaces d'érosion tertiaire dans l'ouest et le sud-ouest du Massif Central. Compte-rendus Congrès Intern. de Géogr. Paris 1931 - t. II, 1ère partie, pp. 468-480
- PRUD'HOMME R. (1972) - Analyse morpho-structurale appliquée, à l'Aquitaine occidentale et au Golfe de Gascogne. Définition d'une méthodologie cartographique interprétative. Thèse d'Etat Bordeaux.
- RANGER J. (1974) - Les sols sur limons du Bocage Vendéen méridional. Thèse 3ème Cycle. Université Poitiers, Spécialité de Géologie. 118 p.
- REVEL JC. (1972) - Recherche sur l'origine de la rubéfaction des terres rouges méditerranéennes. Thèse pédologie. Faculté des Sciences de Strasbourg.
- ROBERT M., ISAMBERT M. et TESSIER D. (1973) - Etudes et premières interprétations de l'évolution des glauconites dans les sols. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 277.
- ROUSSET Cl. (1973) - Rôle de la karstologie dans l'élaboration des reconstitutions paléo-géographiques : les cycles karstiques en Provence. Revue de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn. 2ème série. Avril - Juillet 1973 - Vol. XV Fasc. 3, pp. 273-293.
- RUELLAN A. (1970) - Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes. Les sols à profils calcaires différenciés des plaines de la Basse Moulouya (Maroc Occidental). Mém. ORSTOM, Paris, 302 p.
- SCHOELLER H. (1941) - Etude sur le Sidérolithique du Lot et du Lot et Garonne, n° 206, tome XLII Bull. du Service de la Carte Géologique de France.
- SERONIE - VIVIEN et MICHELINE (1970) - Le Sénonien en Aquitaine septentrionale, ses stratotypes Coniacien, Santonien, Campanien - Thèse d'Etat, Fac. Sciences. Bordeaux.
- SERVAT E. et NAERT B. (1966) - Etude pédologique du Causse de Roquefort. S.E.S. n° 51 - INRA Montpellier, Déc. 1966
- SERVAT E. (1968) - Le Service d'Etude des Sols. Le concept de sol et la méthodologie de l'étude des sols. Mémoires et Documents, Année 1967, Vol. 6 - Editions CNRS
- SERVANT J. et BARTHES JP. (1970) - Etude pédologique du Bassin versant de la Lizonne (Dordogne Charente), 170 p. et cartes SES n° 125 - INRA Montpellier.
- SERVANT J. et BARTHES JP. (1971) - Etude pédologique de la région de Niort. 66 p. et cartes. SES n° 145 - INRA Montpellier.
- SERVICE D'ETUDE DES SOLS - MONTPELLIER (1972) - Sols paysages, aménagements. Travaux et publications. SES INRA Montpellier (34) - SES n° 175.
- SOUMET-DELAIGUE D. (1973) - Etude minéralogique de quelques faciès calcaires des Charentes et de leur altération. D.E.A. option Pédologie (Faculté des Sciences Montpellier).
- SOUMET-DELAIGUE D. (1976) - Incidences de la structure pétrographique des roches carbonatées sur leur susceptibilité à la dissolution. Exemple des calcaires des Charentes et des Causses de Roquefort. Thèse 3ème Cycle. Faculté des Sciences Montpellier (à paraître).
- STEINBERG M; (1967) - Contribution à l'étude des formations continentales du Poitou (Sidérolithique des auteurs). Thèse Fac. Orsay - Paris.

- STEINBERG M. (1967) - La théorie de la biorhexistasie dans le Centre Ouest de la France et les formations continentales. C.R. du Colloque sur la Biogéographie du Crétacé Eocène de la France méridionale. Trav. Lab. de Géochimie de la Biosphère. Ecole pratique des Hautes Etudes. Paris.
- STEINBERG M. (1968) - L'Eocène continental du détroit poitevin. Extr. du Mém. du B.R.G.M. n° 58 - Mai, 1968.
- STOOPS G. et MATHIEU Cl. (1970) - Aspects micromorphologiques des argiles à silex de Thié-rarche. Science du Sol n° 2, pp. 108-116.
- TERMIER H et G. () - Erosion et sédimentation. Masson et Cie.
- TRICART J. (1965) - Principes et méthodes de la géomorphologie. Masson et Cie. Edit.
- VERHEYE W. (1972) - Some classification problems in heavy textured red mediterranean soils with reference to the terra rossa in the southern bebanon. Pédologie XXII 2 p. 222-237 - 2 photos, 1 figure, 2 tableaux.
- VERHEYE W. (1973) - Formation, classification and land evaluation of soils in mediterranean areas with special reference to the Southern Lebanon. State University Ghent (Belgium), 122 p. Gent.
- VERHEYE W., de CONNINK F. et CAMMAERTS Cl. (1973) - Observations sur la nature et l'évolu-tion des minéraux argileux dans les Terra rossa du Liban Sud. AFES n° 1, pp. 33-48.
- VOUVE J. (1975) - Synthèse hydro-karstique régionale et reconstitution paléo-géologique de bassin. (Cas du Bassin Aquitain). Thèse hydrogéologie. Faculté des Sciences. Bordeaux. Ta-lence.

TABLE DES MATIERES

PREFACE	
INTRODUCTION	1
A - L'ENVIRONNEMENT REGIONAL	
CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE	5
I - GRANDS TRAITs DE LA TECTONIQUE REGIONALE	7
1 - Le dispositif structural régional	7
2 - Mouvements tectoniques contemporains de la sédimentation continentale cénozoïque	9
II - LE BASSIN SEDIMENTAIRE CARBONATE	10
1 - La sédimentation carbonatée	10
2 - Caractéristiques pétrographiques des principaux faciès de roches calcaires	12
III - PRINCIPALES ETAPES DE LA SEDIMENTATION DETRITIQUE CONTINENTALE	15
IV - LE CLIMAT (p. m.)	
B - ETUDE DE COUVERTURES PEDOLOGIQUES EN RELATION AVEC LE SUBSTRATUM CALCAIRE	
CHOIX DES EXEMPLES RETENUS	19
I - LIMONS ET ARGILES A SILEX REMANIES, DU POITOU ET DE LA PLAINE DE NIORT	21
1 - Etude des coupes caractéristiques	21
2 - Relations entre les sols sur calcaire et les "Terres à châtaigniers"	25

II - ARGILE ROUGE A SILEX, SUR CALCAIRE A SILEX DU DOGGER	25
1 - Organisations morphologiques des sols	25
2 - Etude des microstructures	27
III - ARGILE VERTE GLAUCONIEUSE A CHAILLE ET A SILEX, SUR CALCAIRE CRAYEUX DU CAMPANIEN	29
1 - Choix des profils pédologiques étudiés	29
2 - Organisation des structures pédologiques	30
3 - Minéralogie des constituants argileux	31
4 - Interprétation sédimentologique	36
Mode de formation comparée des argiles rouges et des argiles vertes à silex	37
IV - POCHEs ET FISSURES DE REMPLISSAGE SUR CALCAIRE DUR	40
1 - Dépressions argileuses	41
2 - Remplissage des poches de dissolution et fissures sur calcaire dur	41
C - RESTITUTION DE L'HISTOIRE SEDIMENTOLOGIQUE REGIONALE	
I - CARACTERISATION ET DISTRIBUTION DES COUVERTURES	49
1 - Caractéristiques générales des couvertures	50
2 - Distribution des couvertures sur la plate-forme calcaire Nord-Aquitaine	52
II - METHODE GEOMETRIQUE DES COURBES ENVELOPPES	56
1 - Principe de la méthode	56
2 - Construction du modèle géométrique	57
a - Choix de l'échelle et sélection des points cotés	57
b - Construction des courbes	59
c - Simplification du schéma originel - lissages	60
d - Signification géométrique des courbes enveloppes	62
e - Utilisation des courbes enveloppes en sédimentologie continentale	63
III - MISE EN PLACE DES MATERIAUX DETRITIQUES	66
1 - Répartition des argiles à silex	66
2 - Distribution des couvertures limoneuses	68

3 - Origine des sables et graviers de la bordure ouest du Limousin	69
4 - Dépôts des galets et cailloutis quartzeux	70
5 - Chronologie relative des dépôts	71

D - INTER - RELATIONS ENTRE LES FAITS SEDIMENTOLOGIQUES DES
SOLS, L'EVOLUTION DE RELIEF ET LA NATURE DU SUBSTRATUM
CALCAIRE

I - INTERPRETATION SEDIMENTOLOGIQUE DE QUELQUES SEQUENCES DE SOLS EN
RELATION AVEC L'EVOLUTION PALEO-MORPHOLOGIQUE

1 - Séquence de sols sur "Terres à châtaigniers" et calcaires durs du Dogger	74
2 - Mise en place des argiles vertes à silex et argiles vertes sur calcaire crayeux argileux à silex du Campanien	75
3 - Relation entre les principaux stades sédimentologiques d'un profil de sol, et l'évolution du relief	76

II - ROLE DU SUBSTRATUM CALCAIRE DANS LE MODE DE CONSERVATION DES
MATERIAUX DETRITIQUES

1 - Distribution des couvertures pédologiques, en fonction de la nature du substratum carbonaté, à l'échelle du bassin sédimentaire	77
2 - Rôle de la texture de la roche, au niveau des systèmes de porosité	79
3 - Rôle "piège" du substratum calcaire	79

CONCLUSIONS GENERALES

ANNEXES

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES