

LES FORMATIONS CALCAIRES REDISTRIBUEES DU JOVINIEN ET LES SOLS QUI EN SONT ISSUS

D. BAIZE⁽¹⁾

RESUME

La cartographie des sols de la région de Joigny (Yonne, France) a mis en évidence des formations superficielles calcaires qui couvrent de vastes superficies. Ces formations sont constituées d'un mélange d'éléments crayeux, de particules fines non calcaires (argile et limons) et d'éclats de silex auxquels s'ajoutent parfois, localement, des graviers de gaize ou des sables siliceux. Elles ont été appelées Formations Calcaires Redistribuées, ou FCR. Les FCR se situent en positions topographiques planes ou de faibles pentes, le plus souvent en exposition est ou nord-est. Elles se sont déposées par dessus toutes les roches de la région : craies, argiles, marnes, sables ou alluvions diverses.

Les FCR sont les roches-mères de sols de types et de morphologies diverses, qui vont des rendzines d'érosion jusqu'aux sols lessivés et planosols. L'étude de données granulométriques a permis de vérifier la parenté entre horizons E, S ou BT d'une part, et horizons C d'autre part. La répartition des sols dans les paysages est présentée sous forme de toposéquences, et leurs caractéristiques sont illustrées par des profils représentatifs.

L'évolution pédogénétique de ces sols à partir d'une même roche-mère est discutée. Il apparaît en particulier qu'il existe une relation étroite entre la position topographique, la constitution des FCR et la morphologie des sols qui en sont issus.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la cartographie des sols du département de l'Yonne, des prospections systématiques se poursuivent depuis 1969 au nord d'Auxerre. La carte à 1/50 000 de SAINT FLORENTIN a été publiée en 1977 [BAIZE et al.] celle de JOIGNY paraîtra à la fin de 1988. Ces deux feuilles recoupent trois régions naturelles (fig. 1) : la Champagne humide qui coïncide avec les affleurements du Crétacé inférieur, le plateau d'Othe et son équivalent occidental le plateau du Gâtinais et, entre les deux, la Champagne Jovinienne dont le substratum est constitué par les assises crayeuses cénomaniennes et turonniennes.

Dans cette dernière région, ont été observées des formations superficielles calcaires jaunâtres qui couvrent plus de 12 000 ha, en des positions paysagiques variées et qui constituent les roches-mères de sols de types et de morphologies diverses.

MOTS CLES : formation superficielle - pédogenèse - sols (morphologie) - sols (répartition - Joigny.

(1) INRA - Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France - Ardon, 45160 Olivet (France).

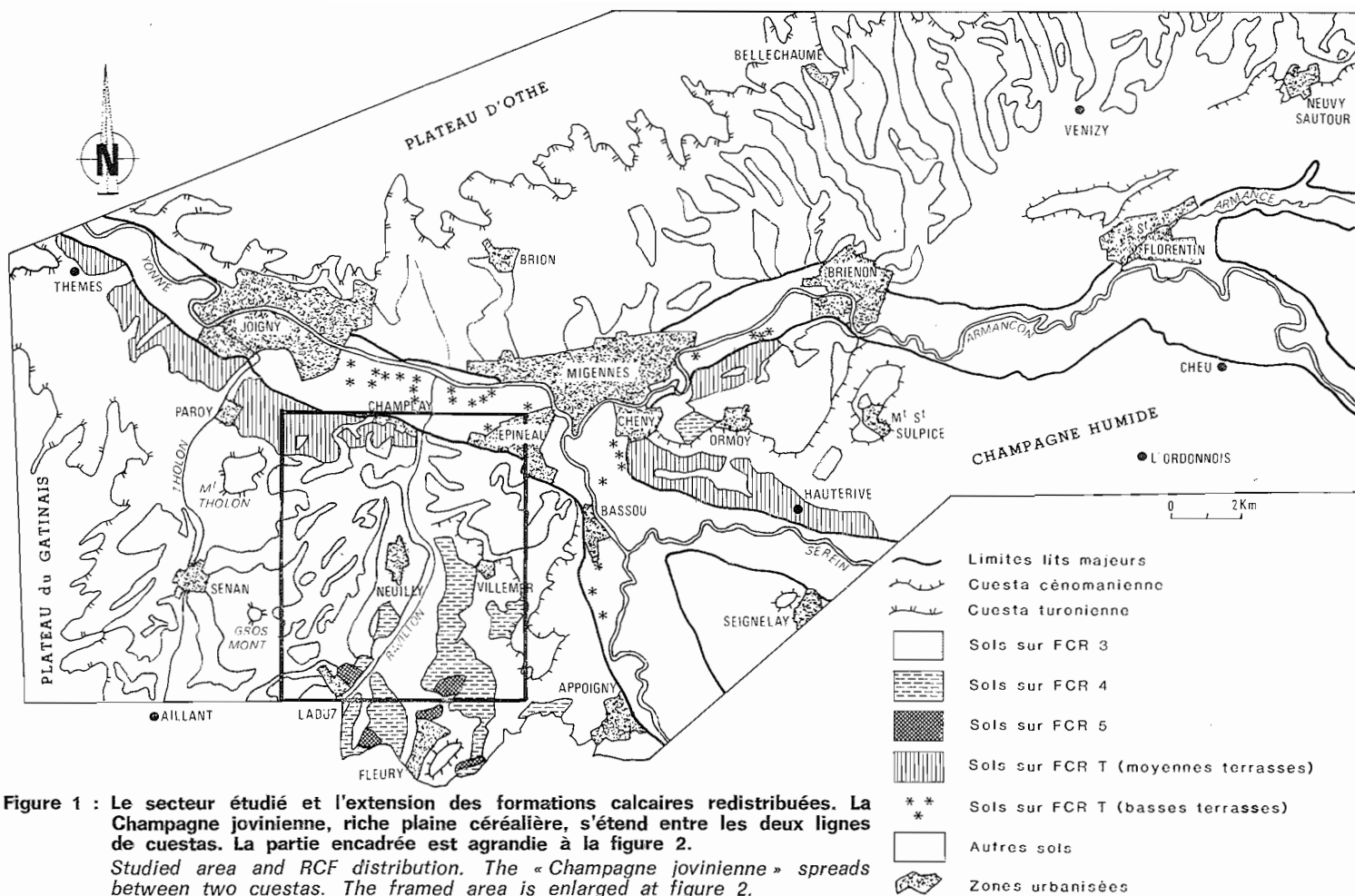


Figure 1 : Le secteur étudié et l'extension des formations calcaires redistribuées. La Champagne joviniennne, riche plaine céréalière, s'étend entre les deux lignes de cuestas. La partie encadrée est agrandie à la figure 2.

Studied area and RCF distribution. The « Champagne joviniennne » spreads between two cuestas. The framed area is enlarged at figure 2.

Baptisées initialement « bouillies », à cause de leur ressemblance avec des farines pour bébés, ces formations ont été ensuite désignées sous le nom de « limons crayeux redistribués » (BAIZE et al., 1977) du fait de leur constitution granulométrique. Dans cet article, la formule « formations calcaires redistribuées », ou FCR, a été préférée afin d'y inclure des faciès plus argileux rencontrés notamment au sud de la feuille, à proximité de Laduz et de Fleury-la-Vallée.

Ces formations sont signalées sur la carte géologique JOIGNY (VINCENT et al., 1976). Les notations SAc, Ac, K et peut-être LP2 correspondent aux FCR des pédologues tandis que les notations N, CRn, Sn et CP se rapportent sans doute aux sols les plus différenciés et les plus épais qui en sont issus.

Grâce aux données recueillies au cours de la prospection cartographique et à quelques résultats supplémentaires, il est possible de présenter une première synthèse en ce qui concerne les roches-mères (FCR) et les sols.

I - CADRE NATUREL ET METHODES

1. Les ensembles naturels

Le domaine d'existence des FCR se situe au cœur de la carte des sols à 1/50 000 JOIGNY (à paraître), dans l'angle nord-ouest de SAINT FLORENTIN (BAIZE et al., 1977) et à la partie nord de la feuille AUXERRE.

Le pendage des couches y est faible et régulier, ce qui est à l'origine d'une architecture générale monoclinale avec deux grandes lignes de « cuestas », cénomaniennes et turoniennes (fig. 1). Au plan physiographique, ce territoire peut être subdivisé en sept ensembles qui diffèrent à la fois par leur géologie, leur géomorphologie, leurs sols et par leur utilisation agricole. Du sud-est au nord-ouest, on rencontre successivement :

— *La Champagne Humide*, boisée, aux sols sableux et argileux, non calcaires, souvent hydromorphes (Albien inférieur et moyen),

— *une zone de transition albo-cénomaniennes* (argiles, marnes et bancs de gaize) aux sols argileux peu perméables, autrefois voués surtout à l'élevage,

— *La Champagne Jovinienne* (altitude < 160 m), riche plaine de grande culture, aux sols souvent calcaires et toujours perméables développés sur matériaux crayeux ou FCR,

— *Les versants de la « côte d'Othe »* et de la « *côte du Gâtinais* » où viennent affleurer et se mêler différents matériaux (silex, craie, argiles d'altération, sédiments tertiaires, etc...),

— *Les plateaux d'Othe et du Gâtinais*, situés à plus de 190 m d'altitude (argiles et sables tertiaires, épandages de silex, « limons des plateaux »), domaine des sols acides, hydromorphes ou à forte charge en silex, le plus souvent couverts de forêts.

— Par ailleurs, nous distinguerons les *basses terrasses* de l'Yonne, du Serein et de l'Armançon et une zone de *moyennes et hautes terrasses* alluviales, situées de 5 à 35 m au-dessus des basses terrasses.

Le climat de la Champagne Jovinienne est un climat tempéré humide de transition. Les températures moyennes annuelles se maintiennent entre 10 et 10,5°C, le mois de décembre étant le plus froid et juillet le plus chaud (2,7 et 18,5°C respectivement à Lordonnois). Les précipitations sont assez bien réparties tout au long de l'année. Elles sont plus faibles à l'ouest (661 mm à Aillant pour la période 1956-75) qu'à l'est (689 mm à Lordonnois pour la même période).

2. Echantillonnage et dénomination des sols et des horizons

Les diverses campagnes cartographiques réalisées sur le secteur ont permis de rassembler des centaines de descriptions de sondages à la tarière d'une profondeur de 1,20 m ou moins et 82 descriptions de profils pédologiques de caractérisation des unités cartographiques. Ces derniers n'ont que rarement dépassé 1 m de profondeur car leur objet n'était pas l'étude des FCR. En tout, 264 horizons ont été analysés dont 63 horizons C.

Les types de sols seront désignés en référence à la classification CPCS (1967). En revanche les horizons seront notés selon le nouveau système en cours d'élaboration (Référentiel Pédologique Français - Premières propositions, 1987) car ce dernier se prête mieux à la description des caractères essentiels des horizons, notamment des horizons labourés.

La notation employée est la suivante :

horizon E : horizon éluvié ou appauvri (ancien A2)
 horizon S : horizon « structural » ou d'altéraiton (ancien [B])
 horizon BT : horizon B textural ou illuvial (ancien Bt)
 horizon C : inchangé
 suffixe —L : labouré (ancien —p).

Nombre de sols développés à partir des FCR sont encore calcaires (rendzines ou sols bruns calcaires). Dans ces cas, le gradient de décarbonatation partielle est très progressif et c'est grâce à des considérations de structure et de couleur que l'on peut distinguer horizons SC et horizons C (roches-mères). Dans tous les autres cas (sols non calcaires), la distinction entre horizons S ou BT et C est aisée, car ces derniers sont calcaires, jaunâtres et mal structurés. Toutefois, leurs teneurs en calcaire varie de 6 à 86 %, selon leur degré de décarbonatation partielle.

3. Données analytiques

Certains profils ont fait l'objet d'études complémentaires, en particulier diffractométrie X des argiles, confection de lames minces, étude détaillée des fractions grossières. Seules certaines données ainsi acquises sont présentées ci-dessous.

En revanche la plupart de ces sols sont calcaires et contiennent quelques graviers. C'est pourquoi sont présentées systématiquement leur teneur en CaCO_3 (notée CO3T), leur teneur en éléments grossiers et la granulométrie (sans décarbonatation) de la terre fine. Les différentes fractions argiles, limons fins, limons grossiers, sables fins et sables grossiers seront respectivement notées A, LF, LG, SF et SG ($\text{LF} + \text{LG} = \text{LT}$ et $\text{SF} + \text{SG} = \text{ST}$).

La granulométrie du résidu insoluble après traitement à HCl a également été déterminée pour certains échantillons. Les résultats sont alors exprimés en proportions du résidu insoluble. En sols calcaires, il est ainsi possible de comparer la composition granulométrique du résidu insoluble des différents horizons et de tester l'unicité du matériau originel en faisant abstraction du degré de décarbonatation. De même, en sols non calcaires, il est possible de vérifier la parenté entre les horizons supérieurs et la FCR sous-jacente.

Cependant, les particules $< 2 \mu\text{m}$ étant susceptibles d'avoir migré par éluviation/illuviation, certaines confrontations granulométriques ont dû faire appel seulement aux fractions limoneuses et sableuses réputées plus stables chimiquement et peu mobiles. LF, LG, SF et SG insolubles sont alors exprimés en % de leur somme, sous la forme dite des « squelettes granulométriques » (BAIZE, 1980) (notation LFs, LGs, SFs et SGs).

II - RESULTATS

A) Les formations calcaires redistribuées

1. Caractérisation générale des FCR

Un certain nombre de caractères sont communs à toutes les FCR :

- leur couleur humide : 10 YR 5 à 6 / 5 à 6 ;
- l'absence de structure pédologique généralisée : structure continue, friable, aspect poudreux à sec ;
- une effervescence moyenne à très forte ;
- la présence très générale de nombreux calcitanes de chenaux (pseudo-mycelium) ;
- la présence fréquente, à la partie supérieure de l'horizon C, d'un véritable encroûtement de plusieurs centimètres d'épaisseur ;
- la faible abondance des éléments grossiers (1 à 12 %) et seulement des graviers : petits éclats anguleux de silex et graviers de craie friables et émoussés.

En revanche, d'autres caractères varient selon les faciès, le degré d'évolution pédologique du sol sus-jacent, ou d'un profil à l'autre. Il s'agit de :

- leurs granulométries (sans ou après traitement par HCl) ;
- leur teneur en calcaire ;
- la nature des graviers et des sables grossiers : présence possible de graviers friables de gaize et/ou de gravillons de quartz arrondis et/ou de petits fragments de grès ferrugineux (dont un banc existe dans l'Albien) ;
- l'épaisseur totale de la formation au-dessus du substrat géologique (40 cm à plus de 3 m).

Dès la phase de prospection sur le terrain, il a été possible de distinguer au moins quatre sortes de FCR, selon leurs principaux éléments constitutifs :

- les FCR A TROIS CONSTITUANTS (FCR 3) contiennent des éléments crayeux (graviers, sables et limons), des particules non calcaires < 50 µm et des éclats de silex de 2 à 10 mm ;
- les FCR A QUATRE CONSTITUANTS (FCR 4) contiennent, en plus des FCR 3, des graviers de gaize ;
- les FCR A CINQ CONSTITUANTS (FCR 5) contiennent, en plus des FCR 3, des graviers de gaize et des sables quartzeux assez grossiers ;
- les FCR DES TERRASSES (FCR T) ont paru analogues aux FCR 3, mais déposées sur des basses et moyennes terrasses alluviales des vallées de l'Yonne, du Serein ou de l'Armançon.

2. Les FCR 3

Les FCR 3 couvrent des superficies considérables en Champagne jovinienne, notamment au nord de l'Armançon ainsi qu'entre Yonne et Tholon. Elles sont généralement superposées aux craies cénomaniennes ou turoniennes en positions planes ou de faibles pentes. Mais, localement, on peut en observer au-dessus d'alluvions anciennes (gravière du Grand Longueron). Au sud de Neuilly, les marnes de Brienne constituent probablement le substrat. Au passage de la D. 14 sous l'autoroute A6 (profil I, figure 2), on observe la superposition d'une FCR 3 sur des sables albiens quartzeux (qui s'en trouvent consécutivement carbonatés).

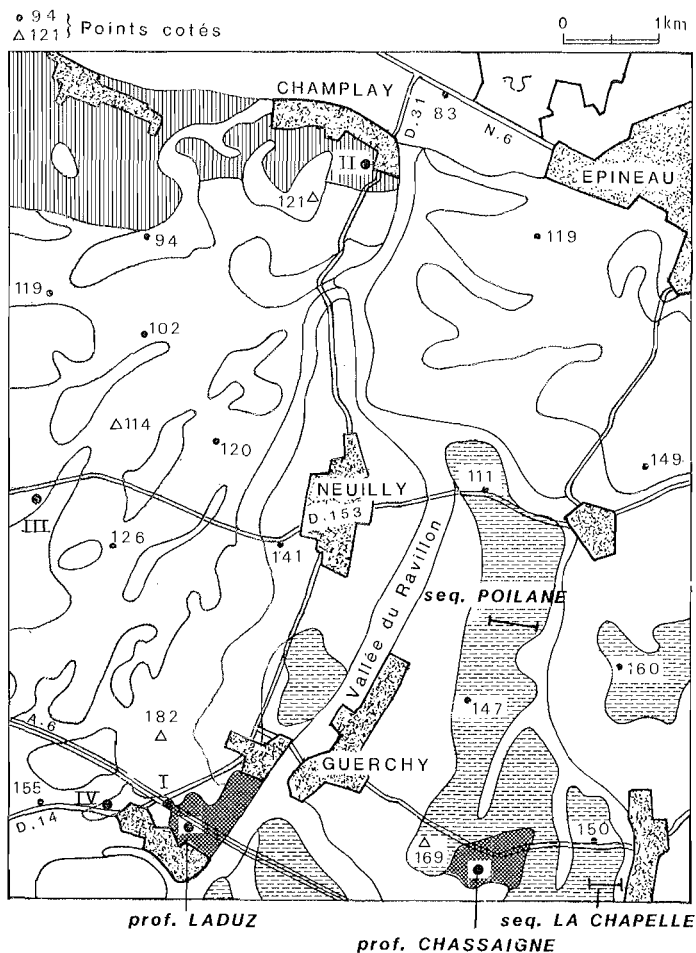


Figure 2 : Détail de la région de Neuilly (cf. fig. 1). Localisation des profils et des toposéquences cités dans le texte.

Enlarging of a part of figure 1. Profiles and toposequences positions.

Dans le secteur situé entre Joigny et Venizy, le relief s'organise de façon assez régulière. Se détachant du plateau d'Othe, de longues crêtes s'abaissent régulièrement du nord-ouest vers le sud-est. Selon des coupes perpendiculaires SW-NE, on observe une remarquable dissymétrie de versants (figure 3) :

- les versants exposés au sud-ouest ont une pente importante et semblent avoir subi une érosion assez intense ; les sols sont toujours calcaires et, le plus souvent, crayeux ;
- les versants exposés au nord-est ont une pente plus faible et ils sont entièrement recouverts par des FCR3 ; les sols y sont épais et complètement décarbonatés.

Entre la vallée du Ravillon et la ligne de crêtes qui passe par le Gros-Mont et le Mont Tholon, le paysage consiste en une plaine faiblement vallonnée qui s'élève régulièrement du nord (environ 90 m) vers le sud (150 m). Chaque thalweg et chaque crête, quoique peu marqués, constituent presque toujours la limite entre des sols crayeux en exposition ouest et des sols sur FCR3 en exposition est.

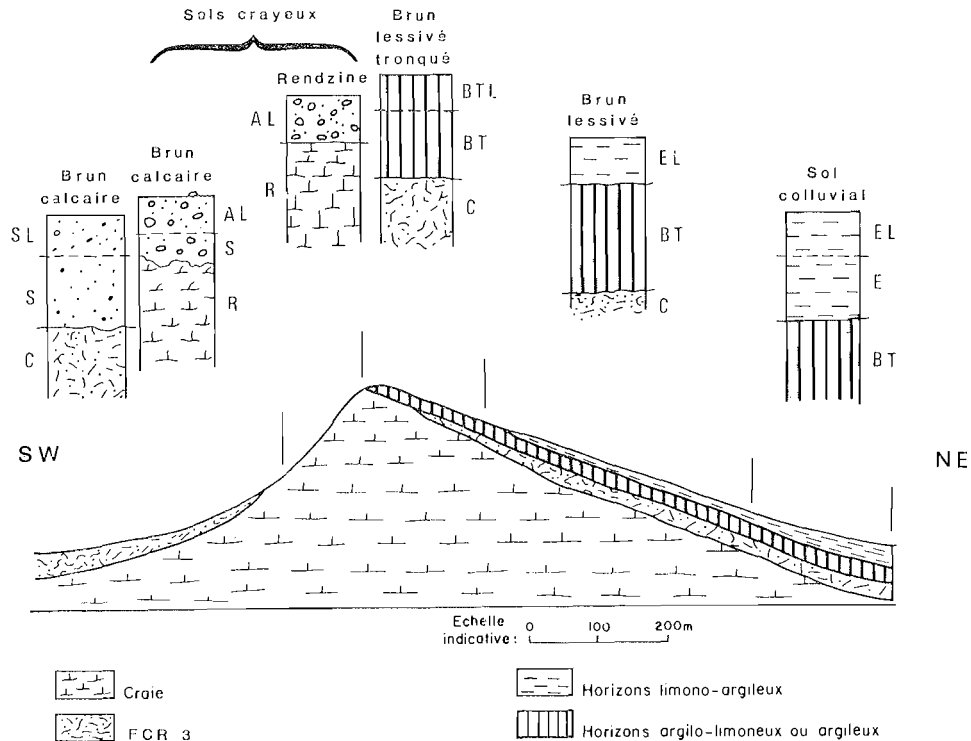


Figure 3 : Toposéquence des sols issus des FCR 3. Secteur au nord de l'Armançon (BAIZE, 1976).

Soil-sequence from RCF 3. North of the Armançon river.

3. Les FCR 4 et les FCR 5

Les FCR 4 et les FCR 5 sont localisées au sud du secteur étudié, en zone de transition albo-cénomaniennne, dans le quadrilatère Villemer, Neuilly, Laduz, Appoigny (figures 1 et 2). Elles couvrent, à des altitudes variées (100 à 170 m), des versants peu inclinés et toujours ceux exposés à l'est. La carte géologique précise qu'elles sont superposées à tous les substrats depuis l'Albien inférieur jusqu'à la craie du Cénomaien moyen, parfois sur plusieurs mètres d'épaisseur.

4. Les FCR T

Les FCR T sont observées au-dessus d'alluvions anciennes (moyennes terrasses, notées Fx et Fw sur les cartes géologiques) et aussi dans le lit majeur des vallées de l'Yonne ou de l'Armançon, sur de faibles épaisseurs, superposées à la « grève » la plus récente (alluvions gravelo-sableuses, calcaires et siliceuses, notées Fy).

Les FCR des moyennes terrasses constituent trois ensembles géographiques distincts :

- la terrasse d'Ormoÿ, en rive gauche de l'Armançon, à des altitudes relatives comprises entre + 3 et + 18 m ;

- la terrasse d'Hauterive à Cheny ; à des altitudes relatives comprises entre + 5 et + 20 m ;
- les terrasses de Champlay à Thèmes, en rive gauche de l'Yonne, en aval d'Epi-neau ; à des altitudes relatives comprises entre + 3 et + 28 m.

Hormis une exception (profil II, figure 2 : les alluvions anciennes graveleuses étant signalées à plus de 5 m de profondeur), les sols y sont complètement décarbonatés.

5. Caractéristiques granulométriques

Les caractéristiques granulométriques des FCR sont présentées sur le tableau I, tandis que les données individuelles qui leur sont relatives sont présentées aux figures 4, 5 et 6.

La figure 6 montre qu'il y a autant de LF que de LG dans toutes les FCR. Pour les FCR3, seule la teneur en argile est sensiblement modifiée selon qu'on se situe sous un sol calcaire ou non. A noter également (fig. 4) la ressemblance des granulométries sans décarbonatation des FCR4 (toujours sous-jacentes à des sols non calcaires) et celles des FCR3 situées actuellement sous des sols bruns calciques ou bruns lessivés.

Tableau I : Caractéristiques granulométriques et calcaire total des différentes FCR. Les valeurs moyennes sont indiquées entre parenthèses. Les résidus insolubles sont obtenus par décarbonatation des matériaux par HCl.

Granulometric data and total CaCO₃ of the different kinds of RCF. Mean values are in brackets. The insoluble fractions are measured after decarbo-nation with HCl.

		FCR 3 sous rendzines et bruns calcaires	FCR 3 sous bruns calciques ou b. lessivés	FCR 4	FCR 5	FCR T moyennes terrasses
CALCAIRE TOTAL	CO ₃ T	41 à 86 (65)	6 à 62 (37)	6 à 62 (26,5)		13 à 41 (30)
GRANULOMETRIES (sans décarbo- natation)	Textures	Lsa ou LAS	LAS, Als ou A	LAS, Als ou A	LAS ou Als	Sal, Las ou LAS
	A %	11 à 27 (19)	25 à 42 (32)	23 à 53 (35)	21 à 31 (25)	10 à 30 (22)
	SG %	4 à 23 (13)	4 à 19 (11)	2 à 15 (9)	17 à 25 (22)	10 à 31 (20)
GRANULOMETRIES DES RESIDUS INSOLUBLES	A %	27 à 48 (38)		32 à 50 (43)	23 à 37 (27)	
	LT %	44 à 68 (53)		33 à 48 (41)	24 à 37 (31)	
	ST %	3 à 19 (10)		4 à 27 (17)	30 à 50 (42)	
SQUELETTES GRANULOMETRI- QUES DES RESI- DUS INSOLUBLES	LF _s %	33 à 52 (42)		30 à 55 (38)	17 à 29 (22)	
	LG _s %	36 à 56 (43)		22 à 38 (33)	15 à 25 (21)	
	SF _s %	3 à 15 (7)		5 à 26 (16)	11 à 29 (19)	
	SG _s %	1 à 18 (8)		2 à 25 (13)	25 à 46 (38)	
						10 à 29 (19)
						15 à 40 (25)
						21 à 31 (27)
						10 à 45 (29)

Les FCR3 se caractérisent donc surtout par des teneurs notables en argiles et limons non calcaires et par leur faible taux de sables insolubles par HCl. FCR4 et 5 se distinguent surtout des FCR3 par leur plus grande richesse en sables siliceux, la séparation entre FCR4 et 5 se faisant exclusivement mais nettement sur la teneur en SG (fig. 6). Quant aux FCR T, elles ressemblent aux FCR5.

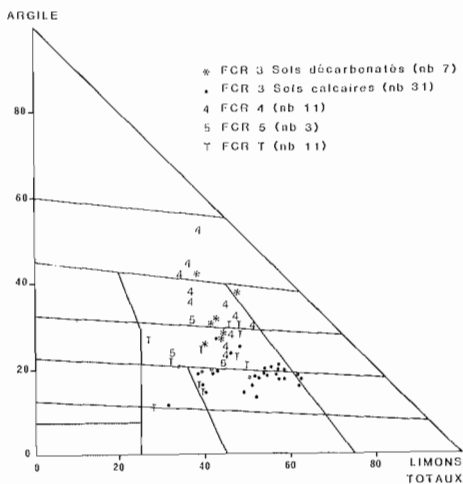


Figure 4 : Granulométries (sans décarbonatation) des horizons C calcaires des sols développés sur les Formations Calcaires Redistribuées. Classes texturales du GEPPA.

Particle-size distribution (without decarbonation) of the calcareous C horizons.

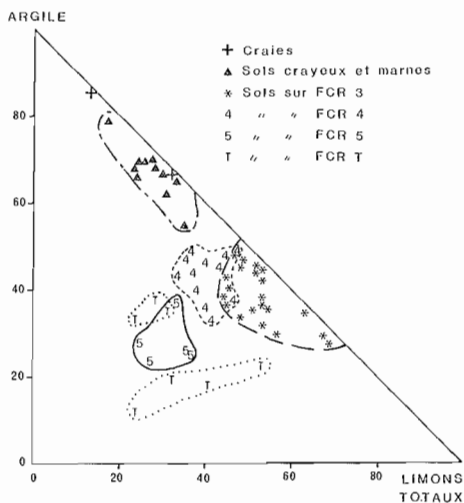


Figure 5 : Granulométries des résidus insolubles de sols issus des FCR. Comparaison avec d'autres matériaux calcaires.

Particle-size distribution of insoluble fractions of soils developed from RCF and of some other calcareous materials.

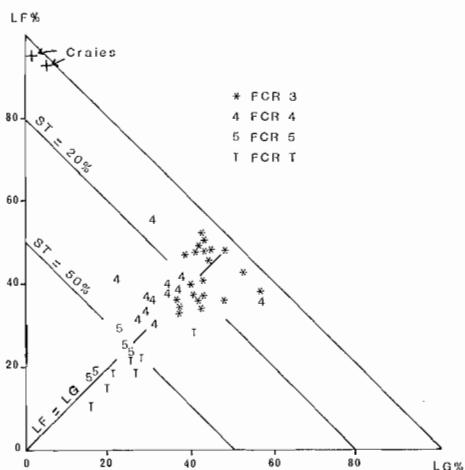


Figure 6 : « Squelettes granulométriques » des résidus insolubles des FCR (granulométries après décarbonatation). On constate que les limons fins égalent les limons grossiers et que les différentes FCR se distinguent surtout par leur richesse en sables.

Particle-size distribution of insoluble sands and silts of RCF. Fine silts equal coarse silts. Different kinds of RCF differ especially by their sands content.

6. Comparaison avec les autres matériaux calcaires environnants

La confusion n'est possible ni avec les formations de pentes purement crayeuses (dans lesquelles se développent des sols bruns calcaires blanchâtres ou gris-clair), ni avec les marnes du Cénomaniens. Les premières citées sont blanches, toujours extrêmement calcaires ($CO_3T > 65\%$) et contiennent de nombreux éléments grossiers crayeux. Mais le critère le plus discriminant est le taux d'argile du résidu insoluble à HCl (fig. 5). Les matériaux qui résultent uniquement de la désagrégation des craies présentent des résidus insolubles très riches en argile ($> 60\%$) et très pauvres en sables ($ST < 12\%$). Il en est de même pour les roches-mères marneuses.

B) Les formations superficielles de transition

Plusieurs formations ont pu être observées, faisant transition entre des FCR typiques et d'autres matériaux :

— des formations poudreuses blanches, assez riches en éléments crayeux, très calcaires, portant des sols gris-clair dont les fractions insolubles ont une composition intermédiaire entre FCR 3 et sols crayeux. Ainsi, l'horizon C du profil III (fig. 2) contient 16 % d'éléments grossiers uniquement calcaires et 85,5 % de calcaire total. Sa granulométrie est la suivante : $A = 16\%$ - $LT = 53\%$ - $ST = 31\%$ ($A = 53\%$ - $LT = 40\%$ - $ST = 7\%$ après décarbonatation).

— des FCR jaunâtres mais très riches en graviers de craie (visibles, par exemple, dans le talus de la D. 14, profil IV, fig. 2). Ces deux faciès sont des transitions vers les produits de pente issus de la désagrégation des craies.

— des FCR riches en cailloux et pierres de silex, dans la plaine à l'ouest de Senan (influence des épandages de silex du Plateau gâtinais).

— des formations calcaires de remaniement situées en bas du talus de la cuesta turonienne. Celles-ci proviennent probablement de la redistribution du contenu des « urnes » de cryoturbation de la craie (craie pulvérisée, argiles d'altération et dépôts

tertiaires). Ces formations, rencontrées sur des pentes assez fortes, ressemblent aux FCR mais sont plus hétérogènes et, notamment, contiennent beaucoup de gros silex.

C) Les formations analogues du Sénonais

1. Les FCR des terrasses moyennes

En Sénonais, 25 km en aval de Joigny, mais toujours dans un secteur où affleurent des craies, des formations limoneuses jaunâtres calcaires ont été décrites en position de moyennes terrasses (BAIZE et VOILLIOT, 1971 ; VOILLIOT, 1973 ; LAUTRIDOU, 1984). Superposées aux « grèves », ces FCR constituent les roches-mères de sols calcaires ou non. Elles sont notées K/Fx ou K/Fw sur les cartes géologiques (SCOLARI et VINCENT, 1971 ; TURLAND et VINCENT, 1973). Ces formations superficielles ont la même position géomorphologique que les FCR T du Jovinien (terrasses situées à des altitudes relatives de + 3 à + 40 m) et leur composition granulométrique est similaire à celle des FCR 3.

2. Les « complexes loessiques »

« De part et d'autre de la vallée de l'Yonne, plateaux et versants portent souvent des complexes formés pour l'essentiel de loess calcaires. Ces complexes masquent partiellement les dépôts tertiaires sur les plateaux, la craie sur certains versants ainsi que diverses formations alluviales de l'Yonne. En bordure de cette vallée, ils passent insensiblement aux complexes K » (TURLAND et VINCENT, 1973). Ces auteurs soulignent donc la parenté et la continuité de ces deux formations calcaires. Ils précisent aussi que les teneurs en CaCO_3 sont comprises entre 10 et 30 % ; qu'il y a prédominance des fractions limons (souvent de l'ordre de 80 %) ; que les pourcentages de sables varient entre 5 et 40 % ; que des granules de craie sont présents et que l'épaisseur de ces complexes est de 2 à 4 m sur les plateaux et de plus de 6 m sur certains versants.

L'étude d'une coupe à Sergines a confirmé l'origine en partie éolienne (loessique) des limons (LAUTRIDOU, 1984).

D) Les sols

La présentation de chaque type de sols fera appel soit à des « profils médians » dont les caractéristiques correspondent à des moyennes ou médianes établies sur une population de profils, soit à des « profils-types » considérés comme représentatifs de leur unité cartographique et étudiés à ce titre de manière plus approfondie.

1. Chrono-séquence générale sur FCR 3 : du stade rendzine jusqu'au stade sol brun lessivé.

La figure 7 présente la reconstitution d'une séquence d'évolution. Selon les situations, les sols ont pu évoluer par décarbonatation puis illuviation d'argile, ou bien ils ont été rajeunis ou tronqués par érosion.

— RENDZINES D'EROSION : l'horizon cultural est jaunâtre, très calcaire, peu structuré. Il s'agit en fait d'un horizon SC labouré.

— SOLS BRUNS CALCAIRES : c'est le type de sol le plus répandu en Champagne jovinienne, notamment entre le Tholon et le Ravillon. Reconnaissable à sa couleur d'un brun prononcé (10 YR 4/4 ou 3/4 humide), le solum SL + S présente une épaisseur de 35 à 70 cm. Les éléments grossiers, peu nombreux (moins de 10 % en général), sont représentés par de petits éclats de silex. La structuration polyédrique anguleuse fine s'avère stable et assure aux sols un ressuyage rapide.

La séquence d'horizons complète est SL / S / SC / C. L'horizon de surface, plus humifère, est simplement la partie supérieure labourée de l'horizon S. Il n'y a en effet aucune différence de texture, seulement un taux de calcaire un peu plus faible en surface (23 % en moyenne) qu'en S (30 %). Localement, une légère tronca-

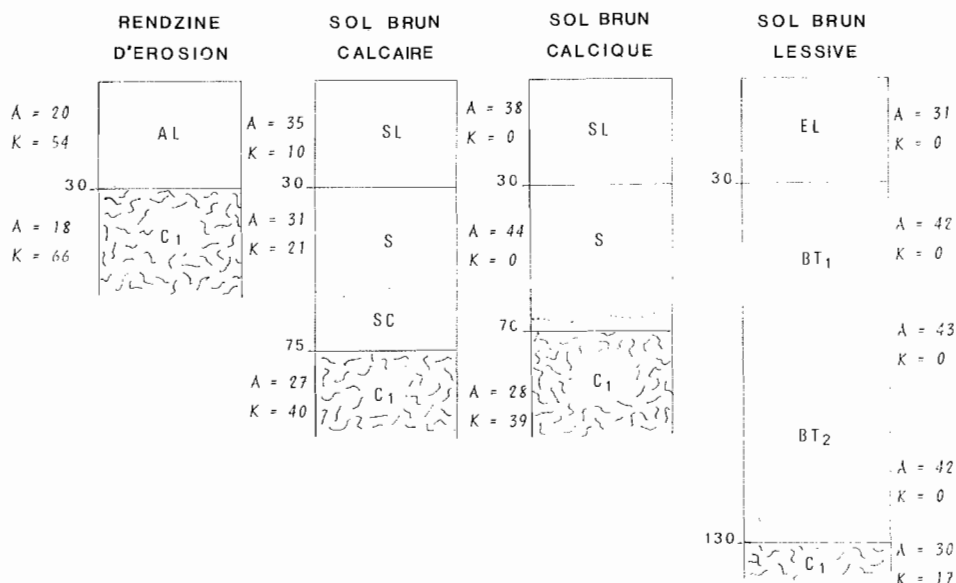


Figure 7 : Chronoséquence des sols sur FCR 3. Les valeurs présentées proviennent de profils réels représentatifs : A = taux d'argile (sans décarbonatation) ; K = taux de calcaire total.

Soil chronosequence from RCF 3. The values come from representative profiles : A = clay % ; K = CO₃Ca %.

ture par érosion réduit le séqum à SL / SC / C. Les transitions demeurent assez progressives, sauf à la base de l'horizon labouré.

Le processus pédologique majeur est donc une décarbonatation progressive des horizons supérieurs qui s'accompagne d'un enrichissement relatif en argile (CO₃T = — 0,20 A + 33,8 ; r = 0,74 ; pour 81 échantillons) et de l'apparition d'une structure de plus en plus affirmée.

— SOLS BRUNS CALCIFIQUES : leur aspect est semblable à celui des sols bruns calcaires, mais les horizons SL et S ne font plus effervescence. On ne note pas de différenciation texturale au sein du profil et l'homogénéité initiale du matériau est attestée par la similitude des « squelettes » des fractions non calcaires (tableau II).

Tableau II : Teneur en calcaire et granulométrie d'un sol brun calcifique sur FCR 3. Les résidus insolubles ne montrent aucune modification granulométrique au sein du profil. C'est l'indice d'un matériau originel unique et homogène.
Total CaCO₃ and particle-size distribution of a « sol brun calcifique » developed from RCF 3. The insoluble fractions are not varying along the profile. The parent material was single and homogeneous.

Horizon et profondeur	CO ₃ T %	A %	Gra-viers %	"squelette granulométrique" des résidus insolubles						
				LF _s %	LG _s %	SF _s %	SG _s %			
SL 0 - 30 cm	0	38,1	3,2	48,5	40,2	3,4	1,9	4,4	1,3	0,3
S2 30 - 45 cm	0	43,6	1,0	49,1	39,2	3,5	2,0	4,1	1,2	0,9
S3 45 - 70 cm	0	44,7	2,4	51,9	36,5	3,3	2,0	4,2	0,9	1,3
C 70 - 90 cm	39,4	28,1	0,6	46,9	38,1	4,5	2,6	5,5	1,6	0,8

La structure polyédrique anguleuse fine s'organise en prismes (sur-structure), tandis que les agrégats présentent des faces luisantes.

— SOLS BRUNS LESSIVES : c'est le stade le plus évolué observé sur FCR 3, le plus souvent en position de pentes douces exposées vers le nord-est. Le solum E labouré + BT est épais de 75 à plus de 110 cm. Il présente une certaine différenciation texturale entre des horizons de surface limono-argileux et des horizons plus profonds argileux. Sur les faces d'agrégats, on observe en BT1 des descentes de matières de la même couleur qu'en E, et en BT2 des revêtements argileux 7,5 YR 4/4. Le passage des horizons BT aux horizons C calcaires est brutal.

En haut de versant, une érosion modérée a souvent tronqué les sols de leurs horizons supérieurs. Ces horizons limono-argileux se retrouvent accumulés en bas de versant, en position colluviale (fig. 3).

2. La toposéquence de POILANE sur FCR 4 (figure 8)

Deux fosses ont été étudiées, ainsi que six sondages à la tarière réalisés sur une distance d'environ 500 m le long d'un versant exposé à l'est (pente moyenne = 6%). Morphologiquement, trois grands types d'horizons y ont été observés :

— Les HORIZONS C

Ils présentent tous des graviers assez abondants (6 à 15 %) dont certains sont calcaires.

Horizons CS :

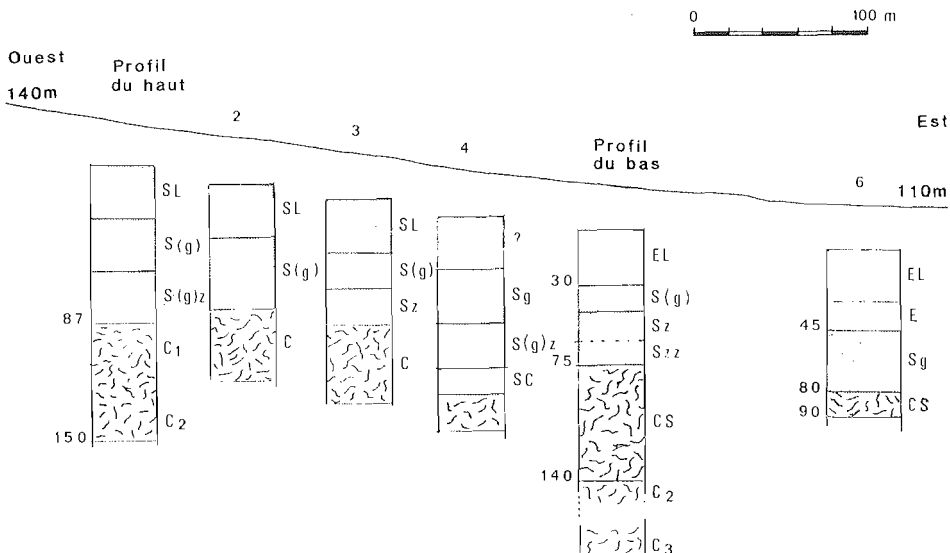
effervescence faible ; structure et sur-structure prismatiques ; texture argileuse lourde ; revêtements argileux bruns sur les faces des peds. Situés en transition entre horizons S et C, ils n'ont été reconnus que dans la moitié basse de la toposéquence et sur de grandes épaisseurs.

Horizons C :

effervescence forte ; pas de structure pédologique nette ; texture argilo-limo-neuse ; pseudo-mycélium et filonnets blancs (calcitanes) ; couleur 10 YR 5,5/5 ou 6/5 humide. Situés directement sous S ou sous CS.

Figure 8 : La toposéquences « Poilane » sur FCR 4.

The « Poilane » toposequence developed from RCF 4.



— Les HORIZONS S

Caractères généraux :

non calcaires ; couleur 10 YR 4/4 ou 5/4 humide ; texture d'argile lourde (A = 44 à 57 %) ; structure prismatique à sous-structure prismatique plus fine ou polyédrique anguleuse ; quelques graviers de silex.

Variantes :

SL : horizon S labouré, riche en MO, couleur plus foncée (10 YR 4/3) ; structure polyédrique anguleuse fine.

S(g) : quelques taches noires et petites taches rouille.

Sg : taches rouille assez contrastées et nodules noirs.

Sz : présence de graviers friables de gaize.

Szz : grande abondance de graviers de gaize.

Certains horizons S ont des pieds revêtus par des revêtements bruns ou brun-gris.

— Les HORIZONS E

Ce sont des horizons de surface, nettement appauvris en argile par rapport aux S sous-jacents. Observés seulement dans la partie la plus basse de la toposéquence (profil du bas et sondage n° 6, figure 8), ces horizons se distinguent par une texture limono-argileuse (A = 28,5 %) et par une teinte beige 10 YR 6,5/3 à sec.

Cinq processus pédologiques ont pu être reconnus lors de l'étude de cette toposéquence :

— L'ALTERATION DES GRANULES DE GAIZE. La gaize est définie comme un grès fin, plus ou moins argileux et calcaire, très riche en spicules d'éponges, silicifié par de l'opale. Dans les horizons pédologiques non calcaires, ne subsistent que des granules poreux et légers dont les parties calcaires ont été dissoutes. On constate la diminution progressive de leur abondance de bas en haut des profils (tableau III). Il s'agit d'une lente désagrégation *in situ*, les graviers les plus gros montrant un « cœur » moins altéré gris-foncé et un cortex blanc très friable. Des observations sur lames minces confirment bien cette délitescence : il y a une grande ressemblance

Tableau III : Graviers de gaize et granulométries au long de la séquence « Poilane ».
L'abondance des graviers de gaize a été estimée sur fosses pour les horizons supérieurs et mesurée pour les horizons C.

Gaize gravels and particle-size distribution along the soil-sequence « Poilane ». The amount of gaize gravels has been estimated on pits (upper horizons) or measured (C horizons).

		graviers de gaize	A %	"squelettes granulométriques" (horizons C décarbonatés par HCl)				
				LF _s	LG _s	SF _s	SG _{s1} *	SG _{s2} *
PROFIL	SL	absents	43,7	40,0	30,9	13,1	9,6	6,4
	S(g)	nombreux	55,1	45,4	30,7	11,6	7,3	4,9
	S(g)z	très nombreux	56,8	47,9	31,0	9,0	6,0	6,0
HAUT	C1	8,4 %	45,3	41,3	37,3	12,4	5,5	3,5
	C2	7,2 %	37,3	38,4	36,2	14,0	8,6	2,6
PROFIL	EL	absents	28,5	36,6	36,2	14,1	10,2	2,8
	S(g)	peu nombreux	44,8	37,7	35,9	13,9	10,0	2,5
	Sz	nombreux	50,9	41,1	31,2	12,6	10,2	4,9
	Cs	très nombreux	46,7	36,4	29,8	18,9	12,4	2,4
BAS	C2	4,3 %	49,1	37,9	33,6	17,1	9,2	2,2
	C3	4,5 %	46,1	39,3	33,8	16,5	7,2	3,2

* SG_{s1} = 200-500 μm ; SG_{s2} = 500-2000 μm

entre des granules de gaize encore bien individualisés et certaines plages du fond matriciel. La désagrégation des gaizes libère des débris siliceux très fins, de la taille des limons fins, ainsi que leur contenu argileux. Ce phénomène risque ainsi de modifier légèrement la granulométrie des horizons supérieurs puisqu'il y a transformation de graviers en limons.

— La **DECARBONATATION** est le processus majeur de la formation de ces sols. Elle est toujours active au sein des horizons CS et se manifeste par l'abondance des calcitanes en C. La filiation entre horizons S non calcaires et C sous-jacents n'est pas contredite par la confrontation des « squelettes granulométriques » des particules non calcaires (tableau III).

— L'**ILLUVIATION D'ARGILE** dans les horizons S les plus profonds. Sur le terrain, déjà, on observe des revêtements argileux bruns ou brun-gris sur les agrégats de l'horizon S(g)z du profil HAUT, ainsi que sur ceux des horizons Sz, Szz et CS du profil BAS. Une lame mince réalisée dans le premier horizon cité montre en outre que tous les vides ovoïdes (sections de chenaux ou de chambres) sont revêtus d'argilanes jaune-clair, non striés. En revanche, une autre lame faite dans l'horizon S(g) du profil BAS n'a révélé que de rares argilanes de peds et leur absence complète sur les parois des vides ovoïdes. Les teneurs en argile des horizons les plus riches en revêtements sont un peu plus élevées que celles des horizons sus- ou sous-jacents (tableau III), mais les différences restent relativement faibles. Une illuviation d'argile existe donc, mais au sein d'un matériau déjà fort argileux.

— Un **APPAUVRISSMENT EN ARGILE** des horizons de surface, net en bas de pente.

— Des signes d'**HYDROMORPHIE**, en général assez discrets, indices d'un drainage imparfait des horizons S, surtout dans la partie basse de la séquence.

3. La toposéquence de « La Chapelle » sur FCR 4 (figure 9)

Exposé à l'est, avec une pente moyenne de 5,5 %, le versant est assez court (275 m) et nettement convexo-concave. On retrouve les mêmes horizons qu'à Poilâne : E limono-argileux, beiges à sec, S argileux brun-ocre. Le sondage 1, situé sur un

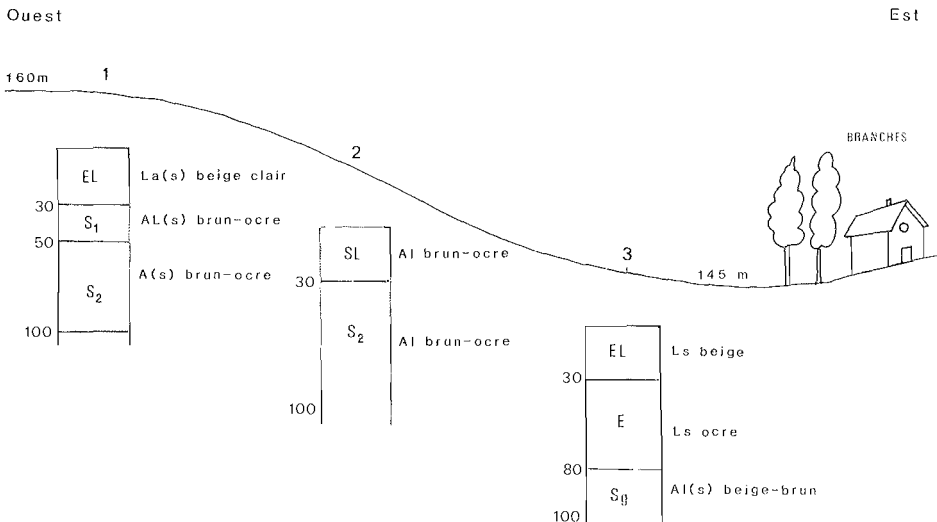


Figure 9 : La toposéquence « La Chapelle » sur FCR 4. L'érosion semble plus active en milieu de versant.

The « La Chapelle » toposéquence from RCF 4. Erosion seems to have been more active in the middle of the slope.

petit interfluve plat, présente un solum complet E + S, tandis qu'à mi-pente l'horizon E est absent, sans doute érodé. En bas de pente, les horizons E sont très épaissis par accumulation colluviale et le premier horizon S a un net caractère hydromorphe. Cette toposéquence se retrouve partout alentour.

4. Le profil « Bois de Chassaigne » sur FCR 5

Ce profil a été décrit au point le plus haut d'une étroite surface structurale qui s'élève régulièrement du nord au sud (cf. fig. 2). Les principales données morphologiques et analytiques sont présentées sur la figure 10. Soulignons en particulier :

- la forte DIFFERENCIATION TEXTURALE avec un passage brutal de 14 % à 45 % d'argile vers 30 cm de profondeur ;
- la texture à dominance sableuse des horizons supérieurs (environ 60 % de sables totaux) ;
- le caractère acide du solum développé pourtant à partir d'une roche-mère calcaire (CO3T = 19 %) ;
- les signes d'une illuviation d'argile notable dans l'horizon médian argileux et même à la partie supérieure de l'horizon C.

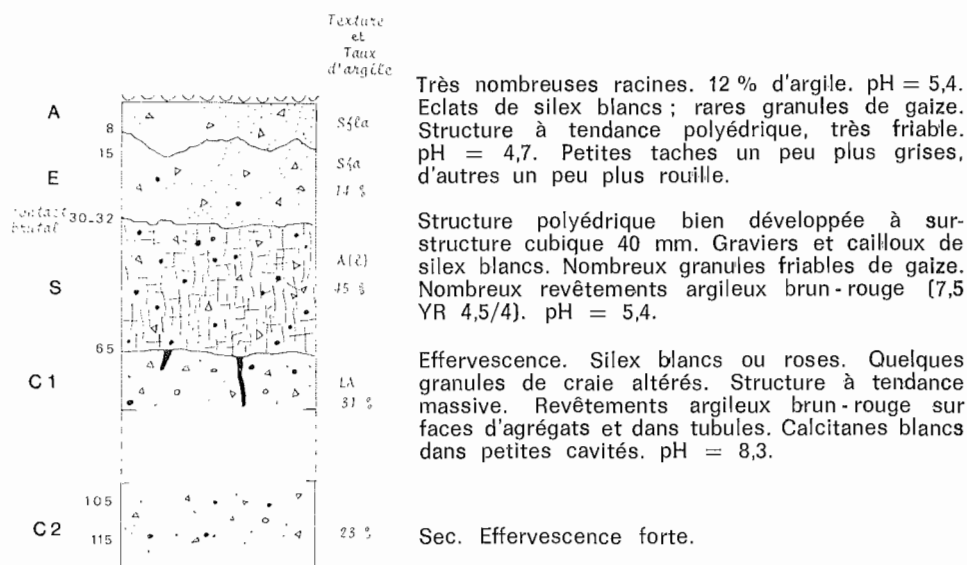


Figure 10 : Profil « Bois de Chassaigne » sur FCR 5.

« Bois de Chassaigne » profile developed from RCF 5.

La morphologie est donc celle d'un planosol, à ceci près que les signes d'hydromorphie font pratiquement défaut. Le drainage interne ne semble pas mauvais et le drainage externe est excellent puisque ce profil se situe en position de sommet.

La roche-mère calcaire (horizon C2) est à la fois riche en argile et en sables siliceux [respectivement 27,6 et 48,5 % dans le résidu insoluble], avec une dominance de la fraction 200-500 μm : ce sont là les caractères distinctifs des FCR 5. En outre, les données granulométriques montrent à la fois une parenté entre les cinq horizons analysés et une nette augmentation des limons dans les horizons S et C1 (tableau IV).

Tableau IV : Granulométrie du profil « Bois de Chassaigne » (particules non calcaires). Colonnes 5 à 9 : les proportions des cinq fractions sableuses sont constantes sur toute l'épaisseur du solum. Colonne 4 : on note une surabondance des limons en S et C1 avec prédominance des limons fins (colonnes 2 et 3). Croissance de la teneur en argile de C2 vers S (colonne 1).

Particle-size distribution of the profile « Bois de Chassaigne » (non calcareous particles). Columns 5 to 9 : percentages of the sand fractions are unchanging along the whole profile. Column 4 : superabundance of silts in S and C1 horizons. Column 1 : increasing of clay content from C2 to S.

Horizon	argile en %	LIMONS % de [LT + ST]			fractions sableuses en % de ST				
		LF	LG	(LT)	50	100	200	500	1000
					à 100 µm	à 200 µm	à 500 µm	à 1000 µm	à 2000 µm
A	11,7	14,0	15,2	(29,2)	14,8	25,1	50,6	7,8	1,6
E	13,7	15,5	16,1	(31,6)	15,8	27,5	47,4	7,2	2,2
S	45,3	32,2	17,9	(50,1)	16,0	23,4	45,1	7,4	8,0
C 1	36,7	29,3	22,5	(51,8)	18,0	30,9	41,7	6,8	2,9
C 2	27,6	17,5	15,6	(33,1)	14,1	28,8	46,0	8,2	2,8
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

5. Le profil « Laduz » sur FCR 5 (figure 11)

Situé en position basse dans le paysage (altitude 125 m), ce profil est développé à partir d'une FCR typique (CO3T = 24 %). La carte géologique signale l'existence d'un substratum de sables albiens que la fosse, creusée jusqu'à 1,20 m, n'a pas atteints.

Le solum débute par des horizons très sableux superposés à des horizons S argilo-sableux à granules de gaize. La tableau VI illustre la forte différenciation texturale du solum (IDT = 4,0 (1)). Quant aux « squelettes granulométriques », ils montrent de grandes similitudes entre E labouré et S1 d'une part, S1 et S2 d'autre

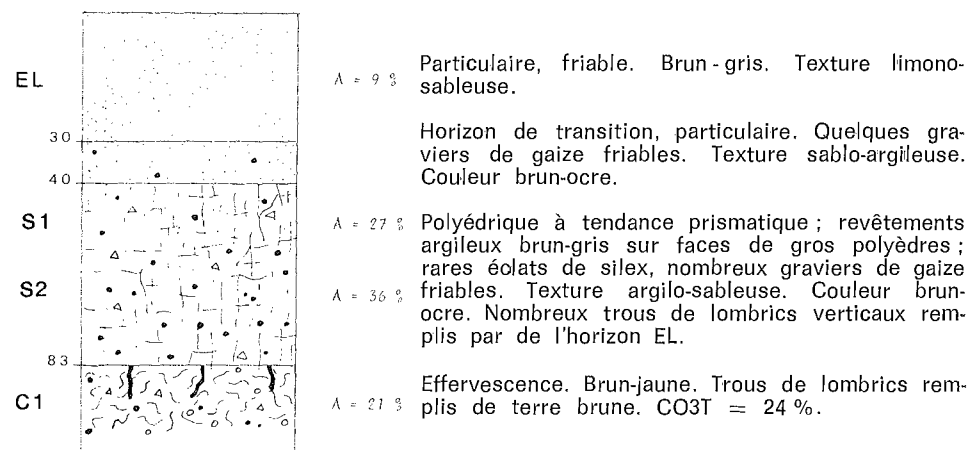


Figure 11 : Profil « Laduz » sur FCR 5.

« Laduz » profile developed from RCF 5.

(1) IDT = indice de différenciation texturale = rapport du taux d'argile de l'horizon le plus argileux sur celui de l'horizon de surface le moins argileux ; BAIZE, 1980. Association Française pour l'Etude du Sol - www.afes.fr - 2010

part. La parenté granulométrique n'est donc pas contestable, mais sur l'ensemble des horizons on constate une « dérive » régulière. Les limons non calcaires sont beaucoup plus abondants dans l'horizon C que dans les horizons S et E.

Une origine colluviale des horizons sableux de surface peut être exclue, car il n'existe aucun matériau sableux en amont. Dans ce cas précis, la FCR 5 apparaît donc comme un mélange de tous les matériaux présents dans l'environnement immédiat : craies et gaize situées à l'ouest, sables albiens sous-jacents ou affleurant quelques centaines de mètres plus à l'est.

Tableau V : Granulométrie du profil « Laduz » (particules non calcaires). Forte différenciation texturale entre horizons E et S. Discordance des « squelettes granulométriques » entre les horizons supérieurs non calcaires et la roche-mère.
Particle-size distribution of the profile « Laduz » (non calcareous particles). Strong textural differentiation between E and S. Disagreement of the granulometric data between non calcareous upper horizons and the underlying parent rock.

	A	"squelettes granulométriques" (horizon C1 décarbonaté par HCl)						
		LF _s	LG _s	SF _s		SG _s		
EL	8,8	7,3	6,1	2,3	16,4	43,3	16,7	7,8
S1	27,3	10,7	9,1	1,9	13,1	31,7	16,0	7,6
S2	35,6	14,6	12,4	2,0	14,1	35,4	12,9	8,5
C1	21,4	24,7	24,1	3,3	9,6	32,9	4,2	0,7

6. Les sols sur FCR de terrasses

Sur la terrasse d'alluvions anciennes de Champlay, ont été cartographiés des sols bruns calcaires et bruns calciques qui présentent la même morphologie que ceux développés à partir des FCR 3. La différence principale réside dans la plus grande richesse en sables siliceux et la présence, en profondeur, d'une « grève » ancienne.

Sur les terrasses de Hauterive (rive droite du Serein) et d'Ormoy (rive gauche de l'Armançon (fig. 1), ont été décrits des sols lessivés dont les horizons de surface, épais de 30 à 40 cm, sont limono-sableux, avec 19 % d'argile en moyenne et autant de sables que de limons. Les horizons profonds, brun-ocre, argilo-limoneux à argileux, ont une structure polyédrique anguleuse, puis prismatique. La FCR apparaît entre 70 et 110 cm. De nombreuses petites taches noires révèlent un drainage interne imparfait.

Sur les terrasses de Paroy-sur-Tholon jusqu'à Thèmes, en rive gauche de l'Yonne (fig. 1), ont été rencontrés des sols lessivés épais de plus de 120 cm, sauf en bordure du lit majeur où ils ont souvent été partiellement tronqués. Situés en positions faiblement déclinées, ces sols présentent des horizons E limoneux (A = 20 % en surface) sur 30 à 60 cm d'épaisseur, passant graduellement à des horizons profonds argilo-limoneux (A = 40 % dans les BT les plus argileux). Dépourvus d'éléments grossiers, plus riches en limons qu'en sables, ces sols présentent un bon drainage interne et constituent d'excellentes terres à maïs.

En position de basses terrasses, des sols bruns calcaires et bruns calciques sur FCR ont été repérés une trentaine de fois, de façon ponctuelle, dans le lit majeur des vallées de l'Yonne et de l'Armançon. A l'heure actuelle, les horizons C typiques (peu décarbonatés) ne présentent plus que de très faibles épaisseurs et l'on atteint souvent le substratum de « grève » moderne à moins d'un mètre de profondeur. Sur la figure 1, on voit que ces sols ne se localisent pas au hasard mais viennent compléter une sorte de « couloir » d'existence des FCR, orienté SW-NE.

III - DISCUSSION

A) Origine et mise en place des FCR

Toutes les données présentées précédemment permettent de considérer les FCR comme des formations de remaniement et de redistribution à courtes distances (quelques hectomètres à quelques kilomètres) d'éléments empruntés aux substrats géologiques et, majoritairement, aux craies.

Les FCR 3 sont surtout constituées d'éléments crayeux remaniés directement (à partir d'affleurements) ou indirectement, par l'intermédiaire des formations cryoturbées de versant. Les limons, abondants dans la fraction insoluble, proviendraient soit des dépôts limoneux du Plateau gâtinais, soit du vannage des alluvions au péri-glaciaire (LAUTRIDOU, 1984).

Les FCR 4 et 5, localisées à la zone de transition albo-cénomaniennne, résultent du remaniement d'éléments de gaize, de sables siliceux albiens et, peut-être, de limons et de minéraux phylliteux issus des marnes.

Les FCR T auraient, en outre, été enrichies en sables siliceux sous l'influence des alluvions anciennes sous-jacentes.

Dans sa thèse, LAUTRIDOU (1984) a étudié deux coupes profondes dans la ville de Migennes et une autre dans une carrière à Champlay (profil II, fig. 2). Il a pu distinguer plusieurs « limons calcaires à granules de craie » superposés, respectivement sur 4, 6 et 3 m d'épaisseur. Au vu de ses résultats granulométriques et calcimétriques, cet auteur considère qu'il s'agit, comme dans la région de Sergines, d'apports loessiques mélangés à de la « boue crayeuse ».

Pour KRIER (1985), « la granulométrie des prélèvements de Champlay s'intègre parfaitement dans les caractéristiques des limons de Migennes. On peut y voir l'influence des produits de fragmentation du substrat crayeux sur le matériel remanié par le vent ». Ce même auteur ajoute : « La différence des valeurs de médiane entre Sergines et Migennes montre un apport lointain d'un matériel peu carbonaté pour la région de Sergines et un remaniement local d'un matériel très carbonaté pour Migennes et Champlay ».

L'hypothèse la plus plausible quant à la mise en place des FCR du Jovinien est donc un dépôt à faible distance par voie éolienne de produits ayant pu être ruisselés antérieurement. Ces premiers dépôts auraient alors été repris et enrichis en graviers crayeux par des processus de versants.

B) Parenté entre sols non calcaires et FCR sous-jacentes

Cette parenté a été systématiquement contrôlée à l'aide des données granulométriques disponibles (tableaux II, III, IV et V). D'autres arguments, morphologiques, ont aussi été utilisés (présence d'horizons de transition CS, nature et % des graviers).

Dans la plupart des cas, la ressemblance est suffisamment bonne pour qu'aucun doute ne subsiste. Il en va cependant différemment pour les profils Bois de Chassigne et Laduz qui présentent une « dérive » granulométrique. Deux hypothèses peuvent être avancées : ou bien la FCR présentait en ces sites une hétérogénéité initiale, ou bien un processus pédologique est responsable de cette hétérogénéité. La première hypothèse s'applique certainement au profil Laduz où les sables grossiers non calcaires sont beaucoup plus abondants dans le sol que dans la roche-mère (tableau V). A Bois de Chassigne, au contraire, on constate que la répartition des cinq sous-fractions sableuses est semblable pour les cinq horizons analysés (tableau IV). En revanche, les horizons C1 et S paraissent enrichis en limons et en argile par rapport à la roche-mère C2.

Il est possible qu'un certain nombre de graviers de gaize contenus dans le matériau originel se soient désagrégés en libérant dans un premier temps des limons

(fragments de spicules) qui, dans un deuxième temps, se seraient micro-divisés et seraient passés dans la fraction $< 2 \mu\text{m}$.

C) La différenciation texturale au sein des profils et au long des toposéquences

Dans le cas des sols bruns lessivés sur FCR 3 (fig. 3), l'illuviation verticale ne fait pas de doute, l'ensemble du solum étant demeuré perméable. L'épaississement en bas de versants des horizons limono-argileux résulte probablement d'un phénomène d'érosion et de sédimentation latérales.

Le cas de la séquence Poilane est plus complexe. Les horizons E limono-argileux, appauvris en argile, observés en bas de versant, résultent-ils seulement d'une illuviation verticale ? Les ferri-argilanes sont suffisamment nombreux dans les horizons S 2 pour qu'on puisse affirmer l'existence de ce processus. Mais quelle est la part d'une éventuelle illuviation latérale ? Dans quelle mesure l'érosion et le colluvionnement ont-ils remanié ces horizons de surface appauvris ? L'étude menée est insuffisante pour répondre précisément à ces questions.

Bois de Chassaigne et Laduz présentent aujourd'hui des morphologies de plansols. Dans les deux cas, des revêtements argilo-ferriques ont été observés sur les faces de peds, mais l'illuviation verticale n'est certainement pas la principale cause de la forte différenciation texturale. Des quantités importantes d'argiles ont quitté les horizons de surface sans venir s'accumuler en profondeur. Cette *planosolisation morphologique*, comparable dans ses effets à celle décrite en Champagne Humide (BAIZE, 1983), ne semble pas avoir les mêmes causes, car on ne peut pas ici faire appel à des engorgements intenses et durables. Une étude approfondie serait nécessaire pour répondre complètement à ces questions.

CONCLUSIONS

— La « Champagne jovinienne » est une région naturelle bien typée. C'est un riche secteur céréalier dont les limites correspondent exactement aux domaines d'affleurement des craies du Cénomaniens et du Turonien inférieur, entre les deux lignes de cuestas. Mais les sols crayeux n'y sont pas majoritaires, car ce sont les sols issus des FCR qui dominent. Ces derniers débordent même largement sur la zone de transition albo-cénomaniens.

— Il existe plusieurs « faciès » de FCR. Leurs similitudes et leurs différences ont pu être caractérisées et expliquées ; leur situation dans le paysage n'est pas quelconque.

— A partir de ces matériaux calcaires d'aspects assez semblables se sont différenciés des sols très contrastés, depuis le type rendzine d'érosion jusqu'au type plansol.

— Des considérations granulométriques ont permis de vérifier la parenté entre les sols et les FCR sous-jacentes. De faibles variations de composition des FCR ont d'importantes conséquences quant à la texture et au fonctionnement des sols complètement décarbonatés.

— Chacun de ces sols se trouve à un stade plus ou moins avancé par rapport au phylum évolutif. Le stade actuel d'évolution est fonction :

- du taux de calcaire total dans la roche-mère (une teneur très élevée ralentit cette évolution : cas des FCR 3) ;
- de la proportion d'argile dans les résidus de décarbonatation ;
- du bilan pédogenèse/érosion, lui-même sous la dépendance de la position géomorphologique.

— La triple relation [position dans le paysage] / [faciès de la roche-mère] / [morphologie des sols] est très étroite.

Le tableau VI illustre le schéma général d'évolution ci-dessous :

1^{er} temps : ALTERATION dont résulte un ACCROISSEMENT DES TENEURS EN ARGILE

— DECARBONATATION :

- accumulation relative d'argile ;
- libération des particules non calcaires qui constituaient les impuretés des éléments crayeux (surtout fractions A et LF) ;
- les horizons S sont d'autant plus argileux que la FCR était initialement riche en argile (FCR 4).

— NEOFORMATION de PARTICULES INFERIEURES à 2 μm par désagrégation des granules de gaize et d'éventuels grains de glauconie (cas des FCR 4 et 5).

2^e temps : DEPLACEMENTS DE PARTICULES ARGILEUSES

— ILLUVIATION VERTICALE (de E vers BT) favorisée par les pentes modérées et un bon drainage interne (cas des FCR 3 et FCR T).

— APPAUVRISSEMENT LATERAL des horizons de surface, favorisé par des pentes plus fortes, des horizons S ou BT peu perméables et un « squelette granulométrique » plus sableux (cas des FCR 5).

Tableau VI : Taux d'argile et indice de différenciation texturale des principaux types de sols et profils étudiés. Si l'on compare les valeurs de l'horizon C à celle du S le plus argileux ou du BT, on quantifie à la fois l'effet de l'altération in situ et celui de l'illuviation. En confrontant les valeurs de l'horizon de surface à celles de l'horizon le plus argileux, on apprécie la différenciation texturale sans toutefois pouvoir distinguer illuviation verticale et appauvrissement latéral.

Clay content and textural differentiation of the studied soils. Comparison between lines 4 and 3 allows to value the effect of weathering or/and illuviation. The one between lines 1 and 3 allows to appreciate the textural differentiation without possibility to distinguish between vertical illuviation and lateral impoverishing.

	s. brun calcique sur FCR 3	s. bruns lessivés sur FCR 3	sols sur FCR 4	Profil Poilâne bas FCR 4	Profil Bois de Chassaigne FCR 5	Profil Laduz FCR 5	s. lessivés sur FCR T moyennes terrasses
Horizon de surface le moins argileux (S ou E)	38,1	31	-	28,5	11,7	8,8	20,2
IDT profil	1,17	1,48	-	1,79	3,87	4,04	1,99
Horizon le plus argileux (S ou BT)	44,7	46	49	50,9	45,3	35,6	40,1
Horizon C (résidu non calcaire)	37,3	38	43	46,7	27,6	24,4	35

La présente étude constitue un préalable utile à des recherches plus détaillées, car elle fournit un cadre géographique et pédologique général. Mais il serait souhaitable qu'elle soit prolongée et largement complétée par des approches sédimentologiques, minéralogiques et géomorphologiques.

**REDISTRIBUTED CALCAREOUS SUPERFICIAL FORMATIONS
IN THE JOIGNY AREA (Yonne, France) AND THE SOILS THEY DEVELOPED**

Soil mapping in the district of Joigny (Yonne, France) gave the possibility to observe calcareous superficial formations spread on large areas (fig. 1).

Called « Redistributed Calcareous Formations » (= RCF) they cover flat and weakly sloping surfaces, facing east or north-east. They overlay all the cretaceous rocks of the district (chalks, clays, marls, sands) and alluvial deposits.

Four kinds of RCF can be distinguished according to their constituents (fig. 1 and 2). RCF 3 have three main components : chalky particles (from silts to gravels), flint gravels and siliceous silts. RCF 4 have the same components with, in addition, gaize gravels. RCF 5 are similar to RCF 4 with, in addition, siliceous coarse sands. RCF T (T for terraces) are not very different from RCF 5 but cover alluvial deposits in the flood plain or over terraces.

RCF appeared to be the parent-rocks of soils with contrasting morphology, from « rendzines » to « sols lessivés » or planosols (fig. 7, 10 and 11). With granulometric data, it has been possible to test, for each profile, the relationship between E, S, or B horizons, on the one hand, and C horizon, on the other hand (tables II, III, IV and V).

Soil distribution is presented in the form of toposequences (fig. 3, 8 and 9) ; the different stages of evolution of soils are illustrated with chronosequences (fig. 7) ; some profiles are described and studied.

The main conclusion are :

- There is a close relationship between the geomorphologic position, the detailed composition of the underlying RCF and the morphology of soils developed on them.
 - Each profile has reached stage more or less forward with regard to soil evolution. The present stage is depending on CaCO_3 content in the parent-rock (a high content decreases soil formation rate) ; on clay content in the insoluble fractions ; on the balance pedogenesis/erosion, this balance itself depending on the geomorphologic situation.
- Table VI illustrate the general scheme of soil evolution :
- 1st step : WEATHERING with, as a result, INCREASING OF THE CLAY CONTENT (decarbonatation and, perhaps, neoformation of clay-particles by physical weathering of gaize gravels).
 - 2d step : VERTICAL CLAY ILLUVIATION on gentle slopes and good natural drainage (case of the RCF 3 and RCF T) or LATERAL IMPOVERISHING of the upper horizons of steeper slopes, low permeability of the medium-depth horizons and more siliceous sands in the parent-rock (case of RCF 5).

BIBLIOGRAPHIE

- BAIZE D. et VOILLIOT J.-P., 1971. — Les sols du Sénonais (secteur nord). Notice et carte. Station agronomique de l'Yonne, Auxerre. Multicopie, 76 p.
- BAIZE D., 1976. — Carte pédologique de France à 1/100 000. Feuille Tonnerre. Notice et carte. INRA, Versailles, 243 p.
- BAIZE D., VOILLIOT J.-P. et CHRETIEN J., 1977. — Carte des sols de l'Yonne. Feuille Saint-Florentin. Notice et carte à 1/50 000. Station agronomique de l'Yonne, Auxerre, 127 p.
- BAIZE D., 1980. — Granulométrie et homogénéité des profils. Application aux planosols de Champagne humide. Science du Sol n° 2, pp. 83-112.
- BAIZE D., 1983. — Les planosols de Champagne humide. Pédogenèse et fonctionnement. Thèse Doct. Etat, Nancy I, INRA Orléans, 385 p.
- BAIZE D. et GIRARD M.-C., 1987. — Référentiel pédologique français (RPF). Première proposition. Multicopie, AFES-INRA, 145 p.

- C.P.C.S., 1967. — Classification des sols. INRA, Orléans, France.
- KRIER V., 1985. — Formations superficielles et paléoenvironnements quaternaires au sud-est de la forêt d'Othe (Yonne). Thèse 3^e cycle, Université P.-et-M.-Curie, Paris, 316 p.
- LAUTRIDOU J.-P., 1984. — Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du nord-ouest et plus particulièrement en Normandie. Thèse Doct. Etat, Université de Caen, 908 p.
- SCOLARI G., VINCENT P.L., 1971. — Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Sens. BRGM, Orléans.
- TURLAND M., VINCENT P.L., 1973. — Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Montereau. BRGM, Orléans.
- VINCENT P.L., 1973. — Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Sergines. BRGM, Orléans.
- VINCENT P.L., TURLAND M., 1976. — Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Joigny. BRGM, Orléans.
- VOILLIOT J.-P., 1973. — Les sols du Sénonais (secteur sud). Notice et carte. Station agron. de l'Yonne, Auxerre. Multicopie, 120 p.

