

Induction et évolution des sols et du paysage agricole en lien avec le parcellaire

Dans ce chapitre, les résultats obtenus précédemment seront croisés afin de proposer les premières lignes d'une *conceptualisation* de l'effet des parcellaires agricoles et de leur évolution sur les redistributions de sol dans le temps et l'espace. Pour ce faire, trois aspects seront traités, chacun centré sur un point dont l'étude et la compréhension s'avèrent essentielles pour répondre à la problématique posée :

- 1- y a-t'il un déterminisme des parcellaires agricoles, et si oui quel est-il ?
- 2- les processus dominants de redistribution de sol ont-ils évolué dans le temps, et comment ?
- 3- quelles sont les traces des anciennes occupations du sol et parcellaires passés dans le paysage ? : le paysage agricole en tant que « palimpseste » morphologique.

VI.1. Déterminisme des parcellaires agricoles

La lecture et le géoréférencement de documents historiques (cadastres napoléoniens et photos aériennes) ont permis de reconstituer la fragmentation spatiale sur la zone d'extrapolation (104 ha ; localisation Fig. II-1) à différentes périodes, les documents les plus anciens datant de 1836. Les différentes formations géologiques ont également été caractérisées et cartographiées à l'échelle de cette zone, grâce notamment à la combinaison d'analyses minéralogiques ponctuelles d'horizons C d'altérite avec les caractéristiques géo-électriques du sous-sol (*cf.* § IV.3.1.). La Fig. VI-1 présente l'estimation spatiale de la résistivité apparente jusqu'à 5 à 7 m de profondeur sur la zone d'extrapolation, avec en superposition les parcellaires agricoles de 1836 (Fig. VI-1a), 1945 (Fig. VI-1b) et 2010 (Fig. VI-1c). Les limites d'affleurement entre « tuffeau blanc » et « tuffeau jaune » turoniens, et formations argilo-siliceuses du Sénonien et de l'Eocène en haut de versant (zone conductrice Z.C-c sur la Fig. IV-8) sont indiquées, ainsi que les limites des zones conductrices Z.C-b et Z.C-a. Il s'avère que les bordures de parcelles les plus pérennes depuis 1836, associées au chemin communal longeant L3, aux routes D117 et D24 longeant les banquettes

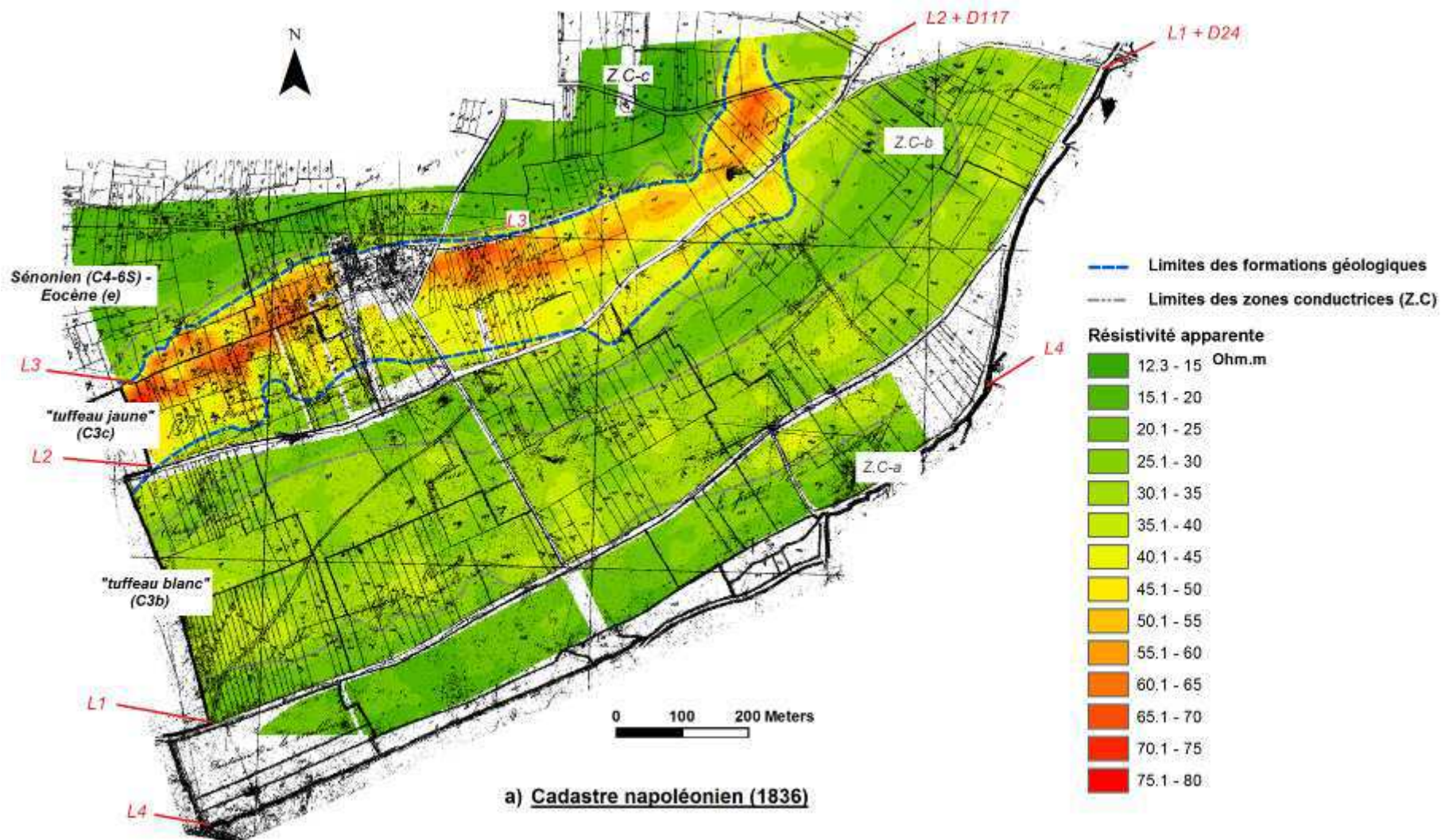
L2 et L1 respectivement, coïncident plus ou moins exactement avec des zones de variations géo-électriques marquées, correspondant à des transitions géologiques majeures.

D'après la figure VI-1, l'ancien chemin communal longeant L3 sépare le « tuffeau jaune » des formations argilo-siliceuses sénoniennes et éocènes (Z.C-c). Des bordures de parcelles soulignaient également la limite entre ces deux formations en partie NW de la zone d'extrapolation depuis au moins 1836. Ces bordures ont été détruites lors de la campagne de remembrement effectuée à la fin des années 1960 sur la commune de Seully. La route D117 se retrouve à l'aval de la rupture de pente de la banquette L2 qui s'étend de l'WSW vers l'ENE. Cette route et la banquette L2 associée paraissent suivre la zone de transition entre « tuffeau jaune » en amont et « tuffeau blanc » en aval. De la même façon, la D24 et la banquette associée L1 longent quant à elles la zone de transition entre « tuffeau blanc » franc en amont et la zone conductrice Z.C-a. Le matériau du sol situé à la base de la banquette L1 a été daté à 990 ± 70 ans, c'est-à-dire du 11^{ème} siècle après J.C (Moyen-Age central), par la technique OSL (*cf.* § 3.3 de l'article § V.4.2.). Cette date, qui marque le début de l'accumulation L1, montre que le chemin antérieur à la D24 existe depuis au moins cette époque. La surface Z.C-a correspond à une zone en aval où le « tuffeau blanc » est plus argileux (« craie argileuse » C3a, Alcaydé *et al.*, 1989). De plus, dans cette zone, la nappe d'eau souterraine se rapproche de la surface topographique pour rejoindre la nappe alluviale en bas de versant (*cf.* § IV.3.1.2). Des apports alluviaux sableux (probablement une terrasse alluviale) y couvrent en partie la craie turonienne (*cf.* § V.3.3.). La banquette L4, au départ alluviale, a sans doute été renforcée par des haies limitant la zone inondable de la vallée du Quincampoix du versant.

Ainsi, les banquettes agricoles L1, L2 et L3 qui déterminent un premier ordre de fragmentation, sont associées à des bordures de parcelles pérennes et des voies de communication principalement localisées sur les limites majeures d'affleurement des formations géologiques. La banquette L4, quant à elle, est située en contexte de changement majeur de contexte naturel (transition versant crayeux – plaine alluviale inondable) en bas de versant.

Les autres bordures de parcelles (2nd ordre de fragmentation), moins pérennes et ayant évolué au sein des grands ensembles géologiques délimités par les banquettes,

correspondent parfois à des niveaux particuliers dans les différentes formations lithologiques. Au sein du site d'étude par exemple, les ondulations U4, U5 et U6 marquent d'anciennes bordures de parcelles qui longaient une forte variation géo-électrique dans le « tuffeau jaune » (Fig. IV-7b ; § IV.3.1.2.). Les ondulations U2 et U3 correspondent à des bordures de parcelles qui longaient en aval et en amont la zone Z.C-b dans le « tuffeau blanc », zone qui est apparue plus marneuse et humide dans la tranchée TL2. L'ondulation U1 ne correspond pas à un changement géo-électrique et géologique particulier, bien que les sondages à la tarière effectués dans cette figure morphologique aient montré que l'épaississement de sol n'expliquait pas entièrement la convexité de la figure, et que le toit de l'altérite devait donc être convexe à ce niveau, reflétant peut être un banc plus dur (*cf.* § 4.2. de l'article III.2.). Les bordures de parcelles associées aux ondulations les moins développées et identifiées par analyse des attributs morphométriques et de l'épaisseur de sol sur le site d'étude (U7 à U12 ; Fig. 9 de l'article III.2.), ne montrent pas de correspondance particulière avec des variations dans la lithologie. Une analyse fine de la morphologie du toit du substrat permettrait peut être de discerner des relations avec ces bordures de parcelles. En dehors du site d'étude, à l'échelle de la zone d'extrapolation (Fig. IV-1), certaines bordures (moins pérennes) correspondent en partie W du versant à la transition géo-électrique interne au « tuffeau jaune » déjà soulignée par les ondulations U4, U5 et U6. Quelques bordures de parcelles anciennes semblent longer parfois la zone conductrice Z.C-b. Bien que des correspondances apparaissent entre anciennes bordures de parcelles et variation géo-électriques / lithologiques, leur répartition spatiale ne montre pas de logique systématique.



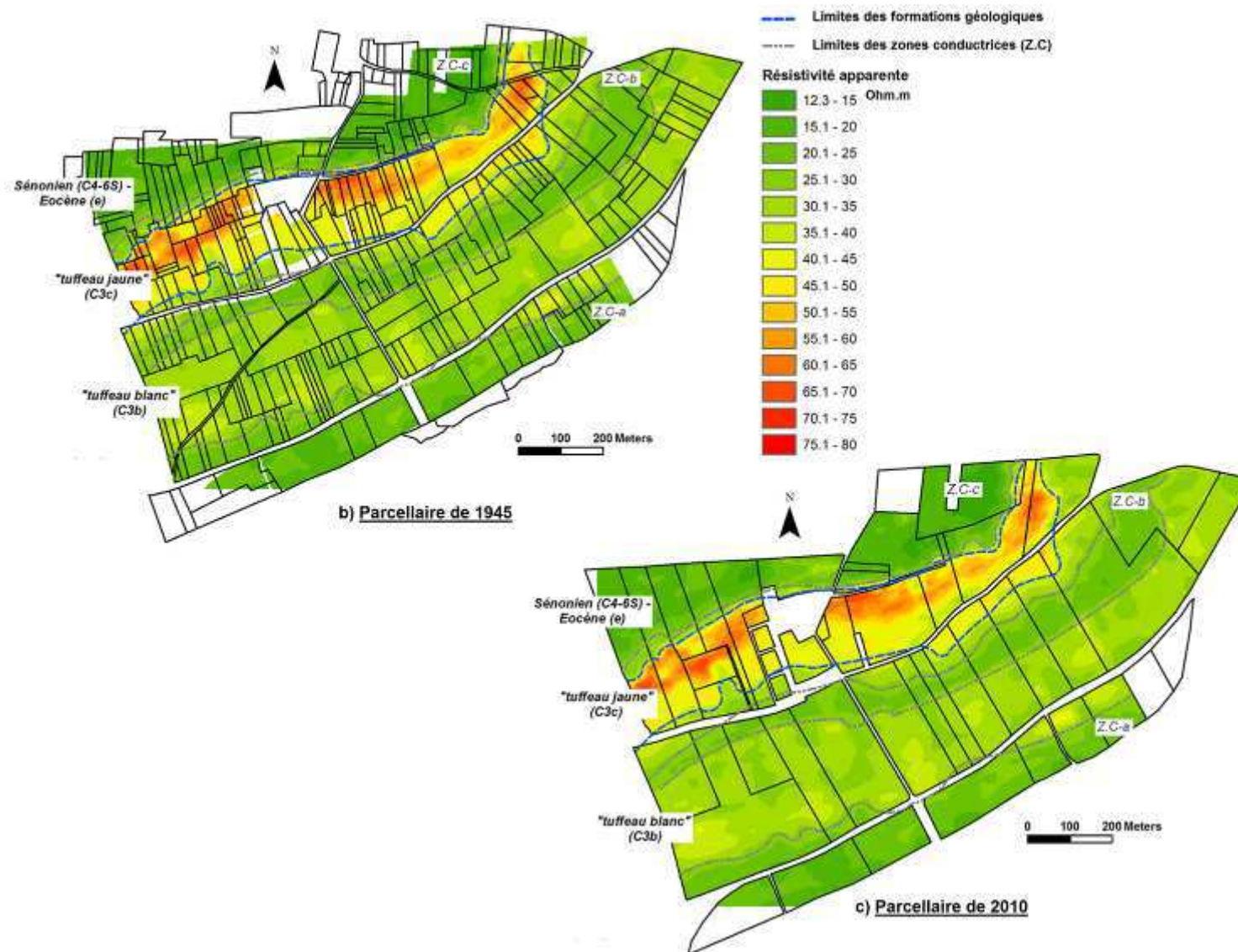


Figure VI-1. Parcellaires agricoles et délimitation des différentes formations géologiques à partir de leurs caractéristiques géo-électriques (Résistivité apparente, $\Omega.m$). a) Cadastres napoléoniens (1836) ; b) Parcellaire de 1945 ; c) Parcellaire de 2010.

Ainsi, des liens apparaissent entre figures morphologiques, bordures de parcelles et limites lithologiques déterminées par prospection géo-électrique « profonde » (5 à 7 m). Il semble donc bien y avoir un déterminisme lithologique initial dans le positionnement des bordures de parcelles et des épaissements de sol ultérieurs. Les épaissements et formes les plus importantes correspondent aux limites les plus pérennes, où des voies de communication, peut-être anciennes (gauloises, romaines), ont été conservées. La lithologie des roches du substrat (minéralogie, granularité, fissuration, dureté) conditionne leur résistance à la désagrégation mécanique et à la dissolution chimique (Derruau, 1962; Campy et Macaire, 2003). Le passage d'une formation à une autre a pu se traduire par des ruptures de pente initiales sur lesquelles les bordures de parcelles ont pu s'appuyer. A ces formations correspondent d'ailleurs des caractéristiques morphologiques générales différentes, comme le montre la topographie du site d'étude (*cf.* Fig. 6 de l'article § III-2, Annexe 1). De plus, les sols sur ces formations ont des granularités différentes : l'évolution spatiale de granularité le long du versant en amont de L1 (D24) pourrait montrer l'effet de ces variations lithologiques, peut-être accentué par des redistributions par écoulement hydriques non-concentrées avant l'établissement d'un parcellaire (*cf.* V.3.2. et V.3.3.). La zone aval Z.C-, où la nappe d'eau de versant est moins profonde est aussi caractérisée par des propriétés pédologiques particulières. Donc, outre la morphologie qui a pu induire les bordures de parcelles, celles-ci peuvent avoir été localisées sur des zones à caractéristiques pédologiques différentes selon la roche-mère sous-jacente et le type de culture souhaité.

Le versant a été structuré selon un premier ordre de fragmentation en grandes zones caractérisées par des propriétés lithologiques, topographiques, pédologiques et hydrologiques différentes. L'occupation du sol a été adaptée au potentiel cultural de chacun de ces ensembles. On sait, par exemple, que de 1836 à 1915 les vignes étaient particulièrement bien représentées sur les sols sableux secs situés en partie amont du site d'étude, sur les formations sénoniennes-éocènes et sur le « tuffeau jaune » (Fig. II-12). Les fonds de vallée sableux et humides (par exemple, l'unité en aval de L1) étaient encore au siècle dernier utilisés pour l'élevage (pâturages), mais ont été reconvertis depuis pour la culture du maïs (*cf.* § II.6.1.). Au sein de chacun de ces grands ensembles, la structuration interne a pu être déterminée par des paramètres naturels liés à la variabilité du substrat, et donc des sols, mais également en fonction de paramètres humains comme des transactions entre propriétaires et exploitants. Depuis 1836, la fragmentation parcellaire a beaucoup évolué (Fig. IV-1), notamment dans la seconde moitié du siècle dernier où les nouvelles politiques et la mécanisation ont entraîné le regroupement

d'exploitations sur de grandes parcelles (campagne de remembrement, Baudry et Burel, 1984 ; Vitikainen, 2004), sur des critères prenant moins compte du déterminisme lithologique. Alors que les bordures du 1^{er} ordre de fragmentation du paysage (banquettes) sont restées en place car souvent associées aux axes de communication, les bordures de parcelles internes aux grands ensembles lithologiques ont été supprimées ainsi que les haies et les arbustes associés (Fig. VI-1c). On note également qu'avec l'ouverture des paysages agricoles, s'est opérée une homogénéisation de l'occupation des sols sur le versant (*cf.* § II.6.2.) : la culture céréalière intensive est aujourd'hui dominante sur le versant où au siècle dernier viticulture, céréaliculture, maraîchage et élevage cohabitaient. Contrairement à nos ancêtres qui adaptaient leur production selon les nuances du sol et du relief, l'avènement des produits phytosanitaires, de divers intrants, et des engins puissants, a permis aux exploitants modernes de modifier le potentiel cultural naturel des sols et de les adapter à un type unique de production.

VI.2. Evolution des processus de redistribution de sols

Dans les chapitres précédents, les approches ont mis en évidence divers processus probables de redistribution des sols, à des échelles spatiales et temporelles différentes, sur le versant étudié. Les approches développées ont été basées sur des analyses granulométriques et minéralogiques, ainsi que sur l'étude de la variabilité spatiale de l'isotope ¹³⁷Cs dans les sols (*cf.* Ch. V). Les résultats obtenus soulignent l'influence de l'occupation humaine, notamment des pratiques agricoles, sur les processus érosifs dominants impliqués et sur leurs périmètres d'action.

Pour rappel, le site d'étude a probablement été le siège de **processus de solifluxion en contexte périglaciaire** comme en témoigne la présence d'EG siliceux résiduels sur l'ensemble du versant (*cf.* § V.3.1.3.). Ces processus (cryoturbation notamment) ont aussi pu affecter des couches plus profondes, comme les altérites, expliquant qu'elles contiennent parfois des éléments allochtones inattendus (rares cependant). **Durant l'Holocène, les conditions climatiques tempérées humides ont favorisé la pédogenèse et ont permis des redistributions de sols par des processus hydriques.** Cependant, sous couvert forestier, l'érosion a dû être très limitée et la pédogenèse *in-situ* marquée. Ces redistributions ont dû s'accroître avec les grandes phases de défrichement (baisse du couvert végétal) ayant eu lieu progressivement en Europe de l'Ouest du Néolithique à l'Antiquité. Une campagne de

ramassage systématique des artefacts archéologiques à la surface du sol (janvier 2008) a d'ailleurs permis de démontrer une occupation agraire continue depuis la Protohistoire sur le versant étudié (Poirier, 2008). Les zones cultivées changeaient alors de place tous les 1, 2 ou 3 ans et étaient localisée préférentiellement dans les fonds de vallée : il n'y avait pas de pérennisation d'une organisation spatiale quelconque (Ferdrière *et al.*, 2006). Les processus hydriques dominants ont alors pu induire le vannage des particules fines des matériaux de solifluxion périglaciaire vers le bas du versant, et ce processus a pu accentuer le granoclassement initial des sols le long du versant (plus riches en argiles et limons vers le bas) : il a été vu en effet que les formations géologiques, roches-mères potentielles des sols, sont constituées de particules de plus en plus fines d'amont en aval du versant (*cf.* § II.2.). Ces processus auraient aussi été suffisamment énergiques pour déplacer des éléments de la fraction sableuse d'amont en aval du versant, par exemple la silice éocène ou les silex issus de formations sénoniennes (*cf.* § V.3.4.). Le modelé général du versant tel qu'on le connaît actuellement s'est progressivement façonné, avec sans doute de légères ruptures de pente dues à la variabilité lithologique du substrat. En parallèle, les eaux courantes de fond de vallée (aujourd'hui le ruisseau Quincampoix) ont évacué vers l'aval (Négron ; Fig. II-1) une partie des particules issues de l'érosion hydrique sur le versant. Des dépôts alluviaux grossiers (sableux) se sont mis en place en fond de vallée, avec façonnement d'une petite terrasse sableuse probable couvrant le bas du versant.

En Europe de l'Ouest, et notamment en Gaule, les pratiques agricoles « nomades » ont été progressivement abandonnées pour une **pérennisation des parcellaires agricoles à la période romaine**, sous forme d'un paysage d'openfields (Ferdrière *et al.*, 2006). Ces parcellaires avaient des limites immatérielles permettant la connectivité hydrologique et sédimentologique entre elles. Le sol était travaillé grâce à l'araire et la traction animale, engendrant certainement des déplacements de matière. Au Moyen-Age central, des paysages bocagers se sont mis en place (Zadora-Rio, 1991) avec des limites beaucoup plus pérennes. Sur notre site, la base de la banquette L1 a été datée du 11^{ème} siècle. **La mise en place de haies le long des axes de circulation a pu déclencher des phénomènes de rétention de particules transportées par le ruissellement.** Les bordures de parcelles végétalisées ont ainsi limité des surfaces à fonctionnement quasi autarcique d'un point de vue hydrologique et sédimentologique. La charrue introduite vers cette période, avait un impact plus marqué sur le sol (labour plus profond). Le labour a pu devenir un agent actif de déplacement de sol.

Après la seconde guerre mondiale, la mécanisation du travail du sol a induit une augmentation de l'érosivité des engins agricoles (cf. § V.2.2.2.). Les engins actuels ont en effet un coefficient de transport de 400 à 800 kg.m⁻¹.a⁻¹ contre 70 à 260 kg.m⁻¹.a⁻¹ à chaque passage pour des engins non-mécanisés. Les pratiques agricoles ont donc évolué, comme les politiques qui ont instauré des **campagnes de remembrement** pour faciliter le travail des agriculteurs et améliorer les productions. **La fragmentation parcellaire a diminué, les paysages se sont ouverts.** Ainsi, les longueurs de pente et les aires de drainage ont augmenté sur des parcelles à culture homogène sur de plus grandes surfaces, permettant aux eaux de ruissellement un regain d'énergie. Sur notre site d'étude, les transferts de matériaux par l'eau ont été facilités au sein des unités correspondant aux grands ensembles lithologiques limités par les banquettes. Les sols de ces unités (voire unités 4, 3, et 2 sur la Fig. V-6,) montrent d'ailleurs des variations granulométriques internes indiquant des redistributions par des processus de ruissellement non-concentré (appauvrissement en particules fines en amont ; cf. § V.3.2.). Ces unités semblent alors avoir fonctionné en quasi autarcie. D'après les résultats de conversion (modélisation numérique) des activités de ¹³⁷Cs en taux de redistribution de sols, les processus aratoires auraient dominé à plus de 85% les redistributions au sein de la parcelle « test » depuis 1954 (taux d'érosion moyen dans les zones touchées de -2,78 t.ha⁻¹.an⁻¹ ; Tab. 3 de l'article § V.4.2.). Les ondulations convexes sont largement érodées et nivelées depuis 1954 : ce matériel vient alimenter le développement des banquettes agricoles en aval de parcelle. Quant à l'érosion hydrique, elle a été en moyenne de -0,42 t.ha⁻¹.an⁻¹ dans les zones érodées et le dépôt moyen a été de 0,25 t.ha⁻¹.an⁻¹ dans les zones de dépôts, ces 50 dernières années sur la parcelle « test » de l'unité 2. On peut alors imaginer que les redistributions de sols par vecteur hydrique devaient être, antérieurement au remembrement de 1967, moins intenses que celles-ci.

VI.3. Le paysage agricole actuel : un « palimpseste » morphologique

Un « **palimpseste** » définit à l'origine un parchemin déjà utilisé, dont les premières inscriptions ont été effacées afin de le réutiliser. Bien souvent, les traces des premières inscriptions ne disparaissaient pas totalement. Ainsi, plusieurs inscriptions avec différents degrés de lisibilité se côtoyaient sur un même parchemin. Par extension, ce terme est utilisé pour définir tout objet se reconstruisant par destruction progressive et successive de ses

anciennes formes tout en en gardant quelques traces. Ainsi, de nombreux paysages agricoles actuels occupés par l'homme de longue date apparaissent comme des « palimpsestes » où se côtoient dans leur modelé les traces volontaires ou involontaires d'anciennes occupations du sol, d'anciennes fragmentations spatiales et les occupations actuelles.

La Fig. VI-2 présente les zones d'ombrage de la pente sur la zone d'extrapolation. Ces données ont pu être obtenues récemment à partir de données LIDAR. Classiquement en cartographie cet ombrage correspond à une illumination de la surface du sol à partir d'une source lumineuse située par défaut au NW. Cette représentation permet de faire ressortir les convexités et concavités associées aux figures morphologiques linéaires (banquettes agricoles et ondulations) étudiées sur le versant (*cf.* Fig. 2.1.2. de l'article § III-2). On remarque notamment de nombreuses zones linéaires claires correspondant à des ondulations. On note également la présence d'un chemin traversant du SW au NE la partie W de la zone d'extrapolation et semblant avoir joué un rôle de barrière également au transfert de matériau. Les parcellaires de 1836, 1945 et 2010 y sont superposés. **Les banquettes sont associées aux limites les plus pérennes délimitant les grands ensembles géologiques sur le site (*cf.* Fig. VI-1). Les ondulations sont associées à des bordures aujourd'hui disparues en majeure partie durant les remembrements effectués à la fin des années 1960, tout comme le chemin localisé à la partie W de la zone d'extrapolation entre L1 et L2. On observe donc qu'à l'heure actuelle, le modelé du versant présente de nombreuses ondulations, et donc que le paysage actuel porte à travers son modelé de détail les traces bien visibles des anciens parcellaires.**

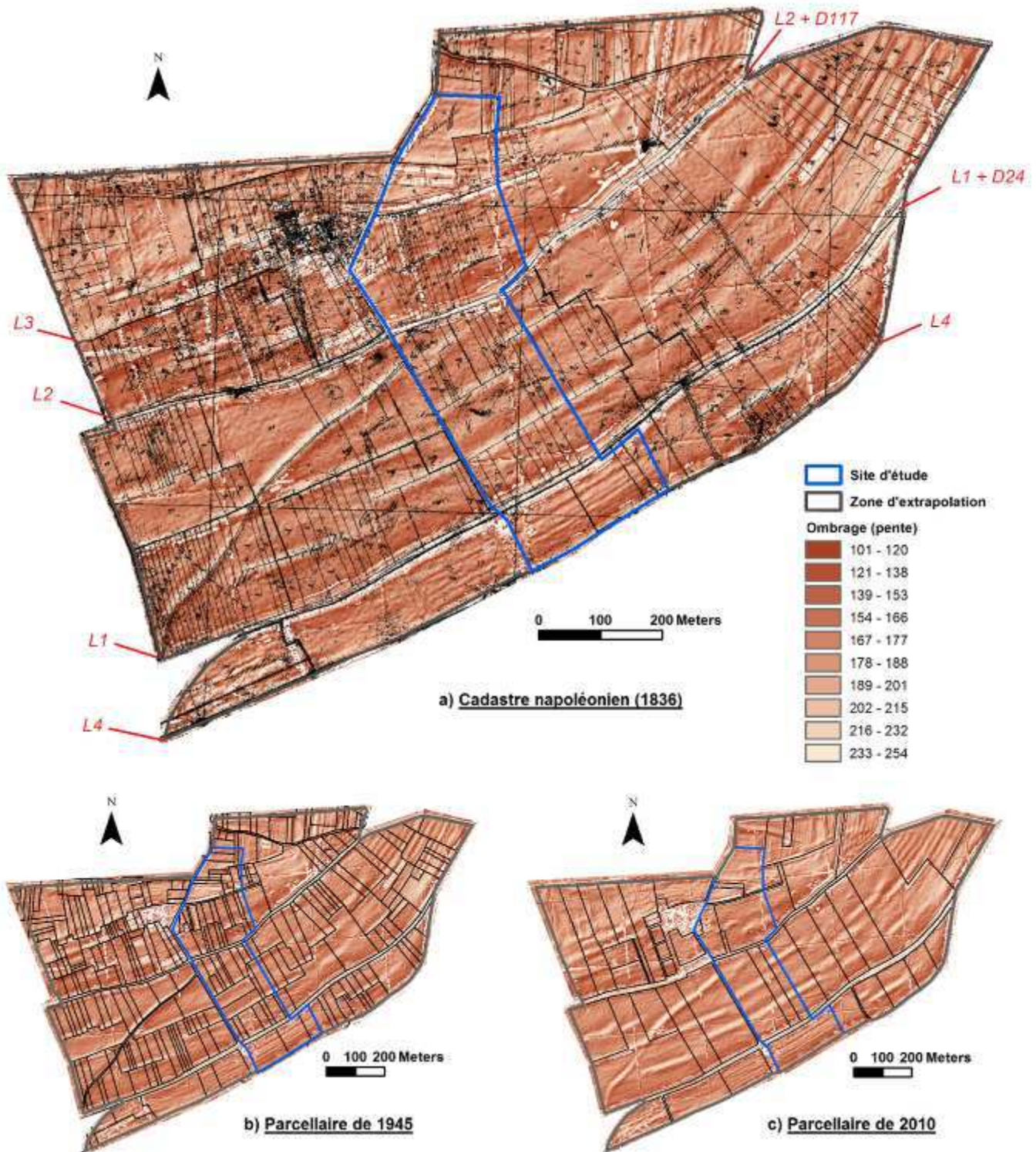


Figure VI-2. Ombrage cartographique de la pente sur la zone d'extrapolation et parcellaires successifs. a) Cadastre napoléonien (1836). b) Parcelaire de 1945. c) Parcelaire de 2010.

La Fig. VI-3 présente 3 schémas synthétiques caractérisant les grandes phases supposées de transferts de matériau et d'évolution morphologique sur le versant depuis le début de l'occupation humaine dans le secteur (Néolithique). En effet, une campagne de ramassage systématique des artefacts archéologiques à la surface du sol (janvier 2008) a permis de révéler la présence d'artefacts depuis le Néolithique. Les plus abondants sont ceux de la transition Bronze-Fer en bas de versant (10^{ème} s. av. J-C – 5^{ème} s. ; Fig. IV-4). Ces trois grandes phases sont les suivantes :

- de la Protohistoire au Moyen-Age central (Fig. VI-3a) : le versant a été défriché peu à peu. L'occupation humaine et la culture des terres sont apparues principalement en fond de vallée et ont remonté peu à peu sur les versants. Les parcellaires n'étaient pas stables dans l'espace jusqu'à la romanisation (à partir du 1^{er} s.) où ils se sont stabilisés en un paysage d'openfields. Les voies de communication se sont mises en place entre les différentes villes. Durant cette période, les redistributions de sols par voie hydrique d'amont en aval du versant ont été accentuées par la baisse progressive du couvert végétal et la rareté de barrières végétales denses. Le sol était travaillé à l'araire ce qui a pu entraîner des transferts de sol au sein des parcellaires gallo-romains.
- du Moyen-Age central au remembrement de 1967 (Fig. VI-3b) : au début de cette période, les pratiques agricoles et les paysages associés se sont transformés. Les parcellaires ont été de plus en plus pérennes avec la mise en place de bocages. Ces barrières végétales ont permis de quasi autonomiser de petites surfaces d'un point de vue hydrologique et sédimentologique. L'augmentation des dépôts de matière sur le versant est confirmée par l'augmentation d'apports dans le marais de Taligny (Macaire *et al.*, 2006). Des dépôts de sol se sont effectués en amont de parcelle pour venir se déposer en aval le long des haies. Le travail répété du sol dans ces parcelles a provoqué localement le surcreusement du substrat en amont de parcelle (c'est-à-dire en aval de bordures végétalisées). En effet, l'observation de la morphologie des sols et du toit de l'altérite en coupes verticales (tranchées ; Ch. IV) a mis en évidence un surcreusement du substrat en aval de certaines banquettes agricoles, impliquant que les phénomènes d'érosion-dépôt liés à la présence de bordures de parcelles ne concernent pas uniquement les sols, mais le substrat également. Des figures morphologiques type banquettes agricoles, et localement crête de labour, se sont mises en place lentement dans le paysage.

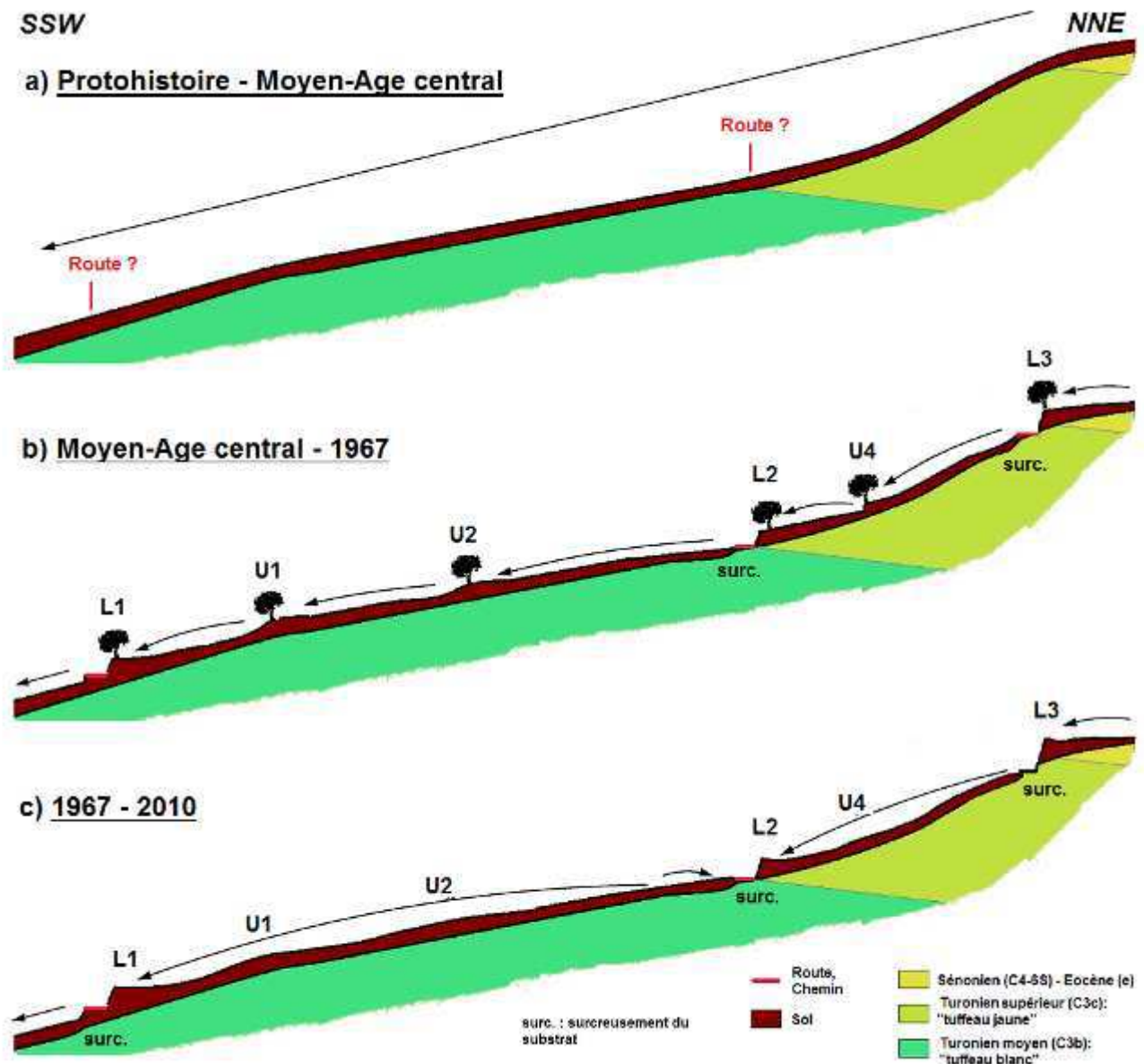


Figure VI-3 : Schémas d'évolution du modelé du versant sous l'effet de l'évolution des parcellaires et des transferts de matériaux. a) Protohistoire – Moyen-Age central. b) Moyen-Age central – 1967. c) 1967 – 2010.

- de 1967 à 2010 (Fig. VI-3c): à la fin des années 1960, des campagnes de remembrement ont été effectuées. Les parcelles ont été regroupées, les haies détruites. Les connectivités hydrologiques et sédimentologiques entre parcelles ont été améliorées. La mécanisation s'est propagée depuis 1945, avec des engins de plus en plus puissants et donc de plus en plus érosifs. Les volumes de sols stockés dans les petites banquettes agricoles et crêtes de labour, associées aux bordures détruites, ont été

redistribués vers l’aval du versant venant alimenter les grandes banquettes associées aux bordures de parcelles encore présentes et délimitant les grands ensembles géologiques (L1, L2 et L3). En zone peu pentue, la puissance des engins a permis la remontée de matériau dans la parcelle comme montré par la forte proportion de ^{137}Cs en amont de la parcelle « test », au pied de la banquette L2 (cf. § 3.2. de l’article § V.4.2.). Ceci explique que surcreusement du substrat et indice d’allochtonie (apport de silex dans les sables) se côtoient dans le sol du forage F4 (cf. § IV-4).

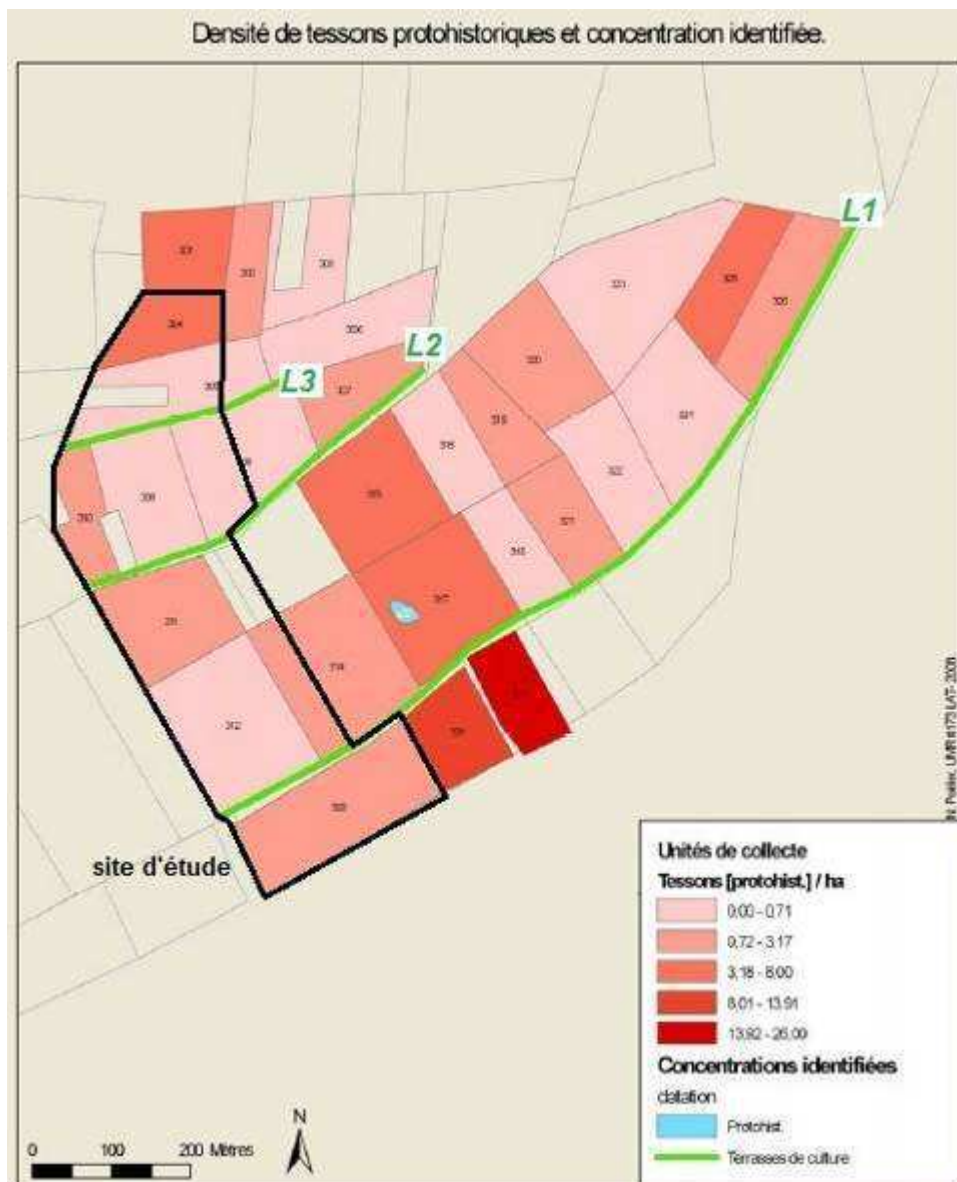


Figure VI-4. Densité de concentration des tessons protohistoriques et concentration identifiée sur le versant étudié (Source : Poirier, 2008).