

Présentation de la région et du site d'étude

Ce chapitre a pour objectif de présenter le site d'étude localisé sur la commune de Seuilly (département de l'Indre-et-Loire, France) et son contexte régional. Les informations disponibles concernant les facteurs naturels susceptibles d'influencer les sols sont présentées (lithologie, structures géologiques, géomorphologie et climat). L'histoire récente de l'occupation humaine dans la région et sur le site d'étude est également développée, l'accent étant mis sur l'évolution du parcellaire sur le site d'étude. Pour finir, les divers indicateurs d'érosion-dépôt de sol (SEDI ; cf. § I.2) identifiés sur le site et permettant l'étude de la redistribution de matière en lien avec les changements de parcellaire sont présentés.

II.1. Choix et définition des zones étudiées

Le « **site d'étude** » de 16 ha est localisé sur la commune de Seuilly (47°08.31'N, 0°10.97'E ; Fig. II-1) dans les auréoles sédimentaires du sud-ouest du Bassin parisien. Il est inclus dans l'unité morpho-paysagère du Richelais de Touraine (525 km² ; Fig. II-1b), qui constitue une petite région agricole. Ce chapitre démontrera que le site d'étude est représentatif des versants cultivés développés sur craies en Touraine, et notamment dans le Richelais.

Des surfaces plus étendues, dédiées à une étude à plus petite échelle des sols et de leur redistribution, ciblée par le projet LANDSOIL, ont été déterminées au sein du Richelais. Le site d'étude (16 ha) est une zone dont l'étude détaillée est destinée à l'élaboration de méthodes d'analyse et à la mise en évidence des facteurs dominants de la redistribution historique des sols sur les versants cultivés crayeux. Les méthodes et conclusions tirées de cette étude détaillée seront utilisées pour une extrapolation à l'échelle des différents sites retenus par le projet LANDSOIL. Le site d'étude lui-même se trouve au sein d'une « **zone d'extrapolation** » de 104 ha (Fig. II-1c) qui s'étend sur le versant nord du bassin du Quincampoix (18,7 km²). Certaines données seront présentées dans ce manuscrit à l'échelle

de cette zone d'extrapolation afin d'amorcer une discussion quant aux possibilités d'extrapolation de ces données.

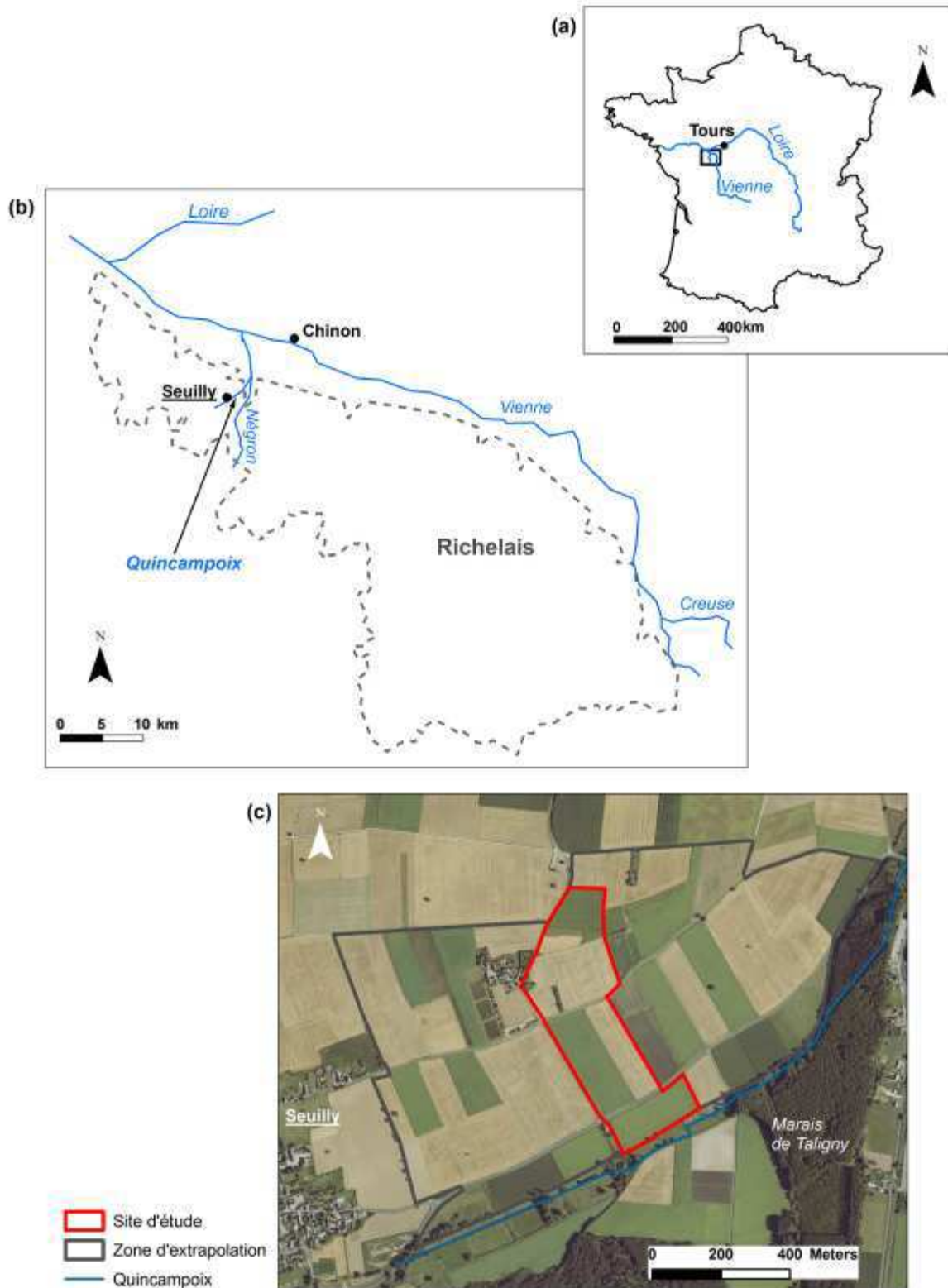


Figure II-1. Localisation du site d'étude (a) sur la carte de France ; (b) dans le Richelais ; (c) relativement au parcellaire et à la zone d'extrapolation.

Plusieurs éléments ont conduit au choix de ce site d'étude :

- il présente **des figures morphologiques linéaires**, de largeur décamétrique, appelées « banquettes agricoles » ou encore « rideaux de culture » (Fig. II-2). Ce type de figure morphologique a été identifié comme une des conséquences de la fragmentation spatiale des surfaces agricoles par les structures anthropiques (limites de parcelles, routes, chemins, haies...) sur les redistributions de matière (Bollinne, 1971 ; Papendick and Miller, 1977 ; Salvador-Blanes, 2006).



Figure II-2. Vue d'une banquette agricole sur le site d'étude.

- **de nombreux SEDI** (Soil Erosion-Deposition Indicators) sont présents sur le site, comme les banquettes agricoles elles-mêmes, des zones à sol battant, l'existence de traceurs minéralogiques (dus à la variabilité de la lithologie) et de radionucléides comme le ^{137}Cs dans les sols (Fourmont, 2001). Ces indicateurs permettent l'étude de la redistribution des sols à différentes échelles spatiales et temporelles. Cette diversité d'indicateurs permettra d'optimiser le choix des SEDI à étudier pour répondre à la problématique de la recherche.

- **des travaux de recherche ont déjà été effectués sur le bassin du Négron et le sous-bassin du Quincampoix** où se trouve le site étudié ici. Un bilan sédimentaire complet du bassin versant du Négron et une analyse des effets des activités humaines sur la sédimentation dans le tronçon aval de la rivière (marais de Taligny) ont été réalisés pour l'Holocène (Bellemlih, 1999; Macaire *et al.*, 2002; Macaire *et al.*, 2006). De plus, Oubelkasse (1998) a

établi un bilan des exportations de matière dissoute par le Quincampoix, et Jaffré (2003) un bilan géochimique dans les eaux du marais de Taligny situé à la confluence entre le Négron et le Quincampoix (Fig. II-1c). Ces travaux apportent des informations diverses et nombreuses sur les paléoenvironnements et l'érosion à l'Holocène, et sur l'érosion chimique actuelle. Cependant, les travaux concernant les sols et l'érosion mécanique sur les versants n'ont pas été approfondis. Deux études ont porté sur la redistribution de matière sur les versants du bassin du Quincampoix : une approche concerne l'étude de l'évolution récente des banquettes agricoles par le ^{137}Cs (Fourmont, 2001), et l'autre est une amorce de modélisation de l'érosion hydrique dans le bassin versant du Quincampoix par le modèle STREAM (Jebelean, 2001).

- **le site jouxte la limite est de *La Devinière***, hameau abritant la maison natale du célèbre écrivain du début du 16^{ème} siècle, François Rabelais. Les alentours de la demeure sont d'ailleurs le théâtre des *guerres Picrocholines* contées par Rabelais dans son œuvre *Gargantua*. De ce fait, il nous semblait que l'existence de documents anciens bien conservés nous informant sur l'histoire de l'occupation du sol, et plus précisément de l'évolution des parcellaires, était probable.

II.2. Contexte géologique

L'essentiel des informations concernant la lithologie et la structure géologique est extrait de la carte géologique à 1: 50 000 Loudun et de sa notice (Alcaydé *et al.*, 1989), ainsi que des travaux de thèse de Bellemlh (1999).

II.2.1. Contexte géologique du Richelais

Le Richelais de Touraine se trouve en **domaine sédimentaire** en bordure sud-ouest du Bassin parisien (Fig. II-3). Les couches sédimentaires qui constituent ces auréoles se sont formées en domaine marin au Jurassique supérieur, et au Crétacé supérieur. Durant l'Oxfordien, la sédimentation marine a donné successivement des matériaux marneux, puis plus calcaires et de nouveau marneux. Au Jurassique supérieur, à une période encore mal définie, la mer s'est retirée et au Crétacé inférieur la région émergée a été affectée par des processus d'altération météorique et d'érosion jusqu'au début du Crétacé supérieur. Dès lors,

une nouvelle transgression marine au Cénomaniens a permis la mise en place de dépôts sableux, puis marneux, et enfin crayeux. Des craies de plus en plus chargées en éléments détritiques (sables) se sont déposées dans la mer en Touraine, avec notamment au Turonien supérieur une instabilité tectonique des bordures sédimentaires du Bassin parisien qui a déstabilisé le régime sédimentaire. Au Sénonien, des sédiments crayeux à sableux, riches en accidents siliceux (silex ou cherts selon les secteurs), se sont mis en place jusqu'à l'émersion généralisée de la fin du Crétacé.

A la fin du Crétacé et à l'Eocène, la région a été soumise à des conditions climatiques agressives, à tendance sub-tropicale. Des formations continentales ont alors été générées par altération météorique des formations crétacées (« argiles à silex » ; silicifications), mais également grâce aux apports détritiques fluviaux depuis les massifs anciens (Massif Central et Massif Armoricain) situés en bordure (dépôt de galets, sables ou argiles). Par la suite, la surrection progressive de la Touraine avec le rejeu local de fractures hercyniennes réactivées par les mouvements pyrénéo-alpins a provoqué le creusement des vallées. C'est au Quaternaire essentiellement que le Richelais a acquis sa morphologie actuelle, et au Quaternaire récent (Pléistocène supérieur et Holocène) que se sont déposés les limons des plateaux d'origine éolienne, les formations colluviales et les alluvions en fond de vallées.

II.2.2. Lithologie et structure géologique du site d'étude et de la zone d'extrapolation

Le site d'étude et la zone d'extrapolation s'étendent en grande partie sur **les formations turoniennes** (Fig. II-4). La zone d'extrapolation couvre également des formations sénoniennes. Ces formations possèdent ici un léger pendage N. L'échelle de la carte (1 : 50 000 ; Alcaydé *et al.*, 1989) ne permet malheureusement pas de préciser très en détail la présence de minces placages éocènes ou de formations superficielles, susceptibles de couvrir les formations crétacées en crête du versant.

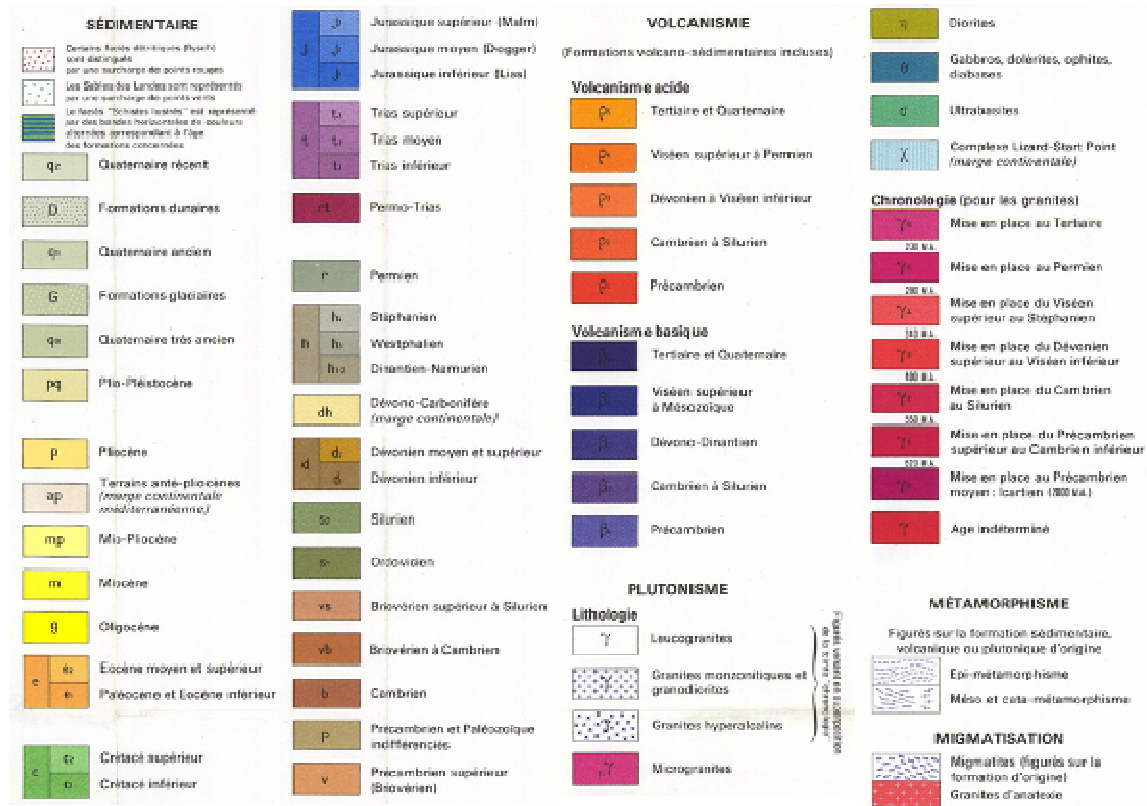
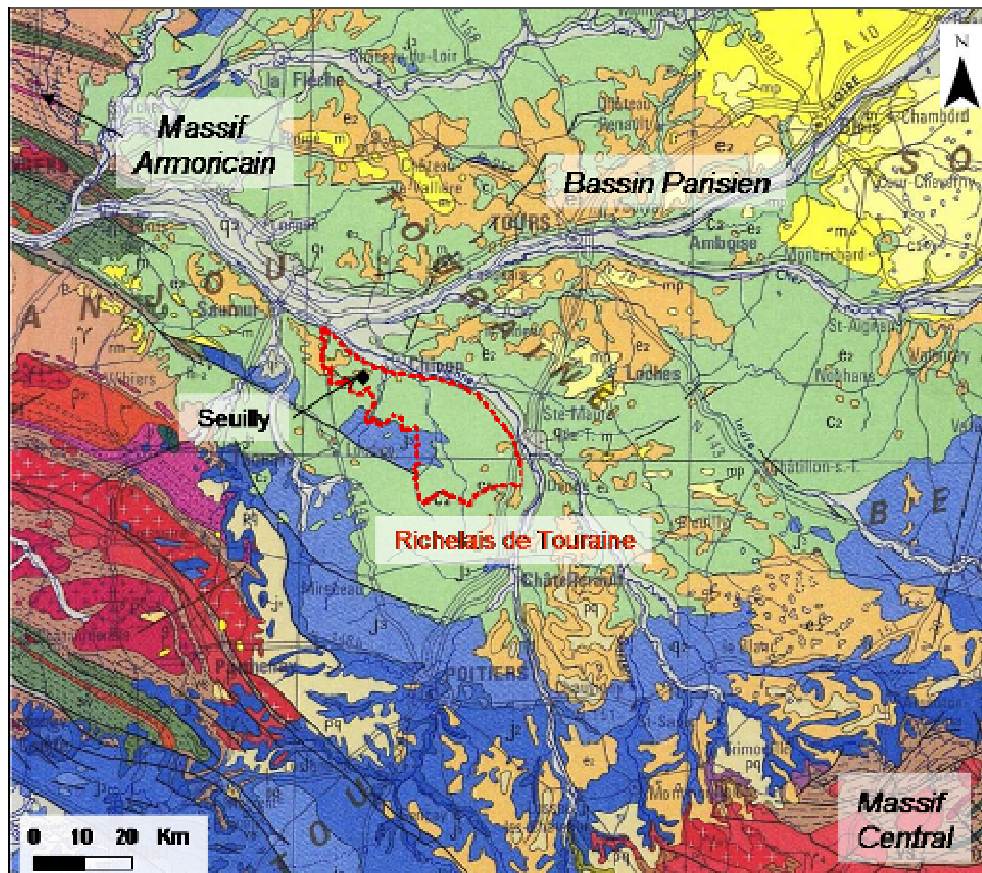


Figure II-3. Localisation du Richelais et du site de Seully sur la carte géologique de la France au 1 : 1 000 000 (B.R.G.M, 1980).

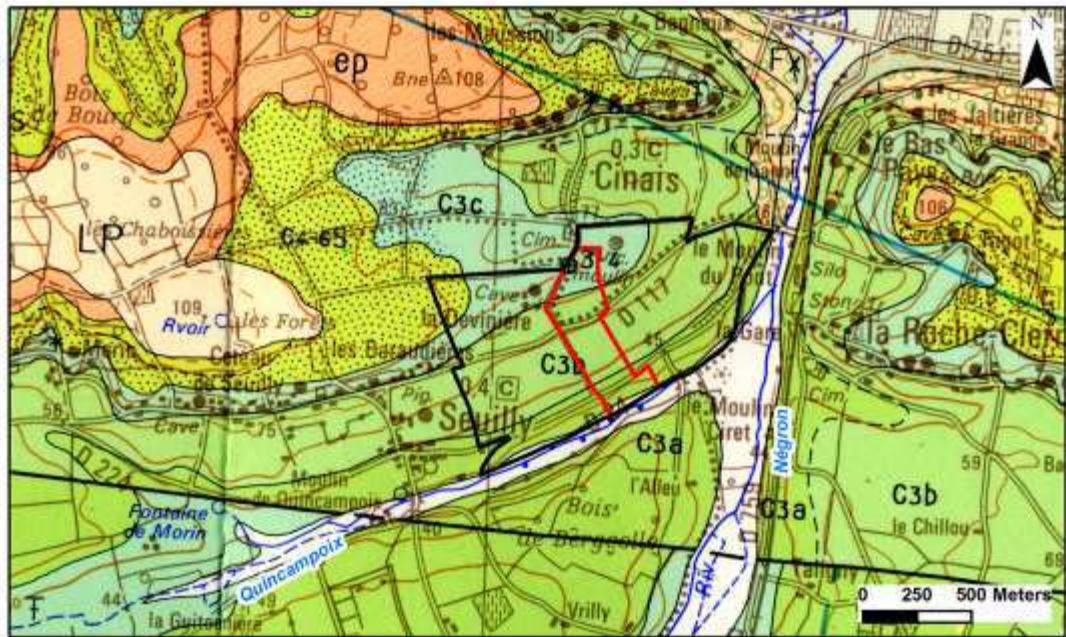
II.2.2.1. Le substrat

- **Le Turonien (C3)** couvre environ les 2/3 de la surface du bassin du Quincampoix. Il est concordant avec les formations cénomaniennes et comporte trois faciès essentiellement carbonatés :

- le Turonien inférieur (C3a) constitué d'une craie blanche à Inocérames disposée en bancs à minces interlits marneux. La craie est tendre, à grain fin, et relativement pauvre en quartz détritiques. La phase argileuse est dominée par la smectite, associée à de l'illite, et parfois à la kaolinite. On note parfois la présence de zéolite.
- le Turonien moyen (C3b) formé de craie micacée blanchâtre, aussi appelée « tuffeau blanc ». Cette calcarénite légèrement piquetée de glauconie est plus ou moins cohérente, et inclut des bancs de craies plus tendres. On note la présence dans ce faciès d'opale CT et de clinoptilolite (zéolite), ainsi que de quartz, de muscovite et parfois de cherts siliceux.
- le Turonien supérieur (C3c), ou « tuffeau jaune », est composé de calcarénites jaunâtres glauconieuses relativement épaisses et friables. Cette formation renferme des lentilles de sables détritiques et des grès à ciment calcaire ; des horizons silicifiés peuvent s'y intercaler également. La présence de glauconie sous forme de gros grains amène localement des colorations rougeâtres du faciès lorsque celui-ci est oxydé. La partie supérieure du Turonien contient une fraction détritique importante relativement aux carbonates. Elle est principalement composée de quartz, de muscovite et de bioclastes.

- **Le Sénonien (C4-6S)** témoigne de l'augmentation des apports détritiques avec tout d'abord des sables quartzeux légèrement argileux et glauconieux où s'intercalent parfois des lits plus argileux. Ensuite, ce faciès laisse place à des argiles blanches sableuses à spongiaires et à lentilles graveleuses totalement dépourvues de carbonates.

- **L'Eocène** détritique continental (e) recouvre localement les formations turoniennes ou sénoniennes. Il s'agit d'argiles sableuses, de grès quartzeux et de conglomérats à silex.



Site d'étude
 Zone d'extrapolation

FORMATIONS ALLUVIALES ET SUPERFICIELLES

Fz	Alluvions modernes des vallées secondaires Limon, sables et graviers
Fz Fy	Alluvions modernes (sables et limons) sur alluvions anciennes non altérées (sables, graviers et galets)
Fx	Alluvions anciennes altérées (10-12 m au-dessus du lit de la rivière à l'étage) Sables, graviers et galets
FL	Alluvions anciennes résiduelles (50-70 m au-dessus du lit de la rivière à l'étage) Sables, graviers et galets épars
Colluvions sur substrat reconnu	
CN	Colluvions alimentées par les sables éoliens
CN-63	Colluvions alimentées par les sables éoliens, les craies et les "tuffeaux" du Turonien
Ce	Colluvions alimentées par les formations détritiques de l'Eocène
Ccs	Colluvions alimentées par les craies et les "tuffeaux" du Turonien
LP	Limon des plateaux

N	Sables éoliens
TERTIAIRE	
Eocène détritique continental	
e ep	e - Argiles sableuses bariolées et grès quartzeux à ciment silico-ferrugineux ep - Conglomérats à silex et Spongiaires du Sénonien remaniés ("perrons") et argiles sableuses blanches à rouges e C1-2a - sur sables glauconieux du Cénomanién
SECONDAIRE	
Sénonien:	
Cx-6S	1 - Sables quartzeux 2 - Argiles sableuses blanches à silex et Spongiaires siliceux
Turonien (partie supérieure)	
C3c	1 - "Tuffeau jaune de Touraine" (calcaires bioclastiques glauconieux, grès) 2 - Sables glauconieux et argileux
Turonien (partie moyenne)	
C3b	Craine micacée. ("Tuffeau blanc")
Turonien (partie inférieure)	
C3a	Craine à Inocérames
Cénomanién	
C2b	Craine glauconieuse, memes glauconieuses blanches ou vertes à Huitres 1 - calcarénites glauconieuses C1-2a - Sables glauconieux verts ou roux, plus ou moins argileux, avec lits

Figure II-4. Géologie du site d'étude et de la zone d'extrapolation d'après la carte géologique de la France à 1 : 50 000, Loudun (Alcaydé *et al.*, 1989).

II.2.2.2. Formations superficielles

- **Les limons des plateaux (LP)** sont des dépôts éoliens (loess) du Quaternaire récent. Il s'agit de placages limono-argileux bruns, d'épaisseur décimétrique dépassant rarement un mètre, à teneur variable mais faible en sables et graviers, et situés localement sur les zones hautes du bassin. On trouve régulièrement à leur base un cailloutis peu épais (environ 10 cm) formé d'éléments millimétriques à centimétriques provenant du remaniement des matériaux sous-jacents.

- **Les alluvions récentes (Fz)** : elles recouvrent les formations marneuses du Cénomaniens supérieur (C2b) en fond de vallée. Il s'agit, généralement de bas en haut, de graviers, sables et limons, avec localement des tourbes, déposés au Pléistocène supérieur (sables et graviers) et à l'Holocène (limon-argileux et tourbes) par le Quincampoix et le Négron.

- **Les colluvions récentes** : la nature des colluvions dépend des formations qui les ont alimentées, parmi celles détaillées ci-dessus. Les colluvions ne sont pas représentées sur la carte géologique malgré leur présence évidente marquée par les banquettes agricoles. Il est vrai que l'échelle de la carte géologique (1 : 50 000) et la densité spatiale des observations ne sont pas adaptées à une représentation précise de ces formations très peu épaisses, peu étendues, et discontinues. L'objectif de cette étude, entre autres, est une meilleure définition de leur nature, de leur distribution spatiale, et des mécanismes de leur mise en place.

II.3. Géomorphologie

II.3.1 : Géomorphologie du Richelais

Le Richelais calcaire est constitué majoritairement de **collines calcaires** (formations du Turonien moyen C3b et supérieur C3c essentiellement) ondulant entre 80 m et 120 m d'altitude (Fig. II-5). Ces collines sont limitées au nord par la vallée de la Vienne, et au sud par la cuesta turonienne. Cette cuesta se dédouble à l'extrémité nord ouest de la zone, formant au nord du site d'étude les coteaux de Seully et de Cinais. Le front des cuestas est de forme irrégulière du fait de la variation de dureté des roches. A l'ouest, les formations calcaires sont progressivement recouvertes par des matériaux siliceux sénoniens ou éocènes (C4-6S et e ;

Fig. II-6). Au sud-est, la confluence de la Creuse avec la Vienne marque la limite du Richelais. Les vallées de la Veude et du Négron ont entaillé les plateaux crayeux du sud au nord jusqu'au val de Vienne (Fig. II-5). Le revers des cuestas est irrégulièrement ondulé en collines car entaillé par plusieurs petits vallons ou vallées (Fig. II-6), dont celle du Quincampoix. L'incision de ces vallons peut localement atteindre les marnes cénomaniennes (C2b).

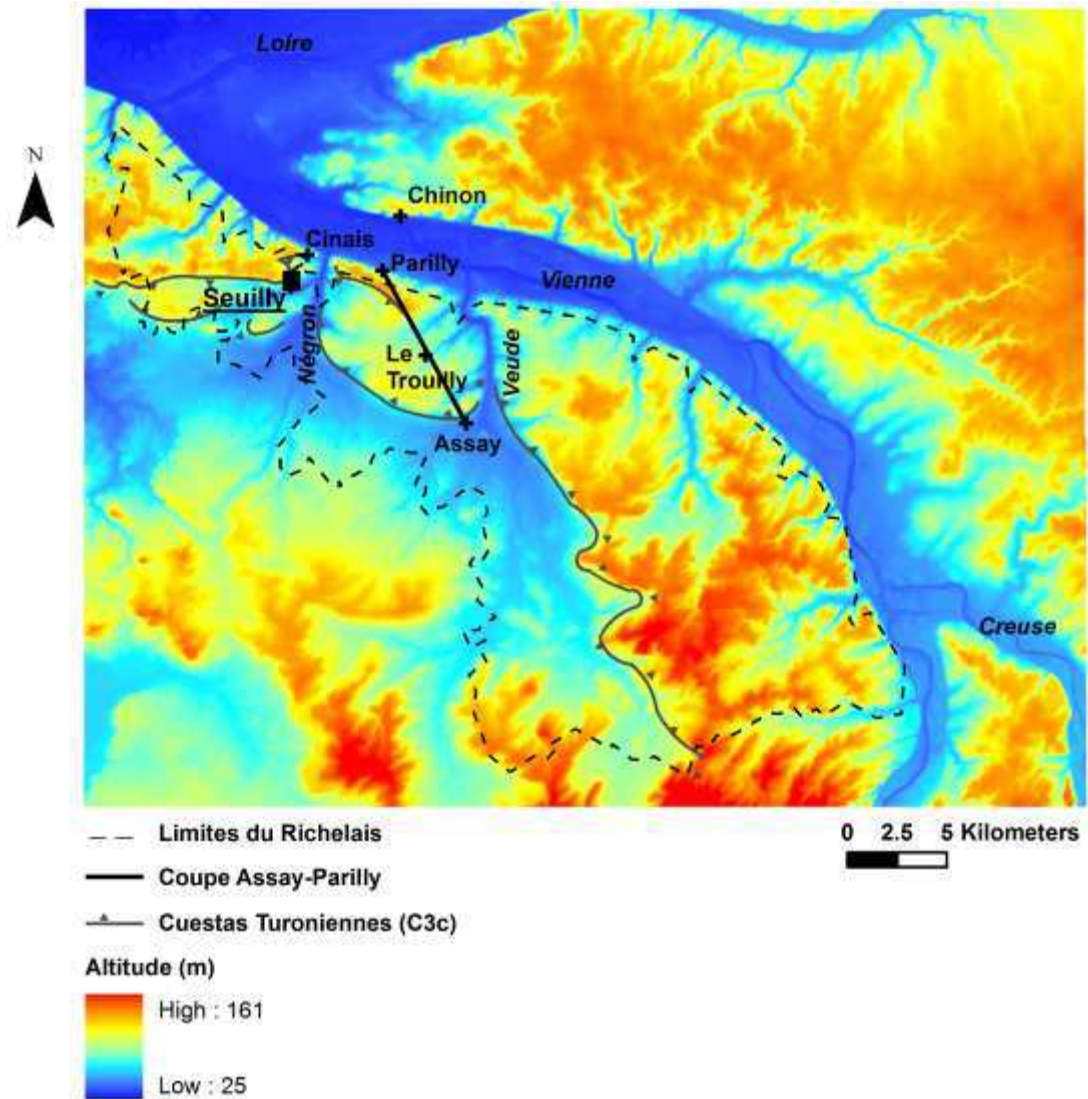


Figure II-5. Topographie du Richelais (source : BD ALTI).

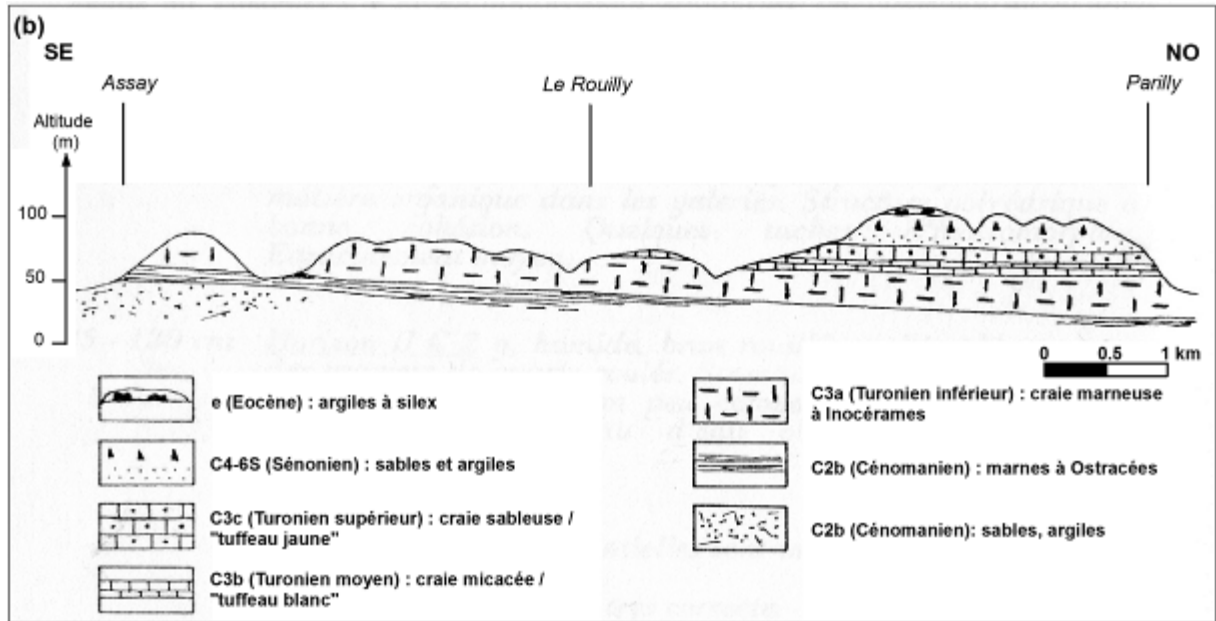


Figure II-6. Coupe géologique Assay – Parilly (d'après Boutin *et al.*, 1990). Localisation de la coupe en Fig. II-5.

II.3.2 : Topographie du site d'étude

Le site d'étude est une **portion de versant de pente orientée SSE**, qui couvre une superficie de 16 ha. Il s'étend de haut en bas du versant sur une longueur de 750 m environ, et une largeur variant entre 100 m et 250 m. Bien que ses limites amont et aval soient proches de limites naturelles (crête et talweg), le site est entièrement délimité par des structures d'origine anthropique (routes et bordures de champs). L'altitude varie de 37 m à plus de 80 m (Fig. II-7a). La pente minimale est presque nulle, en crête et pied de versant. La pente maximale est d'environ 12 %, et la pente moyenne d'environ 5 %. Les variations de pente sont relativement progressives.

Comme beaucoup de versants dans le Richelais, le relief est localement perturbé par des banquettes agricoles : on en dénombre trois nettes sur le site d'étude (notées L1, L2 et L3 sur la Fig. II-7a). De telles banquettes agricoles ont déjà été décrites en Europe et en Amérique du Nord (*cf.* Ch. I ; Fig. I-5). Morphologiquement, il s'agit d'une zone de diminution de la pente, en amont d'une bordure de parcelle, associée à une rupture de pente plus ou moins marquée en aval de la bordure (Fig. II-7b). Les banquettes agricoles ont été définies comme le résultat de l'accumulation progressive de sol en partie aval d'une parcelle,

à l'amont de sa limite. Les banquettes rencontrées ici sont soit associées à des bordures entre deux parcelles cultivées (banquette L3), soit à une bordure séparant une parcelle en amont d'une route en aval (banquettes L1 et L2). La hauteur du front de ces figures morphologiques d'origine anthropique varie ici de quelques décimètres à plus de deux mètres, créant des ruptures de pente importantes dans le paysage. Ces trois banquettes principales découpent le site d'étude en quatre unités bien distinctes (notées de 1 à 4 sur la Figure II-7a).

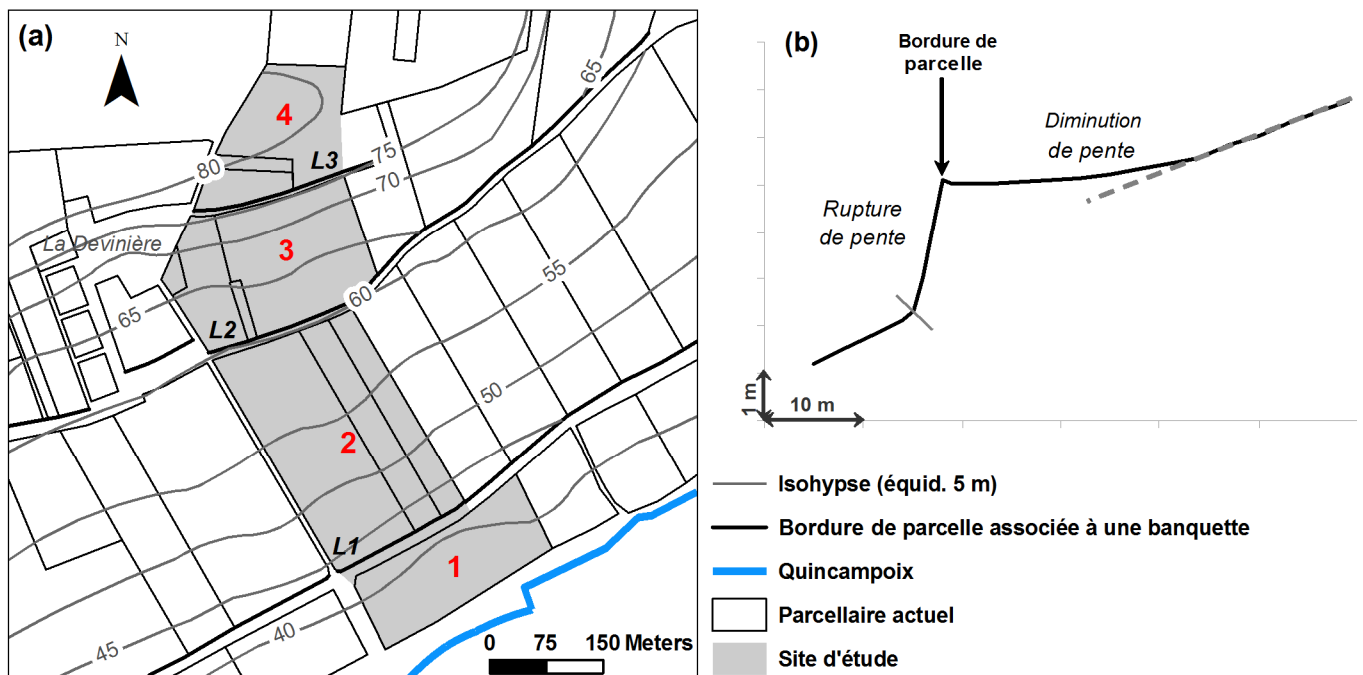


Figure II-7. Caractéristiques morphologiques du site d'étude. (a) Topographie du site d'étude, extraite des cartes topographiques de la France (série bleue) à 1 : 25 000, feuilles Loudun (1724 O) (I.G.N., 1988) et Richelieu (1724 E) (I.G.N., 2005). (b) Section transversale type d'une banquette agricole.

II.4. Climat

Il n'existe pas de relevés précis, et couvrant de longues durées, de données météorologiques sur la commune de Seully. Des données de Météo France pour la commune de Tours pour la période 1971-2000 sont présentées ici. Tours se situe à 45 km au nord-est de notre site. Les températures sont douces avec une moyenne annuelle de 11,1°C et les

variations saisonnières relativement modérées. En effet, le minimum hivernal est de 1,8°C en janvier et le maximum est de 25,2°C au mois d'août (Fig. II-8a). En ce qui concerne la pluviométrie, le cumul annuel moyen pour la période 1971-2000 est d'environ 700 mm/an. Les précipitations sont réparties de façon plutôt régulière sur l'année (Fig. II-8b). Le mois le plus sec est août avec une moyenne de 40 mm. Les maxima sont atteints pour la période octobre-février avec des précipitations moyennes oscillant entre 63 et 72 mm.

Ces données reflètent un climat régional de type tempéré, à caractère océanique dégradé. Toutefois, les températures dans la région de la confluence Vienne-Loire seraient plus élevées d'environ 0,5°C sur l'année, et les précipitations totales annuelles moindres (aux alentours de 600 mm/an), d'après des relevés à plus court terme effectués dans le Richelais ou à proximité (Boutin *et al.*, 1990 ; Oubelkasse, 1998).

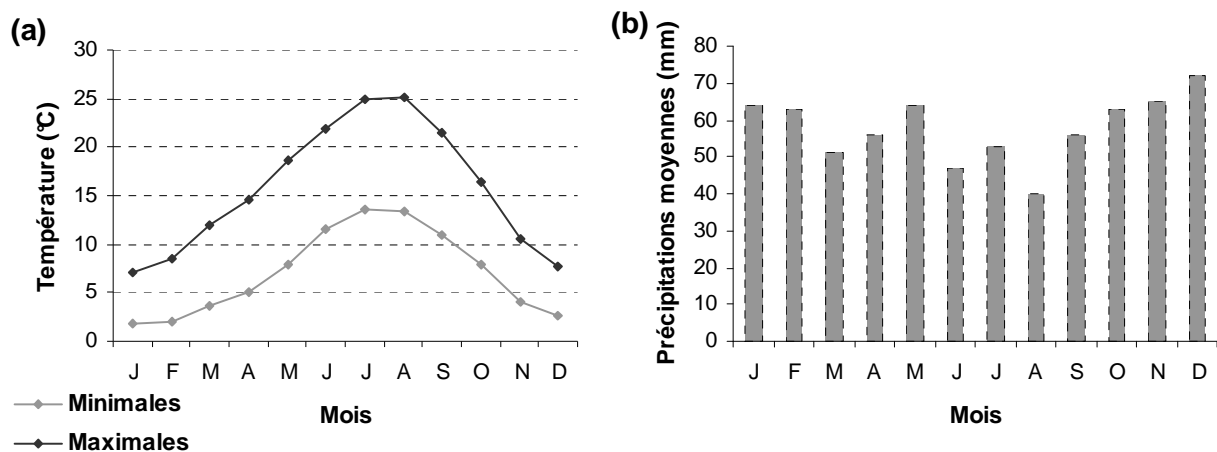


Figure II-8. Données météorologiques enregistrées sur la commune de Tours pour la période 1971-2000 : (a) Températures mensuelles moyennes minimales et maximales et (b) précipitations moyennes mensuelles (source : Météo France)

II.5. Contexte pédologique

Les types de sols sont présentés d'après le système de classification du Référentiel Pédologique (Baize et Girard, 2008). Les textures sont déterminées d'après le triangle des textures de Jamagne (1967).

II.5.1. Typologie des sols dans le Richelais

Les grands types de sols rencontrés dans le Richelais calcaire se sont développés sur des formations géologiques variées, en place ou remaniées. **Les caractéristiques de la couverture pédologique varient essentiellement avec la lithologie des roches-mères et les reliefs associés** (Boutin *et al.*, 1990 ; Jebelean, 2001).

La toposéquence proposée par Boutin *et al.* (1990) permet d'illustrer la distribution des principaux types de sols du Richelais (Fig. II-9) :

- des **Rendosols** sont présents sur les pentes moyennes à fortes, essentiellement en rebord de cuestas et le long des coteaux. Ces sols sont argileux à limono-sablo-argileux. Les roches-mères sont les « tuffeaux » blancs et jaunes (Turonien moyen et supérieur).
- des **Calcosols** occupent de vastes surfaces sur les plateaux et dans différents talwegs. On les retrouve également en front de cuestas et sur les versants de vallées. Les sols sont argileux à limono-argilo-sableux, développés sur formations crayeuses apparaissant entre 40 cm et 80 cm de profondeur.
- on observe des **Calcisols** sur les plateaux en zone de pentes très faibles, notamment sur l'interfluve entre le Négron et la Veude. Les textures sont très variées en fonction de la roche-mère (« tuffeaux » et formations colluviales).
- des **Brunisols** plus ou moins acides à dominante sableuse à sablo-limoneuse, relativement hydromorphes, ont été observés sur les plateaux à l'est de la vallée de la Veude, et au nord du Richelais. On les observe essentiellement sur la calcarénite du Turonien supérieur et sur le Sénonien argilo-siliceux apparaissant en limite du Richelais.
- les fonds de vallées et vallons présentent des **Fluviosols** à nappe permanente, de textures argilo-sableuses à argileuses, développés sur formations alluviales et tourbes.

- des **Colluviosols** sont également présents dans les vallées et vallons qui incisent les formations crayeuses. Il s'agit de sols saturés ou calcaires, argileux à limono-argilo-sableux.

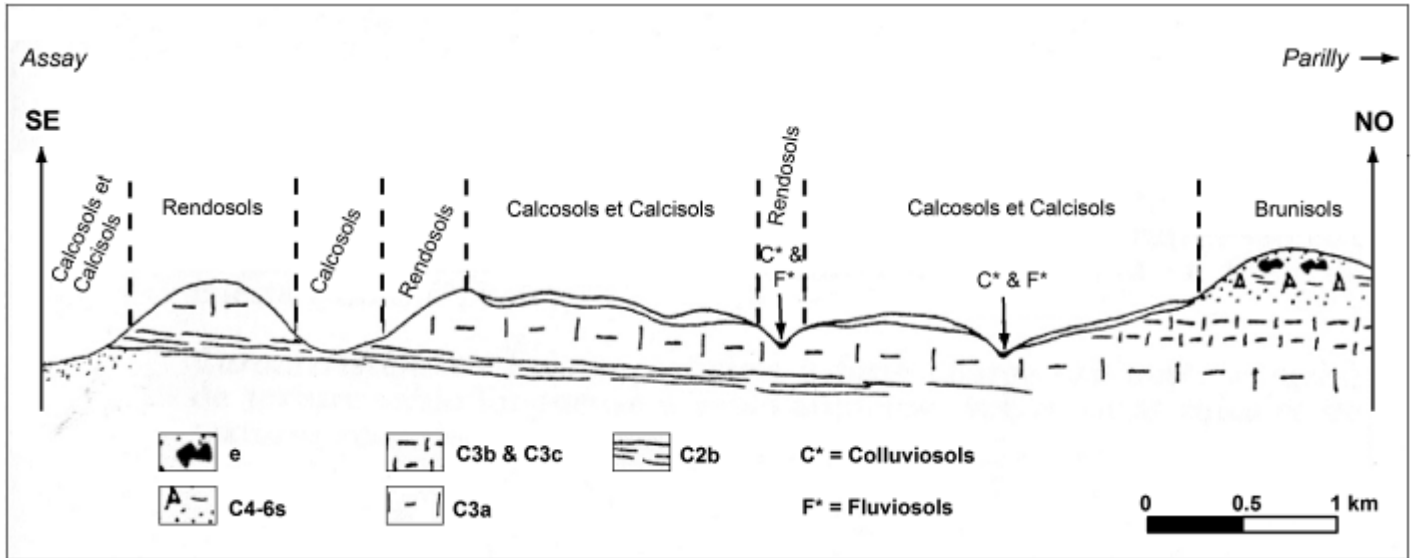


Figure II-9. Toposéquence du Richelais selon la coupe Assay – Parilly (d'après Boutin *et al.*, 1990). Localisation de la coupe : Cf. Fig. II-5.

II.5.2. Typologie des sols sur le site d'étude

Les informations concernant les sols présents sur le versant étudié sont données par la carte pédologique de Loudun à 1 : 50000 (Boutin *et al.*, 1990) et sa notice (Fig. II-10). Les sols observés sur le site d'étude, et couvrant l'essentiel la zone d'extrapolation, sont les suivants (définis selon la terminologie du Référentiel Pédologique ; Baize et Girard, 2008) :

- **les Calcosols** sont ici des sols calcaires assez épais (40 à 80 cm). Leur texture varie de limono-argileuse à limono-argilo-sableuse. Ils sont moyennement à peu caillouteux. Ils se développent en milieu de versant sur les craies turoniennes (C3a et C3b plus particulièrement), et en bas de versant sur des dépôts alluviaux et colluviaux de texture argilo-sableuse.

- **Les Calcisols** ont également ici une épaisseur variant entre 40 cm et 80 cm, avec une texture limono-argileuse à limono-argilo-sableuse. Ils sont non caillouteux et peu à pas calcaires. On les trouve en haut du versant, sur les formations du Turonien supérieur (C3c) principalement.

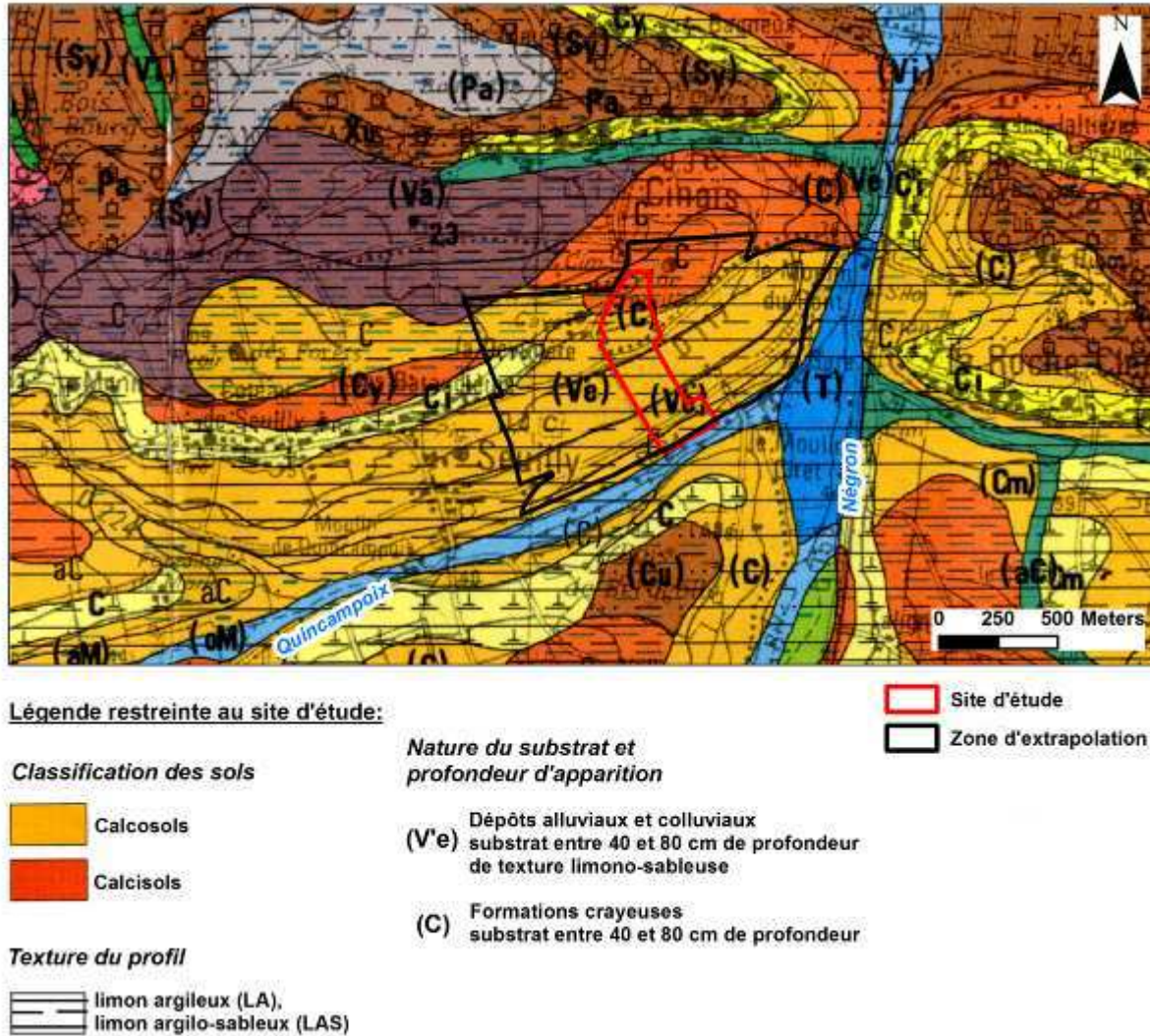


Figure II-10. Localisation du site d'étude et de la zone d'extrapolation sur la carte des sols à 1 : 50000, Loudun (Boutin *et al.*, 1990).

La précision de la carte pédologique à 1 : 50 000 par rapport à notre échelle de travail (décamétrique) et à la taille du site (16 ha) ne permet pas de tirer une information détaillée et adaptée à l'objectif de la recherche sur l'aire étudiée. La nature et les limites des types de sols effectivement présents sur le site d'étude seront précisées ultérieurement. Il existe cependant

quelques informations plus précises concernant les sols du site d'étude, mais elles ne sont pas d'ordre cartographique. Elles résultent des travaux antérieurs effectués par Bellemlih (1999) sur le bilan sédimentaire holocène dans le bassin versant du Négron. Ces résultats sont présentés dans la section suivante.

II.5.3. Caractéristiques morphologiques et texturales des sols et formations colluviales sur le site d'étude

Des sondages manuels à la tarière ont été effectués le long d'une toposéquence orientée NW-SE qui traverse la partie amont de notre site d'étude puis le longe jusqu'au talweg (Bellemlih, 1999 ; Fig. II-11a). Les sondages ont été décrits, un échantillon de surface a été prélevé dans chaque sondage et des analyses granulométriques ont été effectuées. Les limites géologiques représentées en figure II-11b correspondent aux limites de la carte géologique à 1 : 50 000, Loudun (Alcaydé *et al.*, 1989). Dix-neuf sondages ont été effectués pour élaborer cette toposéquence (Fig. II-11b).

L'épaisseur des sols mesurée, considérée comme la somme des horizons organominéraux et structuraux (L et S), varie de 40 à 130 cm d'après la figure II-11c. **Les sols sont nettement plus épais (de 75 cm à 130 cm) au niveau des banquettes agricoles L1, L2 et L3** selon notre nomenclature sur la figure II-7a (sondages 4, 6, 7 et 15 sur les figures II-11b et II-11c). Dans ces banquettes, plus des 2/3 de l'épaisseur des matériaux recoupés ont été définis comme « accumulations colluviales » : il s'agit donc de Colluviosols d'après le Référentiel Pédologique (Baize et Girard, 2008). Des traces de pseudomycéliums blanchâtres de carbonates ont été observées également dans la masse colluviale, et un horizon L de texture équilibrée sablo-limoneuse est décrit en surface. Des sols un peu plus épais (> 100 cm) sont également présents en zone concave en amont de la banquette L3 (sondages 1 et 2 de la Fig. II-11c). Ces sols seraient situés sur « tuffeau » jaune (C3c) et ont été décrits comme des Luvisols à horizon de surface sablo-argileux.

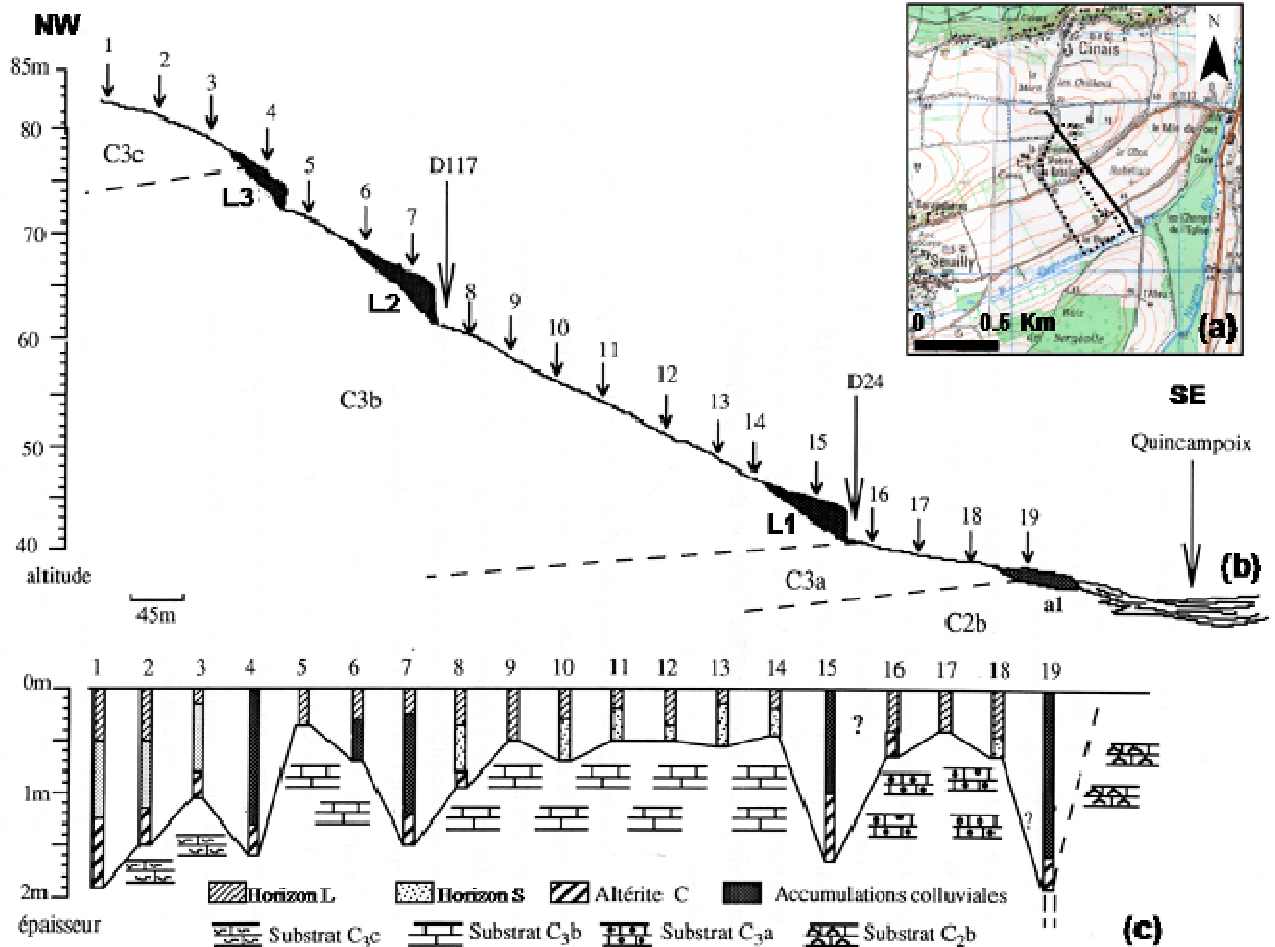


Figure II-11. Morphologie, pédologie et lithologie de la toposéquence « la Devinière », extrait des travaux de thèse de Bellemlh (1999). a) Localisation de notre site d'étude (pointillé) et de la toposéquence (trait continu); extraits des cartes IGN à 1 : 25 000, feuilles Loudun 1724 O (I.G.N., 1988) et Richelieu 1724 E (I.G.N., 2005). b) Distribution des accumulations colluviales et lithologie du substrat le long de la toposéquence. c) Représentation log des sondages tarière de la toposéquence.

Hors banquettes et hors zone amont, l'épaisseur des sols et sa variabilité semblent moins importantes. Des Rendosols avec un horizon de surface limono-sablo-argileux à fragments calcaires centimétriques ont été observés aux sondages 5, 9, 16 et 17. Les sondages 3, 8, 10, 11, 12, 13, 14 et 18 montrent un horizon structural plus sableux pouvant correspondre à des Calcosols. Quant au sondage 19, situé en bas de versant, il a traversé des matériaux identifiés comme d'origine colluviale. Ils diffèrent des matériaux étudiés dans les sondages liés aux banquettes par un horizon de surface limono-sablo-argileux plus sombre et

une couleur gris-verdâtre en profondeur avec des traces d'hydromorphie probablement liées à la présence de la nappe alluviale.

Les travaux de Bellemlih montrent donc que **le relief et la lithologie du substrat ne sont pas les seuls facteurs ayant influencé la diversité spatiale des sols et des matériaux superficiels sur ce versant**. La fragmentation anthropique de l'espace (bordures de parcelles, routes...) a induit la présence de Colluviosols, notamment au niveau des banquettes agricoles situées en amont immédiat de ces bordures. Malgré la présence de nombreuses banquettes sur ce versant, aucune ne figure sur la carte pédologique (Boutin *et al.*, 1990) : il est vrai que l'échelle de la carte (1 : 50 000) est inadaptée à leur représentation. Les travaux de thèse de Bellemlih (1999), qui ont concerné l'ensemble du bassin versant du Négron (162 km²), paraissent montrer que ce sont essentiellement les sols, et non les substrats rocheux, qui ont été les plus soumis à l'érosion au cours de l'Holocène. L'auteur indique d'ailleurs que l'évolution des sols aurait été fortement influencée par l'érosion mécanique, notamment l'érosion aratoire. Ceci sera vérifié au cours des travaux suivants. Parmi les sols rencontrés ici, les Rendosols sont également absents de la carte pédologique Loudun à 1 : 50 000 (Boutin *et al.*, 1990) présentée dans le § précédent (Fig. II-9).

II.6. Evolution de l'occupation humaine

II.6.1. Occupation des sols dans le Richelais

Le Richelais calcaire (525 km²) est une zone rurale où **l'agriculture est pratiquée localement depuis le Néolithique** (Macaire *et al.*, 2006). L'agriculture constitue aujourd'hui l'activité principale du Richelais : 67 % de sa superficie y sont en effet consacrés (I.N.S.E.E, 2000). Environ 15% de sa superficie sont sous couvert forestier.

La **céréaliculture** constitue l'activité agricole actuelle dominante, avec plus de 54 % de la S.A.U. (Surface Agricole Utile) du Richelais (<http://www.insee.fr>). Différents types d'orge et de blé sont cultivés, en cultures d'hiver ou de printemps. La céréale dominante en été est le maïs souvent situé en bas de versants notamment, aux abords du Quincampoix. Des cultures « industrielles » sont également conduites ici, comme le colza, le tournesol et la betterave. Les activités culturales sont préférentiellement menées sur les Calcosols

développés sur craies turoniennes. D'après les agriculteurs, les terres sont exploitées principalement avec des cycles de rotation de cultures de trois ans. Une faible proportion des exploitants semble utiliser des engrais verts (CIPAN dont moutarde, luzerne...) et minimiser les passages d'engins de labour. L'utilisation de produits phytosanitaires et fertilisants a souvent été observée sur le terrain au cours de ces trois dernières années, et semble être courante depuis quelques dizaines d'années d'après les travaux de Jaffré (2003) sur les eaux du Marais de Taligny.

L'élevage est une activité très rare aujourd'hui dans le Richelais. Les prairies de fond de vallées ont bien souvent été reconverties pour la culture du maïs ou pour la populiculture au cours de ces dernières années. Moins de 1% de la surface du Richelais est actuellement consacrée à la viticulture : celle-ci a considérablement souffert du phylloxera à la fin du XIX^{ème} siècle.

II.6.2. Occupation des sols sur le site d'étude

Le site d'étude se trouve donc dans une zone d'agriculture céréalière actuellement intensive. Le site de 16 ha est lui-même largement dominé par les cultures qui représentent plus de 93 % de la surface (Tableau II-1). Viennent ensuite les routes et rebords enherbés associés, couvrant 3,6 % de la surface.

Tableau II-1. Occupation du sol et surfaces associées en 2010 sur le site d'étude

	Surface (ha)	% relatif
Céréales & cult, Industrielles	15	93,75
Vignes	0,19	1,19
Bois	0,11	0,69
Jardin privatif	0,12	0,75
Routes	0,77	3,62
Totale site	16	100

Actuellement, seule une petite parcelle de vigne existe encore sur le site, alors que la viticulture était beaucoup plus développée il y a plus de 150 ans. La consultation, au centre des archives départementales (de Chambray-les-Tours, 37), des matrices cadastrales associées

aux cadastres napoléoniens, a montré que des vignes étaient présentes en plus grande proportion en 1836 (au moins 15 % de la surface ; Fig. II-12). Elles étaient préférentiellement situées sur les pentes associées au « tuffeau jaune » turonien (C3c) (Cf. § II.2.2.). De nombreuses vignes ont été arrachées entre 1890 et 1915 suite au phylloxéra. La viticulture a par la suite décliné petit à petit, l'appellation Chinon (vin d'AOC renommé en France) n'ayant pas été accordée à la commune de Seuilly.

La lecture des matrices cadastrales a également permis d'observer que les vergers (noyers, pommiers, mûriers) et jardins étaient beaucoup plus nombreux il y a un siècle. De ce fait, les paysages étaient plus verdoyants qu'à l'heure actuelle, les sols moins souvent nus, et moins affectés par les passages répétés de lourds engins de labour.

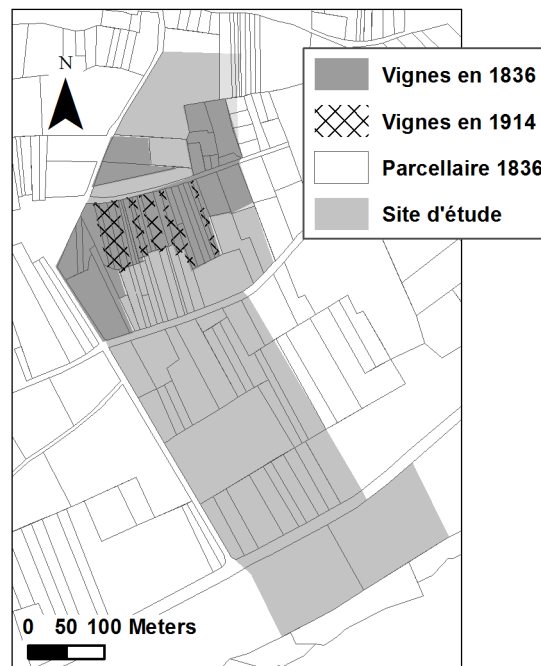


Figure II-12. Localisation des vignes en 1836 et 1914 sur le site d'étude d'après les matrices cadastrales (Archives Départementales, Indre-et-Loire).

II.6.3. Evolution de la fragmentation spatiale sur le site d'étude

La Figure II-13 présente les différents réseaux de limites parcellaires au sein du site d'étude à quatre dates distinctes (1836, 1945, 1959 et 2010). Les différents réseaux ont été obtenus par l'intermédiaire du cadastre napoléonien pour celui de 1836, et de photos

aériennes de l'I.G.N pour les suivants (photographies de 1945, 1950, 1959, 1972, 1980, 1986 et 2010). J'ai retenu, après étude des différents documents, les quatre réseaux les plus différenciés, dont la succession reflète au mieux les changements de fragmentation spatiale imposés par les activités humaines au cours de ces 175 dernières années, c'est-à-dire 1836, 1945, 1959 et 2010. Les informations sur les périodes antérieures sont beaucoup plus rares et n'ont pu être exploitées. Les documents ont été scannés, géoréférencés sous S.I.G. (ArcGIS 9.3 ®), et les bordures de parcelles digitalisées.

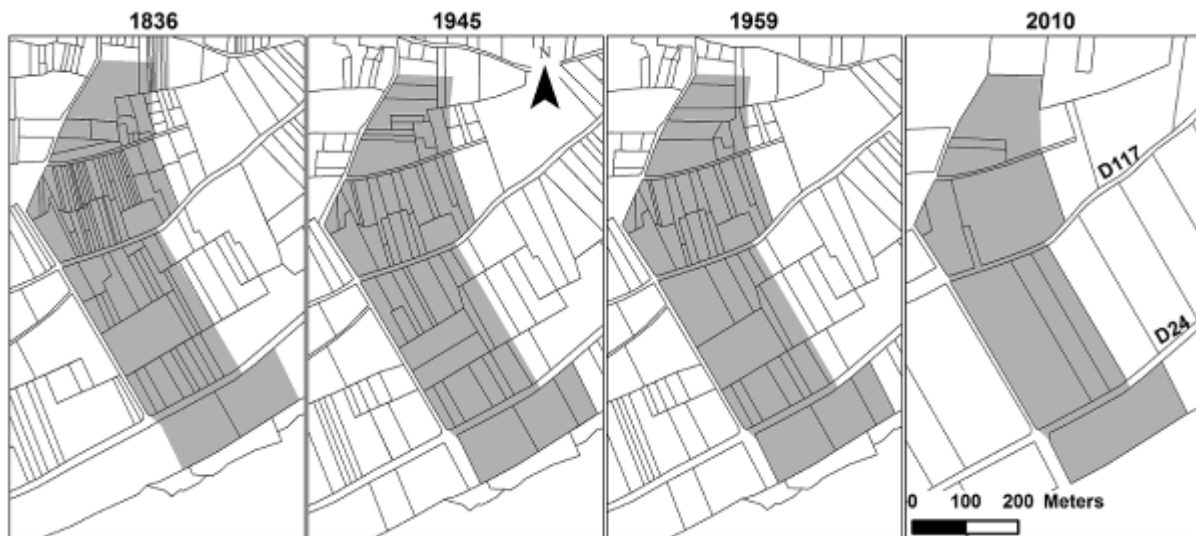


Figure II-13. Evolution du réseau de limites parcellaires de 1836 à 2010 sur le site d'étude, d'après le cadastre napoléonien (1836) et des photos aériennes de l'I.G.N (1945, 1959 et 2010).

Il est important de noter que le réseau extrait des cadastres napoléoniens correspond aux limites de propriétés qui ne sont pas nécessairement toutes des bordures effectives d'unités culturelles (cela concerne le réseau de 1836). En revanche, les réseaux digitalisés de 1945, 1959 et 2010 définissent les bordures d'unités culturelles ; les bordures de 2010 ont été vérifiées et précisées par des relevés DGPS sur le terrain. Il aurait été préférable d'obtenir les bordures des unités culturelles uniquement pour tous les réseaux car nous recherchons les conséquences de l'évolution des réseaux parcellaires sur la couverture pédologique, et notamment les déplacements de matière solide, mais cela n'a pas été possible.

Il est donc difficile d'apprécier l'évolution des bordures de parcelles entre 1836 et 1945. On peut cependant émettre quelques hypothèses d'après les connaissances tirées de la consultation des matrices cadastrales. On peut supposer que les changements les plus

importants dans la géométrie des unités culturelles sont apparus dans la moitié nord du site d'étude (au dessus de la D117; Fig. II-13) où les vignes et quelques jardins privés étaient concentrés au 19^{ème} siècle. Comme expliqué précédemment, la vigne a peu à peu régressé à la fin du 19^{ème} siècle (suite au phylloxera) et laissé place à des céréales (Fig. II-12). Pour la moitié sud du site, l'évolution moins drastique de l'agriculture aurait amené une évolution plus limitée du parcellaire entre 1836 et le début du 20^{ème} siècle. Ces surfaces étaient majoritairement consacrées aux céréales, aux vergers, et aux pâtures spécialement en bas de pente. Petit à petit les vergers ont ensuite disparu pour laisser place aux céréales comme ailleurs.

L'évolution de la fragmentation du paysage semble avoir été plus importante dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle du fait des campagnes de remembrements. Les nouvelles politiques et la mécanisation ont entraîné le regroupement d'exploitations sur de grandes parcelles (Baudry et Burel, 1984 ; Vitikainen, 2004). Ceci avait pour but de faciliter et d'optimiser l'exploitation des terres, réduire les temps de travail et économiser les carburants. Dans la commune où est localisé notre site d'étude, un remembrement important a eu lieu en 1967. Depuis, des changements locaux assez limités ont été effectués en commun accord entre propriétaires et/ou exploitants.

Le Tableau II-2 présente quelques chiffres concernant le nombre et la géométrie des parcelles en 1945 et 2010 calculés par l'intermédiaire du S.I.G ArcGIS 9.3 ®. Ces chiffres permettent de mieux apprécier les conséquences du remembrement parcellaire et des divers échanges effectués. Afin de procéder à ces calculs, les parcelles recoupées par les limites du site d'étude dont moins de la moitié de la surface était incluse dans le site n'ont pas été prises en compte. Ceci explique que les surfaces totales soient un peu différentes entre les deux dates. La taille moyenne des parcelles a quintuplé entre 1945 (0,3 ha) et 2010 (1,57 ha). Le nombre des parcelles a donc été divisé par 5 avec 50 parcelles en 1945 et 10 en 2010. Le périmètre moyen d'une parcelle a plus que doublé (258 m en moyenne en 1945, 555 m en 2010). De plus, si l'on mesure les linéaires totaux (routes et bordures de parcelles) sur la stricte surface étudiée on voit que la longueur totale du réseau a été divisée par deux. Que l'on soit en 1945 ou en 2010, les linéaires verticaux sont plus importants que les linéaires horizontaux : la longueur des parcelles est majoritairement orientée dans le sens de la pente. Cette information est non négligeable concernant l'érosion, étant donné que les exploitants ont tendance à labourer selon la longueur des parcelles. Néanmoins, les linéaires horizontaux

ont moins diminué proportionnellement que les linéaires verticaux de 1945 à 2010. Moins de linéaires horizontaux (orientés perpendiculairement à la pente) signifie d'autant moins de haies ou d'arbres pour faire obstacles aux matériaux ruisselés sur le versant. Les haies sont d'ailleurs aujourd'hui absentes du site d'étude, contrairement au début du siècle dernier. Quant aux quelques noyers (reliques d'anciens vergers) qui délimitaient autrefois les parcelles, et qui se sont retrouvés après remembrement dans les parcelles, ils ont été abattus par les exploitants. Certains chemins pierreux ont été retracés ou éliminés aux environs du site. Pour finir, on note que les bordures et routes liées aux banquettes agricoles actuelles sont présentes depuis au moins 1836.

Tableau II-2. Comparaison du nombre de parcelles (unités culturelles), et de leurs données géométriques (périmètres, linéaires), sur le site d'étude entre 1945 et 2010.

	1945	2010
Parcelles (nombre)	50	10
Surface totale (ha)	15,1	15,7
Surface moyenne (ha)	0,3	1,57
Surface minimale (ha)	0,04	0,12
Surface maximale (ha)	1,24	3,72
Périmètre moyen (m)	258	555
Linéaires totaux (m)	7336	3663
Linéaires horizontaux* (m)	2494	1328
Linéaires verticaux** (m)	4842	2335

* Linéaires horizontaux : longueur de limites de parcelles dont la direction fait un angle compris entre 45° et 90° avec la direction de plus grande pente

** Linéaires verticaux : longueur de limites de parcelles dont la direction fait un angle inférieur ou égal à 45° avec la direction de plus grande pente

II.7. Indicateurs d'Erosion-Dépôt de Sols (SEDI) identifiés sur le site d'étude

L'état actuel des connaissances concernant les caractéristiques physiographiques du site d'étude et quelques observations ont permis de **distinguer différents SEDI exploitables pour l'étude des phénomènes d'érosion-dépôt actifs sur le versant**. Mes travaux

s'intéressant à l'effet de l'évolution des parcellaires sur la redistribution des sols, l'étude des SEDI liés à l'échelle paysagère s'avère indispensable. Cette partie propose une brève présentation des SEDIs présents à l'échelle paysagère sur le site. Les précisions concernant la nature et le principe de fonctionnement de chacun des SEDI sont exposés dans le Ch. I.

- Banquette agricole (*lynchet*) : trois banquettes (L1, L2 et L3) sont bien distinctes sur le site d'étude, découpant celui-ci en quatre unités morphologiques (notées 1 à 4 sur la Fig. II-7a). Ces trois banquettes sont présentées dans le § II.3.2.
- Morphologie des horizons de sols (*horizon morphology*) : la toposéquence réalisée le long du versant par Bellemlih en 1999 montre que la morphologie des horizons et l'épaisseur de sol varient fortement localement en lien avec l'accumulation de matière (Cf. § II.5.3 ; Fig. II-11).
- Fragments anguleux de roches (*angular rock fragment*) : la surface du sol présente localement une concentration plus élevée en fragments anguleux de roches, notamment en contrebas de zones convexes et sur les pentes les plus accentuées (Fig. II-14).



Figure II-14. Fragments anguleux de roches calcaires (décimétriques à pluridécimétriques) sur le site d'étude.

- Couleur/réfectance des sols (soil colour/reflectance) : les sols du site d'étude, et alentours, ont des couleurs variables présentant une structuration dans l'espace (Fig. II-15).

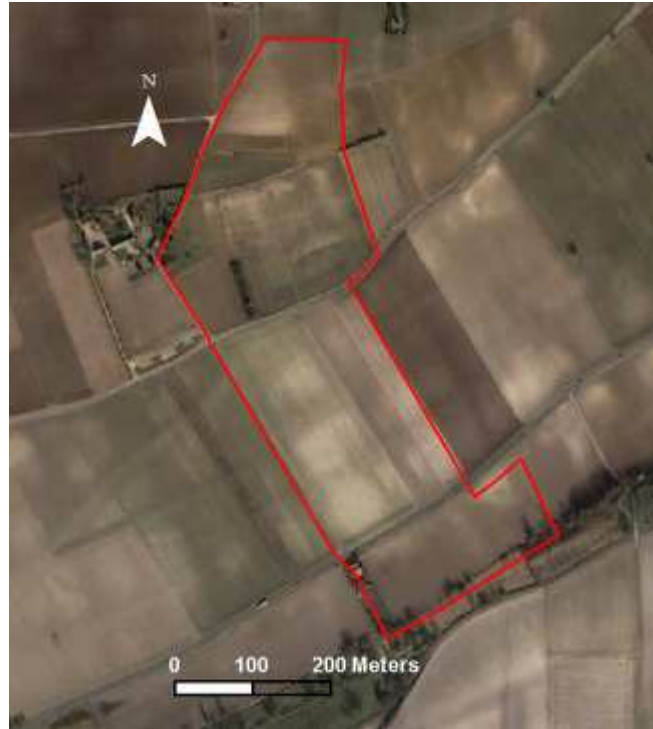


Figure II-15. Variabilité spatiale de la couleur des sols (extrait d'une photo aérienne de l'I.G.N, 2007).

- Radionucléides (radionuclides) : l'étude de Fourmont (2001) intitulée « Analyse de l'évolution subactuelle des banquettes colluviales anthropiques par la méthode du Césium-137. Influence sur le bilan sédimentaire du bassin du Quincampoix (sud-ouest du Bassin parisien, France) » comprend des mesures de spectrométrie gamma en plusieurs points du site d'étude. Les résultats montrent des variations significatives de l'activité en ^{137}Cs sur le site en lien avec des processus d'érosion-dépôt. Les mesures ont été effectuées le long d'un transect amont-aval.
- Eléments stables (stable elements) : les roches du substrat fournissent des éléments naturels stables. De plus, le traitement à la bouillie bordelaise (sulfate de cuivre) des vignes aujourd'hui disparues (Fig. II-11), et les intrants phosphatés, ont pu induire des traceurs supplémentaires : éléments Cu et P.

- Artéfacts archéologiques en surface (*artefact cover*) : de nombreux artéfacts sont visibles à la surface du sol sur le site d'étude. Ils sont de natures diverses (poteries, vaisselles, TCA*, outils, silex taillés...) et datent de différentes époques. La découverte d'un ou de plusieurs sites archéologiques pourrait permettre le traçage de l'érosion sur le versant.

* TCA : Terres Cuites Architecturales

II.8. Résumé

D'après les informations à notre disposition à ce niveau de l'étude, le versant et notamment le strict site d'étude présentent les principales caractéristiques suivantes :

- un substrat calcaire du Turonien (C3b et C3c) dominant, avec potentiellement un recouvrement par des formations argilo-sableuses du Sénonien (C4-6S) ou de l'Eocène (e) en haut de versant ;
- une topographie ondulée douce, perturbée localement par des banquettes agricoles ;
- une couverture pédologique reflétant les variations lithologiques et topographiques du versant, localement marquée par des phénomènes d'érosion-dépôt (Colluviosols dans les banquettes agricoles et Rendosols en aval des banquettes agricoles) ;
- une occupation des sols ancienne (depuis le Néolithique) avec des évolutions importantes des types d'occupation des sols et des modifications du degré de fragmentation du paysage depuis 1836.

La prise en compte de ces facteurs est indispensable à la compréhension de la répartition actuelle des sols. La présence de nombreux SEDIs à l'échelle du paysage, offre un potentiel important pour préciser la nature, la variabilité spatiale, et l'intensité des processus d'érosion-dépôt impliqués dans la redistribution ancienne et actuelle des matériaux constituant les sols.