



HAL
open science

Dynamiques d'évolution des luvisols suivant leurs histoires agricole et forestière

Boris Brasseur, Hélène Horen, Jérôme Buridant

► **To cite this version:**

Boris Brasseur, Hélène Horen, Jérôme Buridant. Dynamiques d'évolution des luvisols suivant leurs histoires agricole et forestière. *Revue du Nord. Collection Archéologie (Hors série)*, 2015, Sols en Mouvement, 23, pp.105-112. hal-04467993

HAL Id: hal-04467993

<https://hal.science/hal-04467993>

Submitted on 22 Feb 2024

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

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

Dynamiques d'évolution des Luvisols suivant leurs histoires agricole et forestière

Auteurs : Boris BRASSEUR, Hélène HOREN, Jérôme BURIDANT

FRE3498 – EDYSAN – Université de Picardie Jules Verne

33 rue Saint Leu, 80 000 AMIENS

Avant-propos : Le sol est un terme très polysémique, ce travail s'intéresse au sol dit « du pédologue »¹. Celui-ci est défini comme « un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée ou peu marquée par la pédogenèse ». C'est donc un lieu d'interactions complexes entre atmosphère, lithosphère, biosphère, hydrosphère, toposphère et qui est l'objet d'équilibres dynamiques dans le temps.

INTRODUCTION

Les luvisols sur loess du nord de la France constituent d'excellents supports de production agricole et sylvicole. Leur fertilité actuelle résulte d'une évolution lente gouvernée par un ensemble de facteurs naturels mais aussi étroitement dépendants des pratiques agricoles et sylvicoles passées. A l'échelle annuelle et pluri-annuelle les dynamiques d'évolution de l'horizon labouré sont largement étudiées dans le cadre de problématiques agronomiques.

Les travaux menés sur une échelle de temps plus large sont beaucoup moins nombreux. Sur la ferme expérimentale de Rothamsted (UK) un dispositif expérimental maintenu sur le long terme (depuis 1890) permet l'étude directe de l'évolution des paramètres de sols échantillonnés depuis plus d'un

¹ Voir définition proposée par l'Association Française pour l'Etude des Sols : <http://www.afes.fr/>

siècle². D'une grande valeur scientifique, ce type de dispositif est exceptionnel car couteux et fastidieux à maintenir sur une telle durée de temps. Une fois l'expérimentation lancée sur le long terme, le choix du sol, des modalités expérimentales et de prélèvement sont des paramètres restant fixes. Ceci constitue une forte contrainte face à la diversité des sols, aux problématiques et méthodologies nouvelles. Pour répondre à ce type de contraintes de nouvelles approches croisant géographie historique et pédologie se sont développées³. Sur la base de documents historiques et des cartes actuelles, l'utilisation d'un territoire est reconstituée afin d'isoler des situations originales pouvant intéresser une étude sur l'évolution à long terme du sol. Notre étude relève de cette seconde démarche.

Parmi les propriétés chimiques des sols le potentiel Hydrogène (pH) est un facteur important contrôlant la disponibilité des éléments nutritifs, la biodiversité des sols et donc la production végétale. Les agriculteurs ont donc cherché depuis longtemps à maîtriser ce facteur en luttant contre l'acidité et l'acidification naturelle de leurs terres. Ainsi Pline l'ancien (Hist. Nat., XVII, 6,42 ; 7, 43 ; 8,47) décrit les pratiques de chaulage et marnage réalisées durant l'antiquité dans différentes régions de la Gaule. L'acidification des terres est un phénomène naturel mondial à l'exception des régions arides et semi-arides. L'acidification est la résultante d'un bilan positif de protons (H⁺) tandis que l'alcalinisation est sa réciproque. L'acidification des sols résulte de la croissance des plantes, les cycles de l'azote et du carbone constituent des sources de protons. Les précipitations atmosphériques sont également une source de protons (pluies acides) pour les sols.

Dans le cadre d'une expérience de mutation d'usage des terres, l'étude de l'évolution du pH à long terme de luvisols sur argiles à silex a été entreprise. A Rothamsted, sur d'anciennes terres agricoles reconverties en forêt en 1890, il a été démontré⁴ que, pour des pH_{CaCl2} initiaux de 6-6.5 mesurés jusqu'à 70 cm, une acidification progressive se développait depuis la surface. Celle-ci se manifestait en 1999 par une chute des pH_{CaCl2} de surface (3.7) et une acidification moindre vers 70 cm (5.5). Des situations de luvisols forestiers anciens et luvisols reconvertis pour l'agriculture ont été étudiées en Belgique⁵. Le pH_{eau} des sols forestiers anciens (plusieurs siècles) variait de 4 à 5 sur toute l'épaisseur. Pour des sols cultivés depuis 50 ans ce pH a augmenté rapidement dans l'horizon labouré et amendé tandis qu'il a peu changé dans les horizons inférieurs. Après 1000 ans le pH serait supérieur à 6 sur l'ensemble du profil de sol. Ces publications anciennes proposent des données

² JOHNSTON 1997

³ voir par-exemple, BOSSUYT, DECKERS 1999, VERHEYEN, BOSSUYT 1999, JUSS, KOERNER 2002, MA, FILLEY 2013

⁴ BLAKE, GOULDING 1999

⁵ PECROT 1956, DELECOUR, PHILIPPOT 1957

incomplètes, ainsi nous ne disposons pas de continuité dans les données analytiques, nous ne savons pas où ont été prélevés les échantillons, à quelle profondeur, ni sur quels documents ont pu être basées les éventuelles reconstitutions géohistoriques.

L'objectif de ce travail est de décrire la dynamique d'évolution du pH de luvisols en fonction de leurs usages passés à une échelle décennale à pluriséculaire. Nous nous baserons donc sur un corpus de données géohistoriques robustes et sur des profils de luvisols épais, en conditions naturelles homogènes. Pour cela, nous avons sélectionné un ensemble de sols en conditions climatiques océanique tempéré, sur loess épais et en situation topographique de plateau. Ces sols sont situés sur une zone géographique restreinte entre le nord de l'Aisne, l'est de la Somme et le sud du Pas de Calais (fig. 1).

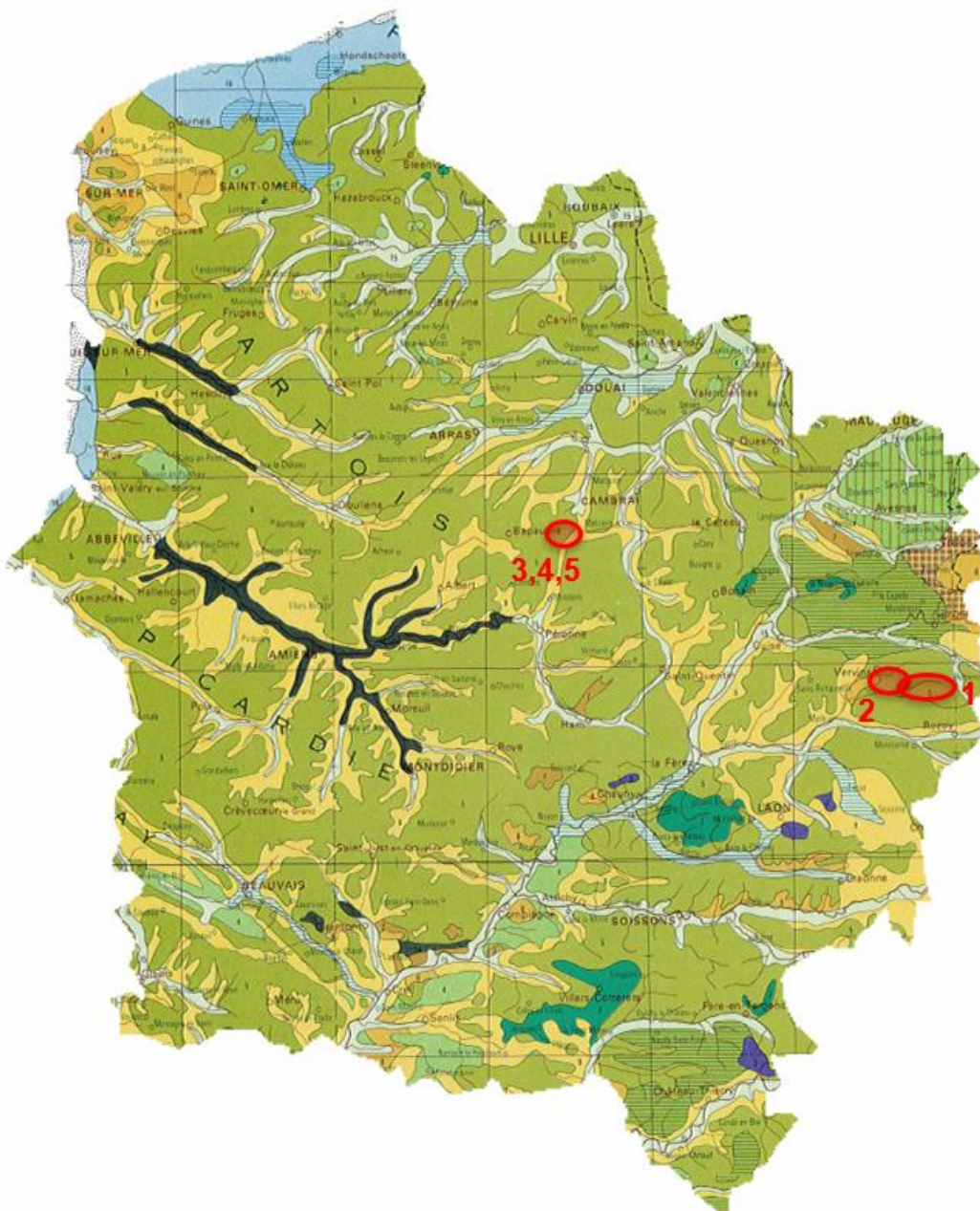


FIG. 1. – Carte des sols du Nord-pas de Calais et Picardie, extraite de la carte pédologique au 1/1 000 000^e de la France (1966). Les sols lessivés définis aujourd'hui comme luvisols sont représentés en vert clair (■). Sites étudiés : 1- Aubenton, 2- Plomion, 3-Metz-en-Couture, 4-Havrincourt, 5-Trescault.

1-ETUDE GEOHISTORIQUE ET CHOIX DES SITES:

Deux types d'usages des terres ont été considérés, d'une part les sols actuellement sous forêt et d'autre part les sols actuellement sous champs. L'usage ancien de ces sols a été déterminé à partir de documents géohistoriques tels que les levés de la carte d'état-major (milieu du XIX^e siècle), les états de section et les matrices du cadastre napoléonien, ou encore les photographies aériennes (depuis 1939). Ces documents permettent de reconstituer l'évolution diachronique d'un ensemble de parcelles dont les sols anciennement cultivés ont été reboisés à des époques distinctes (fig. 2) mais également le mécanisme inverse de sols anciennement boisés qui ont été défrichés et passés sous culture à des âges divers. Plusieurs parcelles complémentaires dans leurs modalités d'exploitations historiques peuvent ensuite être sélectionnées pour comparer les propriétés de leur luvisols. Dans le cadre de cette étude nous nous sommes intéressés à plusieurs secteurs bordant des forêts anciennes du Nord de la France (fig. 1) ; 1-la bordure Nord de la Forêt domaniale d'Aubenton et ces boisements privés récents (fig. 2); 2- le bois de Plomion et ces défrichements récents ; 3-Metz en couture et ces reboisements récents ; 4- le bois d'Havrincourt et ces défrichements récents ; 5-Trescault et son boisement récent. La comparaison de sols de champs anciens, de forêts anciennes ainsi que de situations diachroniques de défrichement et reboisement récent (moins de 2 siècles) offrent ici une diversité de cas permettant d'illustrer la dynamique d'évolution à long terme des luvisols régionaux.



FIG. 2. – Carte géohistorique de la bordure Nord de la Forêt d'Aubenton présentant, pour les sols aujourd'hui boisés (en couleurs), l'usage des terres en 1828. Cet usage est reconstitué sur la base du levé de la carte d'état-major (IGN) et des états de section du cadastre napoléonien (Archives départementales de l'Aisne).

Echantillonnage des luvisols et méthodes d'investigation

Les luvisols sur loëss sont constitués d'un ensemble d'horizons développés au cours de la pédogénèse aux dépens du matériel parental, ici il s'agit de loëss weichseliens carbonatés. Les horizons pédologiques ainsi développés sont : A (horizon de surface), E (éluvial), Bt (accumulation d'argiles illuviées), C (loëss décarbonaté), Ck (loëss). Les sols ont été échantillonnés à la tarière sur toute l'épaisseur du profil jusqu'à 350 cm de profondeur. La roche mère carbonatée (loëss) n'est pas toujours atteinte à cette profondeur. Ces luvisols ont été prélevés tous les 25 cm de 0 à 200 cm et tous les 50 cm jusqu'à 350 cm.

Au sein d'une même parcelle, les sols présentent une hétérogénéité. Afin de proposer des valeurs analytiques représentatives de la situation du sol moyen, chaque parcelle a fait l'objet de 3 prélèvements minimum. Un ensemble de propriétés chimiques a été mesuré sur cet échantillonnage.

Les mesures pHeau (norme ISO 10390:2004) ont été répétées sur chaque échantillon. Les analyses élémentaires totales ont été faites par ICP-MS après digestion à l'acide fluorhydrique par ACMELABS (Vancouver, Canada).

Les états de champ ancien et forêt ancienne sont définis dès lors que l'usage est inchangé depuis les documents d'état-major.

2-LES LUVISOLS ANCIENNEMENT CULTIVES ET AUJOURD'HUI BOISES EN BORDURE DE LA HAIE D'AUBENTON

La forêt domaniale de la Haie d'Aubenton est attestée comme un massif forestier au milieu de l'époque médiévale, et constitue avec les autres haies forestières de Thiérache une forêt frontière, entre les possessions du roi de France, plus au sud, et les terres du Hainaut et du Brabant, vassales du Saint-Empire (XIIe-XIVe siècles)⁶. Elle est la propriété de la maison de Condé jusqu'en 1897, date à laquelle elle devient domaniale. En bordure de la forêt d'Aubenton la comparaison des documents géohistoriques (carte d'état-major, carte et photographies satellites récentes), met en évidence plusieurs implantations de bois privés sur d'anciens champs (fig. 2). Le carottage des gros chênes sur ces parcelles révèle que sur les parcelles d'anciens champs ces arbres peuvent être âgés de 125 ans, d'autres parcelles récentes en bordure directe de la forêt présentent des chênes de 160 ans, enfin l'un des chênes carottés en forêt domaniale aurait deux siècles. Bien que l'âge exact d'abandon des cultures dans le secteur ne soient pas connus, une hypothèse très probable est que ces parcelles de bois privés ont été recolonisées entre le milieu et la fin du 19^e siècle.

Les profils du champ ancien (fig. 3, courbes C1 & C2), cultivé depuis deux siècles minimum, montrent un pH de surface proche de la neutralité avec évolution vers une faible acidité en profondeur. Les profils de forêt ancienne (FDc2, 7, 8, 10) présentent des pH voisins de 4 en surface et une évolution vers des pH proches de 5,5 en profondeur. Ces pH restent très acides, entre 4,5 et 5 à 100 cm et inférieurs à 5,5 à 200 cm. Les stations de forêt récente (CH2, CH7, CH8, CH9, CH10, CH11, CH12), développée depuis 150 ans sur champs anciens, proposent des profils de pH intermédiaires. Plusieurs profils de forêt récente (CH2, CH7, CH8, CH9, CH10) montrent un saut de pH vers des valeurs proches de 8 entre 200 et 300 cm de profondeur. Ce saut de pH causé par l'apparition du loess carbonaté traduit une hétérogénéité d'épaisseurs des luvisols dans la zone d'étude.

⁶ - Großer Atlas zur Weltgeschichte, Braunschweig : Westermann, 1988, p. 58-71.

Des analyses élémentaires ont été réalisées par ICP-MS pour 41 éléments (majeurs et traces) sur roche totale (digestion HF). Parmi les éléments constituant la garniture cationique (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) le calcium est le plus abondant. Nous n'utiliserons ici que les résultats de ces teneurs en Ca, seul élément qui soit bien corrélé avec les valeurs de pH. Néanmoins si les teneurs en calcium total sont assez bien corrélées avec les valeurs de pH en surface, les évolutions en profondeur sont moins discriminantes que les pH entre les trois modalités étudiées. Dans le cas des champs anciens (courbes orange), de fortes teneurs sont observées et sont liées aux amendements calciques réalisés encore récemment par l'agriculteur. En forêt récente (courbes brunes), ces teneurs en Ca beaucoup plus élevées qu'en forêt ancienne caractérisent l'influence persistante des amendements calciques anciens. Enfin, deux profils (CH7 & 8) de forêt récente présentent de très fortes teneurs en Ca sous 200cm, celles-ci sont liées à la présence de l'horizon carbonaté Ck vers 250cm.

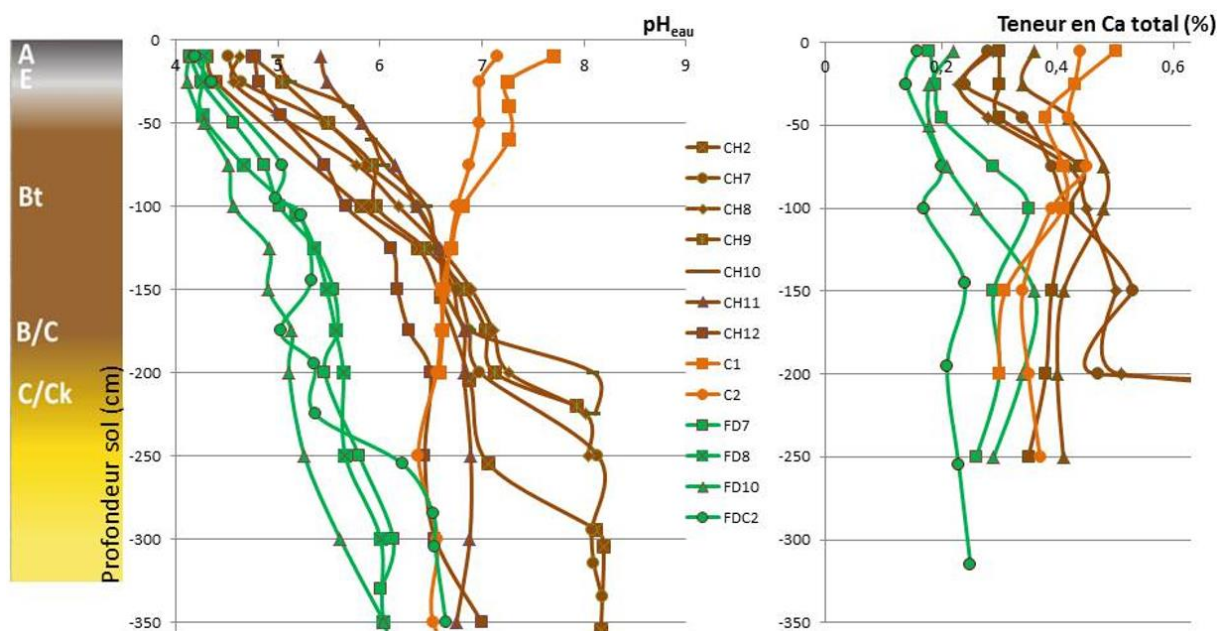


FIG. 3. – Profils de pH_{eau} en fonction de la profondeur pour 13 luvisols. Les profils de sols correspondent à un champ anciens (>200ans), une forêt domaniale ancienne, d'anciennes terres cultivées et boisées depuis 1,5 siècle.

3-DYNAMIQUE DES LUVISOLS A L'ECHELLE REGIONALE

A l'échelle régionale le pH_{eau} des luvisols a été mesuré sur des ensembles de parcelles sélectionnées pour constituer des séquences d'évolutions géohistoriques servant l'étude. La répartition géographique de ces parcelles est présentée sur la figure 1. Ainsi le site du Bois de Plomion (fig. 4) présente un assemblage de fragments forestiers déboisés progressivement depuis l'établissement de la carte d'état-major.

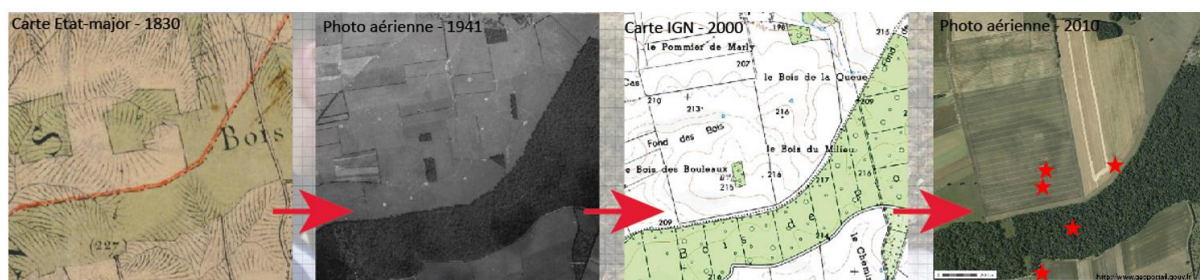


FIG. 4. – Séquence diachronique de cartes et photographies aériennes⁷ illustrant les changements d’usages des terres sur la bordure Nord du Bois de Plomion depuis 1830. Les quatre étoiles localisent les parcelles étudiées (champ ancien, champ récent défriché depuis 35ans, champ récent défriché depuis 5 ans, forêt ancienne).

A- CONVERSION CHAMP VERS FORET

Les profils de forêts anciennes des différents sites montrent tous la tendance décrite plus haut sur le site d’Aubenton (fig. 5a). Les pH restent très acides sur tout le profil puisqu’ils ne dépassent pas 5,5 à 250 cm de profondeur. Trois situations intermédiaires ont pu être échantillonnées pour des conversions en forêt respectivement de 150, 100 et 10 ans. Elles montrent qu’après plus de 150 ans d’occupation forestière les pH à 50 cm restent très nettement supérieurs à la forêt ancienne et qu’ils rejoignent les valeurs déterminées pour le champ ancien vers 150 cm de profondeur. Cette dynamique d’acidification a également été observée sur luvisols lœssiques en Angleterre⁸ ou en Belgique⁹ ainsi qu’en Russie occidentale¹⁰. Elle est attribuée à plusieurs facteurs souvent naturels et/ou influencés par l’activité humaine : acidité naturelle des pluies, dépôts de soufre et azotés anthropiques, production d’acides organiques et prélèvements cationiques par les arbres, export de matières végétales.

La représentation en profil verticaux permet la polarisation d’un front d’acidification depuis la surface vers les parties profondes du sol. Le profil de reforestation à 100 ans devient plus acide que ceux à 150 ans à 120 cm de profondeur. Cette différence dans la cinétique d’acidification profonde

⁷ <http://www.geoportail.gouv.fr>

⁸ WILSON, MOFFAT 1997, BLAKE, GOULDING 1999

⁹ BOSSUYT, DECKERS 1999

¹⁰ LAPENIS, LAWRENCE 2004

pourrait être due à une proportion moindre d'argile dans les profils de Trescault par rapport aux profils d'Aubenton. L'hypothèse reste à confirmer par l'analyse granulométrique.

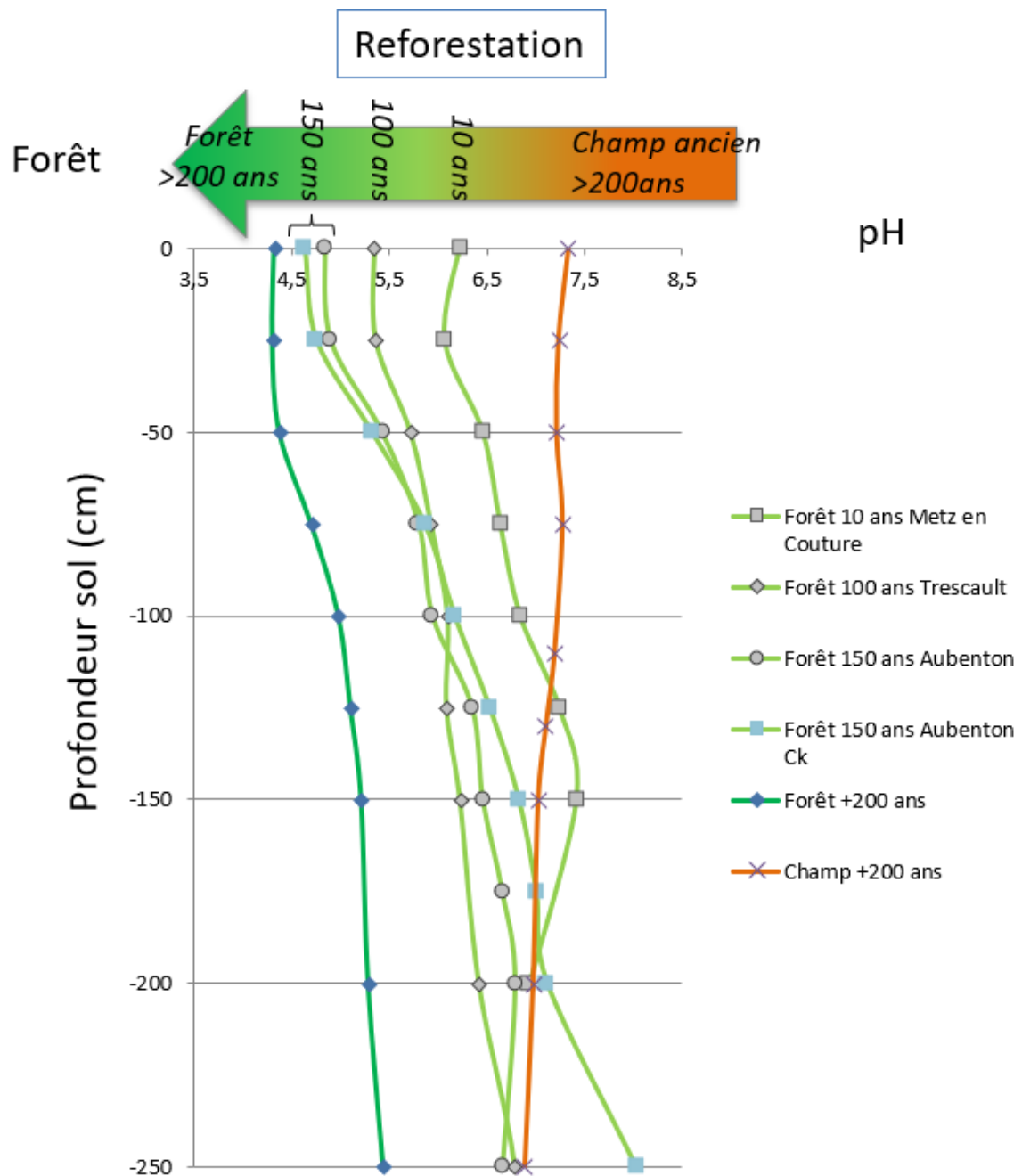


FIG. 5a. – Illustration de la dynamique d'évolution de profils de pH_{eau} pour des luvisols anciennement cultivés et boisés depuis 10, 100, 150 ans. Les profils de luvisols sous champ ancien et sous forêt ancienne servent ici de référence. Chaque profil de pH_{eau} représenté sur la figure correspond à la moyenne des valeurs de 3 profils de sols. Les profils de référence, champ et forêt ancienne, représentent respectivement 9 et 12 profils analysés à Metz-en-Couture, Havrincourt, Plomion, Aubenton.

B-CONVERSION FORET VERS CHAMP

Lors d'une conversion forêt vers champ, une dynamique d'alcalinisation se met en place depuis la surface vers la partie profonde des profils (fig. 5b). Si après 5 ans seul l'horizon labouré est modifié, après 35 ans l'alcalinisation du pH sous l'horizon labouré (à 50 cm) est à peine visible. Les valeurs plus importantes de pH en surface pour le champ âgé de 5 ans sont dues aux amendements calciques abondants et récurrents réalisés dessus depuis 2009¹¹. Après 100 ans d'agriculture le profil pH d'une parcelle à Havrincourt est totalement redressé par les amendements calciques. Cependant à Plomion une parcelle cultivée depuis 150 ans n'est alcalinisée que jusqu'à 150 cm de profondeur.

Les sols cultivés présentent donc des écarts de pH qui pourraient être expliqués par des variations de pratiques (fréquence, quantité, type) d'amendements calciques agricoles pour les horizons superficiels. L'alcalinisation des sols par les pratiques d'amendements calciques minéraux est bien connue pour l'horizon labouré. L'impact sur les horizons sous-jacents est moins évident à interpréter. Si à Havrincourt l'alcalinisation est complète après 1 siècle de culture, à Plomion mais aussi sur d'autres luvisols de Belgique¹² l'alcalinisation n'est pas terminée après plusieurs siècles. Une seconde différence, notée sur le terrain, entre les luvisols de ces deux secteurs est la proportion d'argiles. Les argiles sont plus abondantes sur l'ensemble du profil à Plomion/Aubenton par-rapport au secteur Havrincourt/Metz-en-Couture/Trescault qui lui est de texture plus limoneuse.

¹¹ Exploitant agricole com. orale

¹² DUDAL, LIVENS 1954, DELECOUR, PHILIPPOT 1957, TAVERNIER, PECROT 1957, COLINET 2003

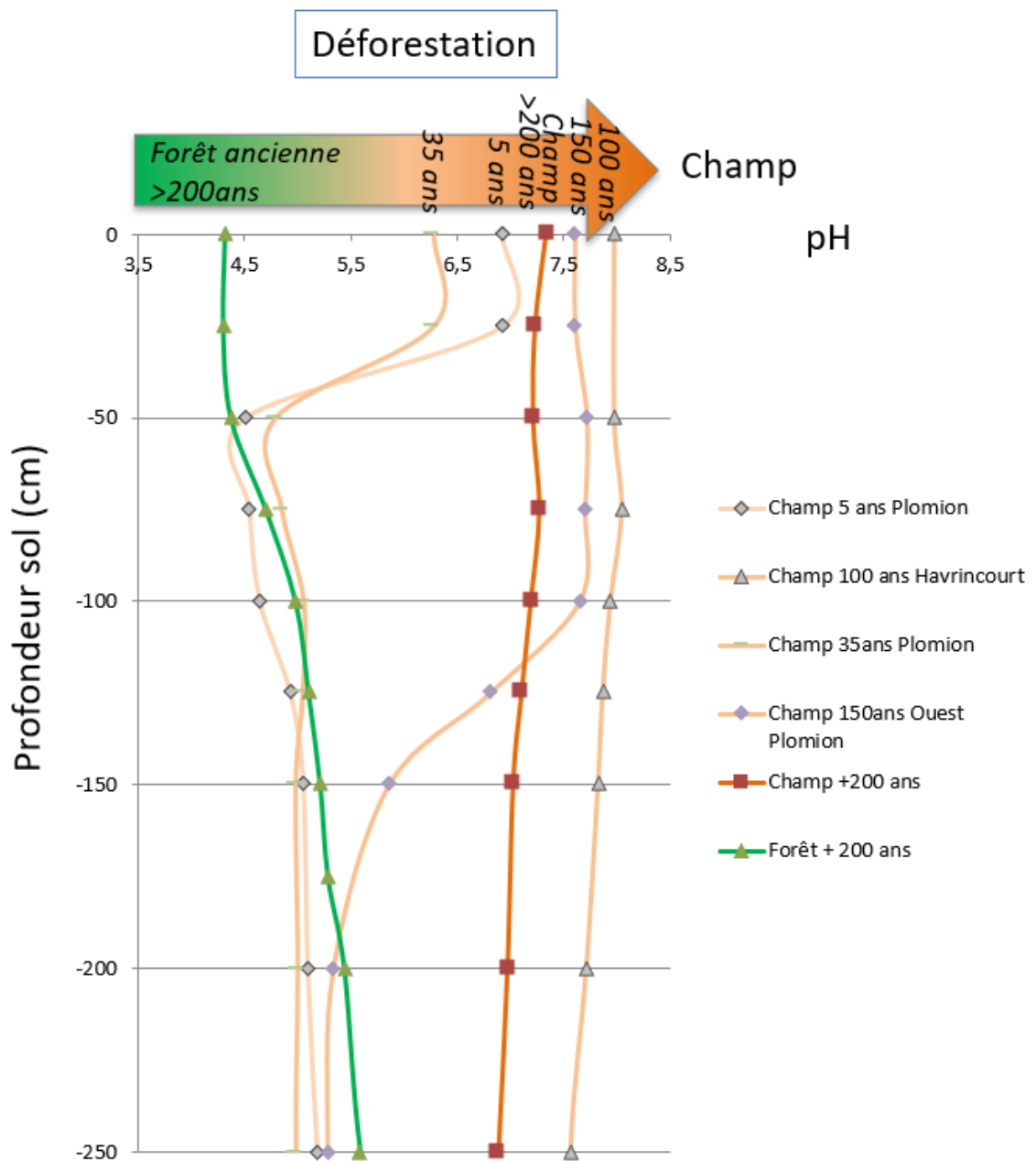


FIG. 5b. – Illustration de la dynamique d'évolution de profils de pH_{eau} pour des luvisols ayant été couvert d'une forêt ancienne et défrichés pour l'agriculture depuis 5, 35, 100, 150 et 200 ans. Chaque profil de pH_{eau} représenté sur la figure correspond à la moyenne des valeurs de 3 profils de sols. Les profils de référence, champ et forêt ancienne, représentent respectivement 12 et 9 profils analysés à Metz-en-Couture, Havrincourt, Plomion, Aubenton.

Conclusion

Ces résultats indiquent que l'évolution verticale des pH de luvisols lœssiques peut être utilisée comme marqueur d'un usage agricole ou forestier passé après plusieurs siècles et garde ainsi

l’empreinte du parcellaire ancien. Si certains travaux en écologie historique ou en pédologie ont déjà étudiés les variations des propriétés géochimiques de luvisols après un changement d'usage, les données acquises jusqu'à 1m de profondeur sont rares et plus encore à des profondeurs supérieures. Nos résultats montrent que si les sols s'acidifient rapidement en surface après abandon de la culture et reprise forestière, les amendements agricoles anciens alcalinisent le sol de façon très durable dans les horizons inférieurs. C'est alors la production forestière qui doit s'en trouver améliorée du fait d'une garniture cationique et de caractéristiques biologiques du sol favorables. Dans la suite de nos travaux nous nous intéresserons à ces différents aspects.

Dans le cas des luvisols cultivés le pH de l’horizon labouré est fortement influencé par la quantité et la fréquence des amendements récents. Pour les horizons plus profonds il faut plusieurs dizaines d’années voire plus d’un demi-siècle pour observer une alcalinisation nette. Cependant les dynamiques d’alcalinisation de ces horizons ont été très différentes entre des régions pourtant proche (Sud-Est du Pas de Calais vs. Nord de l’Aisne) avec un couvert loessique et un climat similaire.

Ainsi dans le Nord de l’Aisne à Plomion l’alcalinisation complète (jusqu’à 3-4 m) des luvisols anciennement boisés pourrait prendre plusieurs siècles (pour 150 cm il aura fallu 150ans). Tandis qu’à Havrincourt un siècle aura amplement suffit pour alcaliniser le profil sur plus de 450 cm (profondeur maximale atteinte à la tarière). Plusieurs facteurs de variation sont donc à explorer pour expliquer une telle hétérogénéité. La consolidation des données géohistoriques, la comparaison des pratiques agricoles anciennes (nature, la fréquence, poids/ha des amendements calciques) ou encore la détermination du contenu en argile pourront apporter des réponses à ces écarts dans les dynamiques décrites.

Enfin, les résultats des prochaines analyses élémentaires permettront d’explorer d’autres paramètres chimiques révélateurs de l’héritage chimique et de l’histoire des sols.

Remerciements: Kai FECHNER, Christy KOTOPKO, Mathilde LEBORGNE, Sylvain LOBJOIS, ont participé activement aux travaux de terrain et d’analyse de sol. Emilie GALLET-MORRON a réalisé plusieurs cartes Géohistoriques par SIG, nous les remercions tous pour leur aide.

Bibliographie

- PLINE L'ANCIEN, Histoire Naturelle, Livre XVII, traduction La Veuve Desaint 1774.
- Großer Atlas zur Weltgeschichte, Braunschweig : Westermann, 1988, p. 58-71.
- BLAKE, GOULDING 1999 : BLAKE L., GOULDING K. W. T., MOTT C. J. B. et JOHNSTON A. E., "Changes in soil chemistry accompanying acidification over more than 100 years under woodland and grass at Rothamsted Experimental Station, UK", *European Journal of Soil Science*, 50, 199, p. 401-412.
- BOSSUYT, DECKERS, 1999 : BOSSUYT B., DECKERS J. and HERMY M., "A field methodology for assessing man-made disturbance in forest soils developed in loess", *Soil Use and Management*, 15, 1999, p. 14-20.
- COLINET 2003: COLINET G., *Éléments traces métalliques dans les sols. Contribution à la connaissance des déterminants de leur distribution spatiale en région limoneuse Belge*, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 2003, 414pp.
- DELECOUR, PHILIPPOT 1957 : DELECOUR F. et PHILIPPOT R., "Evolution d'un profil forestier sous l'influence de la culture", *PEDOLOGIE*, VII, 1957, p. 234-238.
- DUDAL, LIVENS 1954 : DUDAL R. et LIVENS P. J., "De l'influence de la mise en culture sur le degré de saturation et la morphologie de sols sur limon lœssique", *Soil genesis, classification and cartography*, IV, 1954, 368-373.
- JOHNSTON 1997: JOHNSTON A. E., *The Value of Long-Term Field Experiments in Agricultural, Ecological, and Environmental Research*. Dans DONALD L. SPARKS (ed.) *Advances in Agronomy*, Volume 59. Academic Press, 1997, p. 291-333.
- JUSSY, KOERNER, 2002 : JUSSY J. H., KOERNER W., DAMBRINE É., DUPOUEY J. L. and BENOIT M., "Influence of former agricultural land use on net nitrate production in forest soils", *European Journal of Soil Science*, 53, 2002, p. 367-374.
- LAPENIS, LAWRENCE 2004 : LAPENIS A. G., LAWRENCE G. B., ANDREEV A. A., BOBROV A. A., TORN M. S. et HARDEN J. W., "Acidification of forest soil in Russia: From 1893 to present", *Global Biogeochemical Cycles*, 18, 2004, GB1037.
- MA, FILLEY, 2013 : MA Y., FILLEY T. R., JOHNSTON C. T., CROW S. E., SZLAVECZ K. and MCCORMICK M. K., "The combined controls of land use legacy and earthworm activity on soil organic matter chemistry and particle association during afforestation", *Organic Geochemistry*, 58, 2013, p. 56-68.
- PECROT 1956 : PÉCROT A., *Etude détaillée des sols de la Hesbaye occidentale application à quelques problèmes d'actualité*. Dans Centre de Cartographie des Sols, 1956, 300 pp.
- TAVERNIER, PECROT 1957 : TAVERNIER R. et PÉCROT A., "L'homme et l'évolution du sol en Belgique", *PEDOLOGIE*, VII, 1957, p. 226-231.
- VERHEYEN, BOSSUYT 1999 : VERHEYEN K., BOSSUYT B., HERMY M. et TACK G., "The land use history (1278-1990) of a mixed hardwood forest in western Belgium and its relationship with chemical soil characteristics", *Journal of Biogeography*, 26, 1999, p. 1115-1128.
- WILSON, MOFFAT 1997 : WILSON B. R., MOFFAT A. J. et NORTCLIFF S., "The nature of three ancient woodland soils in southern England", *Journal of Biogeography*, 24, 1997, p. 633-646.