

# L'anthropisation du paysage pédologique agricole de la Belgique depuis le Néolithique ancien - Apports de l'archéopédologie

R. Langohr

Sciences du Sol, Université de Gand, Krijgslaan 281/S8, B-9000-Gand, Belgique  
roger.langohr@rug.ac.be

## RÉSUMÉ

L'homme, à travers des pratiques agricoles plus que centenaires, a marqué le paysage pédologique de la Belgique aussi bien au niveau de la région sableuse du nord qu'au niveau de la région des lœss du centre du pays. Dans le nord les sols du type plaggen étaient déjà mentionnés dans la légende de la Carte des Sols de la Belgique, élaborée au cours des années cinquante. L'étude de ces sols grâce aux fouilles archéologiques, où de longues coupes verticales et horizontales sont exposées, permet de distinguer parmi ces sols du type plaggen au moins cinq faciès qui résultent d'autant de types de gestion différentes. On peut ainsi distinguer les sols à plaggen *sensu stricto*, les champs bombés, les champs à ados peu larges, le système de labour profond et les travaux de nivellement. Tous ces sols figurent sur la carte des sols sous le même sigle. Dans la région des lœss il s'avère que les sols fortement dégradés, ou sols lessivés à glosses et fragipan, très acides et pauvres en bases, sont représentatifs du paysage pédologique qui existait déjà il y a quelque 7 000 ans, quand les premiers fermiers néolithiques s'installèrent au moins temporairement. Ces sols peuvent encore s'observer dans les zones forestières actuelles, à condition que le pâturage ait été absent ou au moins très limité. Le pâturage sous forêt transforme graduellement ces sols fortement dégradés à cause de l'intensification du biomalaxage du sol par les vers anéciques et par les taupes. Ces sols restent très acides et pauvres en bases. Leur mise en culture accélère également le biomalaxage et, de plus, augmente le pH et la saturation en bases. Les sols bruns lessivés, qui dominent dans la région des lœss, correspondent à des sols fortement dégradés anciens qui ont été mis en agriculture depuis de nombreux siècles. L'érosion, le biomalaxage et l'application au cours des siècles d'importantes quantités d'engrais organiques et minéraux les ont transformés en sols très fertiles. Tous ces éléments fournissent des arguments pour considérer ces sols comme faisant partie des Anthroposols. Toutefois il est proposé des les maintenir dans les taxons actuels mais de les différencier au moyen d'un intergrade « bioagrique » pour tenir compte de la connaissance actuelle de leur évolution.

## Mots clés

Anthroposols, plaggen, lœss, sols lessivés, fragipan, Belgique

**SUMMARY****ANTHROPIC IMPACT ON THE SOILSCAPE OF THE AGRICULTURAL LAND IN BELGIUM SINCE EARLY NEOLITHIC - CONTRIBUTION FROM ARCHEOPEDOLOGY**

The human impact, through agricultural practices that lasted more than centuries, has marked the Belgian soilscape as well in the sandy area of the north as in the silty region (löss belt) in the centre of the country. In the north, soils of the Plaggen type have been mentioned already in the legend of the Soil Map of Belgium, elaborated during the fifties. The study of these Plaggen soils, thanks to the archaeological excavations, where large vertical and horizontal sections are exposed, allow to distinguish at least five different facies that result of as many different management types. One can distinguish the Plaggen soils *sensu stricto*, the raised fields, the fields with narrow earth banks, the deep tillage system and the levelling works. All these soil types occur under the same label on the soil map. In the löss belt it appears that the strongly degraded soils, or soils with clay migration, tonguing and fragipan, which are very acid and poor in bases, are representative of the soilscape that existed already some 7000 years ago, when the first Neolithic farmers settled at least temporarily in part of this region. These soils can still be observed in the actual forested areas, at the condition that the grazing activity was absent, or at least strongly limited. Grazing activity in forested sites indeed gradually transforms the strongly degraded soils because of the intensification of the bioturbation of the soils by anecic worms and moles. These soils remain very acid and poor in bases. The farming practices on these soils also accelerated the bioturbation and, in addition, increased the pH and the base saturation. The Haplic Luvisols, that dominate today in the löss belt, correspond to former strongly degraded soils that have been brought under agriculture since many centuries. The erosion, the bioturbation and the input, during centuries, of organic and mineral fertiliser have transformed them into very fertile soils. All these elements provide arguments to consider these soils as being part of the Anthroposols. It is however proposed to maintain them in the actual taxa, but to differentiate them as an « bioagric » intergrades in order to take into account the present day knowledge about their evolution.

**Key-words**

Anthroposols, Plaggen soils, löss, Luvisols, fragipan, Belgium.

**RESUMEN****LA ANTHROPISACIÓN DEL PAISAJE PEDOLÓGICO AGRÍCOLA DE BELGICA DESDE EL NEOLITICO ANTIGUO – APORTE DE LA ARQUEOPEDOLOGÍA**

El hombre, a través de las prácticas agrícolas más que centenarias, marcó el paisaje pedológico de Bélgica tanto al nivel de la región arenosa del norte que al nivel de la región de los loes del centro del país. En el norte los suelos de tipo « plaggen » eran ya mencionados en la leyenda del mapa de suelos de Bélgica, elaborado en el curso de los años cincuenta. El estudio de estos suelos gracias a las excavaciones arqueológicas, donde largos cortes verticales y horizontales están expuestos, permite distinguir dentro de estos suelos plaggen por lo menos cinco tipos que resultan de tipos de manejos diferentes. Se puede así distinguir los suelos a plaggen *sensu stricto*, los campos convexos, los campos con camellones estrechos, el sistema de labranza profunda y las obras de nivelación. Todos estos suelos figuran sobre el mapa de suelos bajo la misma sigla. En la región de los loes se averigua que los suelos fuertemente degradados, o suelos lixiviados con « glosses » y « fragipan » muy ácidos y pobres en bases, son representativos del paisaje pedológico que existía desde hace 7000 años, cuando los primeros campesinos se instalaron por lo menos temporalmente. Estos suelos pueden todavía ser observados en las zonas forestales actuales, a medida que el pasto se ausenta o por lo menos muy limitado. El pasto en bosque transforma gradualmente estos suelos fuertemente degradados debido a la intensificación de biomescla del suelo por las lombrices y los topos. Estos suelos quedan muy ácidos y pobres en bases. El cultivo de estos suelos acelero igualmente el biomescla y además aumenta el pH y la saturación en bases. Los suelos pardos lixiviados, que dominan en la región de los loes, corresponden a suelos fuertemente degradados que fueron cultivado desde numerosos siglos. La erosión, el biomescla y la aplicación en el curso de los siglos de importantes cantidades de fertilizantes orgánicos y minerales los transformó en suelos fértiles. Todos estos elementos dan argumentos para considerar estos suelos como formando parte de los Anthroposoles. Sin embargo, se propone de dejarlos en los « tipos » actuales pero diferenciarlos con medio de un integrado « bioagrico » para tener en cuenta el conocimiento actual de su evolución.

**Palabras claves**

Anthroposoles, plaggen, loes, suelos lixiviados, fragipan, Belgica.

La plupart des classifications des sols actuelles prévoient un taxon qui permet de regrouper les sols dont les caractéristiques sont profondément marquées par l'impact des activités humaines. Ces activités peuvent être très diverses, allant de pratiques agricoles ancestrales au nivellement des sols pour l'aménagement de terrasses et à tous les sols des décharges industrielles et urbaines. Le but de cette étude est d'étudier les régions de la Belgique où, suite aux pratiques agricoles anciennes, l'impact de l'homme sur les sols est déterminant. Afin d'évaluer cet impact, il sera souvent nécessaire de rechercher, s'ils existent encore, des profils pédologiques de référence. Ce type de recherche nous confirme que, sans une connaissance approfondie des activités humaines anciennes, il est impossible de comprendre l'agencement des divers types de sols au sein du paysage pédologique actuel. Deux régions, qui couvrent plus des deux tiers du pays, seront traitées: la région sableuse du nord et la région limoneuse, ou région des lœss, du centre.

## LES ANTHROPOSOLS SUR LA CARTE DES SOLS DE LA BELGIQUE

La légende de la Carte des Sols de la Belgique (CSB) a comme unité de base la « série ». Celle-ci est composée de trois éléments: la classe texturale, la classe de drainage et le développement de profil. Ces caractéristiques étaient observées jusqu'à une profondeur de 125 cm à l'aide de sondages à la tarière effectués à des distances d'environ 75 m. La carte de terrain était en général une carte cadastrale à une échelle de 1:5000. Le document fut publié sur fond d'une carte topographique à une échelle au 1:20000.

Lors de l'élaboration de la légende de cartographie, un type d'Anthroposol a été prévu au niveau de la série: les sols du type « Plaggen ». La caractéristique de base de ces sols est la présence d'un horizon Ap exceptionnellement épais (40 à 60 cm ou plus pour la CSB) et riche en matière organique. Ces sols ont généralement une texture sableuse, parfois limono-sableuse et ont un drainage qui va de bien drainé à imparfaitement drainé.

Le concept de base du sol de type Plaggen est un système d'agriculture pratiqué dans des régions à sols extrêmement pauvres, généralement à texture sableuse. Des mottes de l'horizon humifère ou « plaggen » des sols sous bruyère, sous forêt ou même des zones marécageuses, sont apportées dans l'étable où elles servent de fond pour le bétail qui y passe la nuit ou l'hiver. Au fur et à mesure que cette couche est malaxée et imprégnée de l'urine et des excréments des bêtes, on apportera de nouvelles couches de plaggen. Ainsi on obtient une quantité appréciable de fumier mélangé à une fraction minérale non négligeable qui sera appliqué aux parcelles réservées à la culture. Le résultat de cette gestion des parcelles à culture permanente est un sol à horizon Ap tellement épais, qu'il dépasse largement la profondeur

normale du labour. Ainsi on observe aujourd'hui des sols avec une succession d'horizons Ap et dont l'Ap1, ou labour actuel, atteint une épaisseur de quelque 30 cm.

Ce type de sol est assez commun dans le nord-ouest de l'Europe. Les plus grandes étendues se trouvent dans des zones à sols sableux quartzitiques, souvent avec des traces d'un sol de type podzol avant la mise en culture permanente. Pape (1972) a élaboré une carte indiquant la partie du nord-ouest de l'Europe où ses sols couvrent des surfaces relativement importantes. Ce document montre une zone continue allant du rivage est de l'Escaut au niveau d'Anvers, et allant en direction du nord-est, jusqu'à quasiment la rive sud-ouest de l'Elbe au niveau de Hambourg. Une carte plus récente produite par Blume (1998) donne environ la même distribution.

## LES SOLS A PLAGGEN : UN ENSEMBLE DE SOLS

Les sols à Plaggen figurent sur de nombreuses feuilles de la CSB, principalement dans la région sableuse de la Campine au nord-est, mais également, dans une moindre mesure, dans la région sableuse de Flandre, au nord-ouest du pays (figure 1). Des prospections effectuées à l'aide de fosses pédologiques et les recherches en association avec des fouilles archéologiques, où de longues tranchées de sol et de larges surfaces horizontales ont pu être observées, permettent toutefois de distinguer parmi les zones indiquées comme « sols à plaggen » sur la CSB, plusieurs types de sols à horizon Ap exceptionnellement épais. L'étude de ces profils et des paysages associés permet de distinguer au moins quatre types de gestion, qui peuvent être à l'origine de sols à horizon Ap épais: les sols à plaggen *sensu stricto*, les sols des champs bombés, les sols des champs à billons ou à ados peu larges (terminologie d'après Henin *et al.*, 1960) et les sols à labour profond. A ces faciès s'ajoutent encore les travaux de nivellement qui peuvent être à l'origine de sols à horizon Ap épais dans certaines parties des champs (figures 2 et 4). Ce dernier type d'opération, probablement effectué sur de grandes étendues dans les provinces de Flandre Occidentale et Orientale, ne sera toutefois pas discuté dans cet article. Il n'est pas rare d'observer des traces de plusieurs de ces types de gestion au sein d'un même profil, comme la présence de traces d'un aménagement en ados peu larges au sein d'une parcelle à amendement du type plaggen.

Les « sols à plaggen *sensu stricto* » correspondent au concept décrit précédemment. La principale caractéristique qui permet de distinguer ces sols des autres types de sols à horizon Ap très épais est la configuration topographique: les parcelles qui ont été traitées pendant des siècles avec un amendement du type plaggen ont une surface qui se situe aujourd'hui au moins à plusieurs décimètres au-dessus de la surface « normale » du site (figure 5). Ce type de sols s'observe en majeure partie dans la

région de la Campine ou ils couvrent des surfaces fort importantes dans le voisinage immédiat du centre des anciens villages et autour des fermes anciennes.

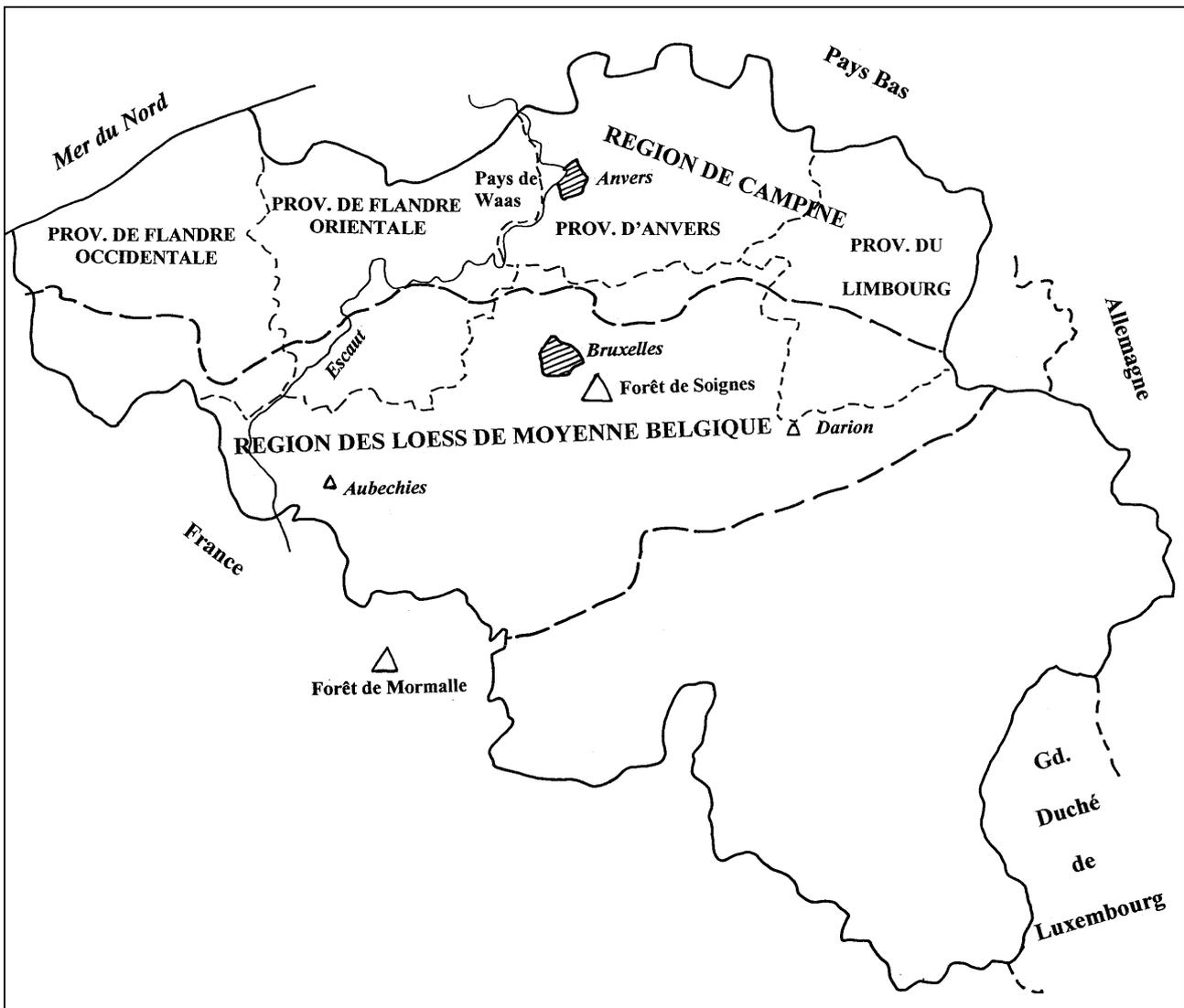
Pour la Belgique il existe très peu de données qui permettraient de dater de façon précise le début de ce type de gestion (Bastiaens, 1994). D'après Spek (1992) elle a probablement débuté en Campine vers le début du XIII<sup>e</sup> siècle.

Le système des « champs bombés » se retrouve surtout dans la région du Pays de Waas, une région à agriculture intensive située à l'ouest d'Anvers (figure 1). Lors de levés de la CSB de la région, au cours des années cinquante, on y observait encore quelques 30 000 champs de ce type (Snacken, 1971). Les parcelles ont une forme carrée ou rectangulaire, occupent une surfa-

ce généralement légèrement inférieure à un hectare et sont entourées d'un fossé souvent bordé de peupliers. Le centre de ces parcelles se situe aujourd'hui entre 50 et 100 cm au-dessus de la surface du sol au niveau des fossés. Dans le cadre de fouilles archéologiques récentes, Vanhove (1997) donne un résumé des principales caractéristiques de ces champs bombés ainsi qu'une revue des diverses hypothèses concernant leur mode de construction. Le début de leur construction semble se situer vers le XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècle, à un moment où les fermiers sont passés à une agriculture plus intensive, avec d'importantes quantités de fumier et des champs qui n'étaient plus laissés périodiquement en friche. La topographie actuelle ne reflète que faiblement la configuration originelle dont le dénivelé total entre le centre du

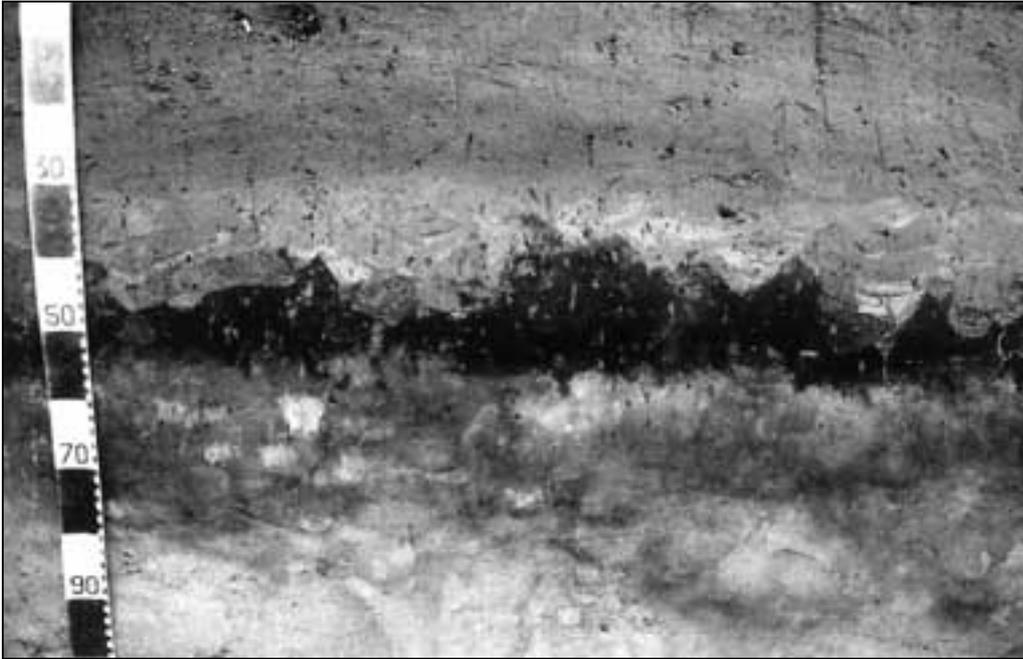
**Figure 1** - Localisation des sites mentionnés dans le texte.

**Figure 1** - Location of the sites mentioned in the document.



**Figure 2** - Un sol à deux horizons de labour dans la région limono-sableuse de Flandre Orientale. Site archéologique de Aalter-Woestyne (Langohr & Fechner 1993). 0-30 cm, Ap1, labour actuel. 30-40/50 cm, Ap2 avec traces de sédimentation dans un système de petits fossés (*figure 3*) dans un champ à ados peu larges ; la limite inférieure montre de nombreuses traces de coup de bêche. 40/50 cm+ : Podzol enterré avec un horizon A très humifère et des horizons E et Bh peu développés.

**Figure 2** - A soil with two plough horizons in the sandy loam region of East Flanders. Archaeological site of Aalter-Woestyne (Langohr & Fechner 1993). 0-30 cm, Ap1, present day tillage. 30-40/50 cm, Ap2 with traces of sedimentation in a system of narrow ditches (*figure 3*) associated to small benches, the lower limit shows numerous traces of working with a spade. 40-50 cm+ : buried Podzol with a humus rich A horizon and poorly developed E and Bh horizons.

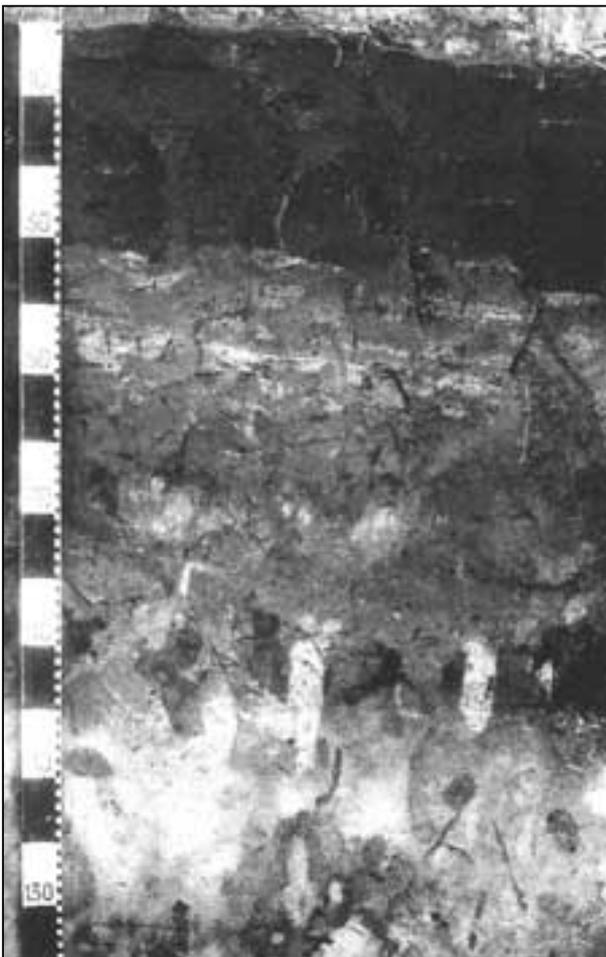


**Figure 3** - Coupe perpendiculaire au niveau de l'horizon Ap2 de la *figure 2*. Trace d'un petit fossé colmaté par des sédiments composés de strates de sable très clair et de colloïdes organiques noirs.

**Figure 3** - Section at the level of the Ap2 horizon of *figure 2*. Trace of a small ditch filled with sediments composed of alternating strata of light colored sands and black organic colloids.

**Figure 4** - Site archéologique de Gent-Hoge Weg, près de Gand (Pieters 1986). Profil avec une succession d'horizons Ap1 (0-30 cm) et Ap2 (30-60 cm) comparables à la figure 2, mais le sol du type Podzol, enterré, a connu ici une très forte bioturbation par des lombrics et des taupes. Ce biomalaxage, inhabituel dans les Podzols, est la conséquence d'un aménagement en prairie, avec bétail et apport important en fumier avant la mise en culture. Avec difficulté on peut encore reconnaître les horizons A (60-65 cm), E (65-85), Bh (85-100 cm). En dessous de 130 cm on remarque de nombreuses traces d'accumulation de fer suite aux conditions d'oxydo-réduction.

**Figure 4** - Archaeological site of Gent-Hoge Weg, near Ghent (Pieters 1986). Profile with a succession of Ap1 (0-30 cm) and Ap2 (30-60 cm) horizons comparable to figure 2 but the buried Podzol soil type has undergone here a strong bioturbation by earthworms and moles. This biomixing, unusual in Podzols, is the consequence of the presence of a meadow with cattle and an important input of dung before the period of cultivation. A (60-65 cm), E (65-85 cm) and Bh (85-100 cm) horizons are recognizable with difficulty. Below 130 cm abundant traces of oximorphic iron accumulation.



champ et le fond du fossé pouvait atteindre 2,5 à 3 mètres. La totalité des terres déplacées pouvait atteindre des valeurs de 5500 m<sup>3</sup> par hectare (Van Hove, 1997 - p. 307). Ce chiffre paraît fort élevé, mais on peut sans crainte affirmer qu'au moins plusieurs milliers de mètres cube de sol étaient ainsi déplacés par hectare. Ces déplacements ont été facilités par l'utilisation du « molberd », un instrument ayant la forme d'un plateau rectangulaire en bois, bordé de trois côtés par des planches, tiré par deux chevaux et qui, tout en l'inclinant, permettait de charger de la terre meuble. En glissant ensuite sur le sol, cet engin permettait de déplacer jusqu'à 250 kg de terre à la fois (Van Hove, 1997). Au centre de ces champs on peut ainsi observer un horizon Ap épais de 70 à 80 cm et dans lequel on peut distinguer successivement jusqu'à 4 horizons Ap (Cordemans & Langohr, 1999).

La construction de ces champs bombés, dans une région à sols mal drainés, sableux, à fertilité chimique et physique très basse, sur substrat à texture plus fine et parfois calcaire, présentait un progrès considérable. Trois aspects sont à retenir ici : i) l'amélioration permanente du drainage des sols par le réseau très dense de fossés et par les arbres qui bordent le bas des champs, ii) l'apport de terres plus limoneuses et argileuses dans l'horizon de labour augmentant la capacité de rétention de l'eau, iii) l'apport de terres calcaires dans un sol sableux très pauvre en éléments nutritifs.

Ce système de champs a été maintenu jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle grâce à l'utilisation systématique de la bêche comme instrument principal de labour. Ce n'est qu'au XX<sup>e</sup> siècle qu'on a abandonné l'entretien de ces parcelles tout en passant à l'utilisation de la charrue. Par la suite le relief s'est fortement estompé passant d'une dénivellation de quelques trois mètres à une différence de seulement 50 à 100 cm.

L'aménagement des champs en « ados peu larges » (terminologie d'après Henin *et al.*, 1960) ou « beddenbouw » en néerlandais, était un type de gestion très commun dans la région sableuse et limono-sableuse des provinces de Flandre Occidentale et Orientale. On en trouve également des traces en Campine (provinces d'Anvers et du Limbourg), y compris au niveau des sols à Plaggen (Bastiaens, 1994). La construction, très méticuleuse, des billons est décrite par Lindemans (1952). Aujourd'hui ces sols, à surface plane, se caractérisent par la présence d'au moins deux horizons de labour, Ap1 et Ap2. L'épaisseur totale de ce labour, s'il n'est pas érodé, atteint 50 à 60 cm. La limite inférieure de l'Ap2 se caractérise par la présence de très nombreuses traces de coups de bêche en lignes parallèles. L'Ap1, très homogène, correspond au labour actuel. Dans l'Ap2, de couleur plus claire, on observe à de nombreux endroits des traces de sédimentation de sable clair et de matière organique noirâtre dans le fond de petits fossés (figure 3). Les ados étaient larges de 2 à 3 m et à dos convexe ou plane (Lindemans, 1952 p. 146-150). Ces lits étaient séparés par un fossé peu large mais profond d'environ 45 à 60 cm (« greppel » en néerlandais). Ces fossés favorisaient le drainage, important pour les cultures d'hiver et diminuaient la



**Figure 5** - Configuration d'une parcelle avec un sol du type plaggen dans la région sableuse de la Campine. La surface de la parcelle au centre et à gauche se situe à quelque 80 cm au dessus de la surface normale du site, visible à droite et au fond de la photo.

**Figure 5** - *Sandy region of the Kempen. Configuration of a parcel with a plaggen soil type. The surface of the parcel, in the center and to the left, is situated about 80 cm above the normal surface of the site as to the right and in the bottom of the picture.*

croissance des mauvaises herbes particulièrement abondantes sur des sols mal drainés. Les fossés facilitaient également l'accès aux cultures pour l'élimination des mauvaises herbes. Suite au ruissellement des eaux pluviales sur les parois du fossé et suite à la sédimentation éolienne, ce fossé était partiellement colmaté par des sédiments finement stratifiés (*figures 3, 4 et 5*). Lors de la préparation du sol pour la culture suivante, on rebouchait ce qui restait du fossé et on préparait un nouveau système d'ados avec des fossés parfois situés à côté des fossés précédents, mais qui pouvaient également être positionnés au milieu des ados précédents. Ainsi les ados étaient déplacés au cours du temps et finalement tout le champ était labouré à la bêche ou à la charrue jusqu'à une profondeur de quelque 50 à 60 cm (*figures 6 et 7*). Le résultat de cette gestion nous donne aujourd'hui des sols avec un Ap1 actuel, très homogène, et un Ap2 qui montre de nombreuses traces de sédimentation dans les restes des fonds des fossés qui ont été préservés (*figures 3, 4 et 5*) grâce au déplacement régulier des ados.

D'après Bastiaens (1994 - p. 37) ce système de gestion a débuté vers la moitié du *xvii*<sup>e</sup> siècle. Dans certaines régions sableuses cette technique a persisté jusqu'au début du *xx*<sup>e</sup> siècle (Lindemans, 1952).

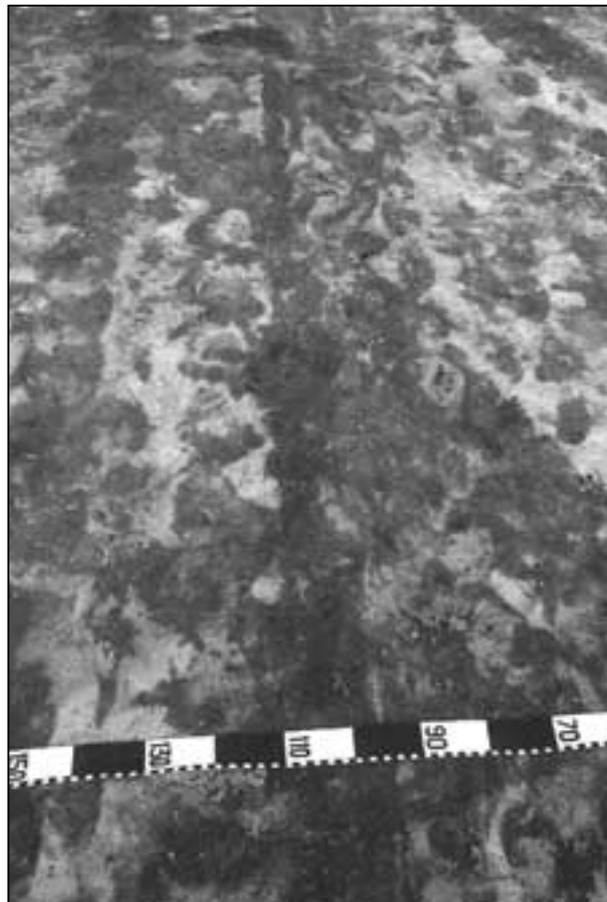
En dehors de la technique des billons les fermiers flamands avaient la coutume, déjà depuis la fin du Moyen Age, de régulièrement effectuer un « *labour spécial de grande profondeur* » (Lindemans, 1952 - p. 152-155). Parfois on utilisait pour cela des bêches particulières, longues de 40 à 46 cm, parfois on développait une technique qui permettait de bêcher à double profondeur.

L'utilisation intensive de la bêche dans les opérations de labour en Flandre a d'ailleurs été fréquemment commentée par des visiteurs étrangers au cours du *xviii*<sup>e</sup> et *xix*<sup>e</sup> siècles (David, 1984). Dans d'autres cas on utilisait des techniques adaptées à l'utilisation de charrues spécialement conçues pour un labour profond. A l'occasion de ce labour profond on appliquait également une quantité supplémentaire de fumier.

Toutes ces techniques malaxaient profondément les sols sableux et limono-sableux et risquaient de diluer très fort la matière organique originelle en incorporant une terre pauvre en matière organique et éléments nutritifs dans l'horizon de labour. Ce danger était toutefois écarté par l'**application particulièrement intensive d'amendements divers**. A part du fumier riche en matières minérales du type plaggen, Lindemans (1952) mentionne comme importants : 1) le fumier d'étable dont la production était très grande grâce à l'utilisation importante de fourrage ; 2) une rotation, avec période à trèfles, des terres souvent amendées avec des cendres spécialement produites en brûlant du bois ou de la tourbe ; Lindemans (1952 - p. 70) mentionne par exemple qu'en 1761, 60397 charrettes de cendres de tourbe furent ainsi importées des Pays Bas ; 3) des tourteaux provenant de l'industrie du colza et du lin ; 4) des déchets de l'industrie du savon et des blanchisseries ; 5) du calcaire ; 6) de la matière organique provenant des étangs, des fossés et des marécages ; 7) les déchets de la boucherie et des poissonniers ; 8) le fumier provenant des villes (latrines, vidange des égouts des rues). Tous ces matériaux étaient transportés à la brouette, avec des charrettes, des chars, entreposés et éventuellement mélangés à la ferme et

**Figures 6 (vue générale) et 7 (détail)** - Site archéologique de Aalter Woestyne (Langohr & Fechner 1993) : traces de milliers coups de bêche à la limite inférieure d'un horizon Ap2 (cf. figure 1). Les alignements suivent le tracé des petits fossés dans un aménagement en champ à ados peu larges.

**Figures 6 (general view) and 7 (detail)** - Archaeological site of Aalter-Woestyne (Langohr & Fechner 1993): thousands of spade marks at the lower limit of an Ap2 horizon (compare with figure 1). The alignments follow the original layout of small ditches and benches.



finaleme nt profondément incorporés dans le sol. L'ensemble de ces activités faisait déjà au XVIII<sup>e</sup> siècle la réputation à l'étranger de l'agriculture du nord du pays, dans une région à sols sableux quartzitiques originellement particulièrement pauvres. Le résultat se voit encore aujourd'hui par la présence d'horizons Ap2, et parfois Ap3 et Ap4 qui, tout en se trouvant à une profondeur de 30 à 60 cm ou plus, sont encore nettement plus riches en matière organique que le sol non labouré sous-jacent.

**Sur la Carte des Sols de la Belgique (CSB)**, publiée à l'échelle du 1:20 000, tous ces sols profondément labourés sont indiqués comme Sols du type « Plaggen », à condition que l'épaisseur totale des horizons de labour atteigne ou dépasse les 40 à 60 cm. Il était en effet impossible de distinguer à l'aide d'observations à la tarière, les sols dont l'horizon Ap, profond, résultait d'un système d'amendement du type plaggen, d'un Ap profond

correspondant à des champs à billons et/ou à labour profond. En fait tous ces sols à horizons Ap profonds, cadrent tout à fait avec le concept des Anthrosols d'origine agricole. Le fait qu'ils ne correspondent pas au système d'amendement du type plaggen explique, peut-être, pourquoi les sols des champs bombés et ceux à billons ainsi que ceux à labour profond, qui couvrent pourtant des surfaces considérables en Flandre Occidentale et Orientale, n'ont pas été repris dans la Carte des Associations de Sols de la Belgique (Maréchal et Tavernier, 1971). Les raisons de cette élimination ne sont pas mentionnées dans le mémoire qui accompagne cette carte (Marechal et Tavernier, 1974). La carte des associations, qui fait partie de l'Atlas National de la Belgique, donne donc un aperçu très incomplet de l'étendue des Anthrosols en Belgique. On peut étendre ces remarques aux études synthétiques de Conry (1974) et de Blume (1998) qui se limitent également aux sols du type

Plaggen *sensu stricto* situés à l'est de l'Escaut. D'après Bastiaens (1993, 1994) qui a effectué une étude très détaillée de ces types de sols, en Campine particulièrement, mais également dans le reste de la Belgique, l'étendue de ces sols à horizon Ap particulièrement épais coïncide fort bien avec l'extension des sols sableux qui sont développés dans les sables de couverture, Pléni-glaciaire et Tardi-glaciaire de la dernière glaciation.

## LES SOLS BRUNS LESSIVÉS DE LA RÉGION LIMONEUSE : DES ANTHROPOSOLS ?

### La région des loëss

Le paysage pédologique de la Moyenne Belgique se caractérise par des sols limoneux qui couvrent une bande d'environ 40 à 80 km de large et 250 km de long et qui traverse la frontière avec la France au sud-ouest et qui atteint les Pays Bas et l'Allemagne à l'est. Ces sols sont développés dans du loëss Brabantien surtout déposé au cours du premier tiers du Weichselien supérieur pendant une période allant de 22000 à 17000 B.P. (Haesaerts, 1984). A l'origine ce loëss contenait quelque 10 % de carbonate de calcium, 15 % de minéraux argileux avec une composition mixte (smectites, micas, kaolinite et minéraux interstratifiés); le reste du sédiment était surtout composé de quartz et très peu de feldspaths, chlorite et amphibole (Van Ranst, 1981; Van Ranst *et al.*, 1982).

### Trois types de sols

Lors de l'élaboration de la légende de la CSB, trois types de « développement de profil » ont été distingués au niveau des sols développés sur loëss. Les distinctions se font surtout sur la base de caractéristiques morphologiques de l'horizon Bt. Anciennement ces sols étaient appelés « fortement lessivés », « lessivés » et « bruns lessivés » (Tavernier, 1964). Pour faciliter la discussion nous les appellerons sols « fortement dégradés », « modérément dégradés » et « non dégradés » et utiliserons les sigles SFD, SMD et SND.

Le concept de la « dégradation » se basait principalement sur la présence/absence au niveau de l'horizon Bt, ou horizon à accumulation d'argile, de taches claires (chroma en général égal ou moindre à 2) à teneur en argile nettement moindre (6-12 %) que le reste de la matrice du Bt (18-22 % d'argile). Ces taches, ou « glosses », se présentent en général sous forme de bandes ou de langues verticales qui se terminent vers 100 à 130 cm de profondeur. Cette limite coïncide environ avec la limite inférieure de la partie de l'horizon Bt à accumulation maximale d'argile (horizon B<sub>2t</sub> de l'ancienne nomenclature des horizons – Soil Survey Staff, 1951).

Dans le cadre de cet article nous subdiviserons les SMD en deux phases: ceux de ces sols situés sous forêt (SMDF) et ceux

situés dans les zones agricoles (SMDA). Ces phases n'étaient pas distinguées dans la légende de la CSB. Au niveau des SND nous distinguerons la phase non ou peu érodée (SNDNE) et la phase érodée (SNDE). Ces phases figurent sur la CSB; les sols « non ou peu érodés » ont un horizon Bt qui débute à plus de 40 cm de profondeur; les sols « érodés » ont encore un horizon Bt mais celui-ci débute à moins de 40 cm de profondeur et souvent le labour incorpore déjà de la terre provenant du Bt.

Le *tableau 1* situe ces sols au sein de plusieurs classifications des sols (nous considérons que les légendes des cartes des sols, comme celle de la Belgique et celle du monde, ainsi que le Référentiel français correspondent à des classifications de sols). Cette détermination est faite pour des sols bien drainés et en position de plateau. Six classifications ont été appliquées: la légende de la CSB (Maréchal et Tavernier 1974), le World Reference Base for Soil Resources (FAO 1998), la classification des sols française ancienne (CPCS, 1967), le Référentiel Français récent (AFES, 1995), Soil Taxonomy 1975 et 1998 (Soil Survey Staff 1975 et 1998).

Lors du levé de la carte des sols il s'avéra très vite que les SFD se situent quasiment exclusivement sur des sites boisés et particulièrement en Forêt de Soignes, un massif forestier situé près de Bruxelles. Les SND par contre s'observent uniquement sur les terrains connus comme « anciennes terres agricoles » c'est-à-dire des terrains qui sont sous agriculture intensive depuis de nombreux siècles. Le taxon intermédiaire, ou SMD, se trouve soit sur des terrains dont les documents historiques indiquent qu'ils ont été défrichés et mis en culture (SMDA) depuis relativement peu de temps (généralement moins de deux siècles), soit dans certains massifs forestiers (SMDF). L'origine des glosses, du fragipan (voir plus loin) et de l'acidité des SFD, étudiés et discutés depuis plus de 50 ans, ne sera pas traitée dans cet article.

### La forêt de Soignes, site unique pour les sciences de la terre

Dans le but de caractériser les sols développés sur loëss et avec un impact humain minimal, nous avons entamé à la fin des années soixante dix, une série d'études exhaustives en forêt de Soignes (*figure 1*). Celle-ci couvre une surface de quelque 40 km<sup>2</sup> à la limite sud-est de Bruxelles, en plein milieu de la région des loëss. Pour les sciences de la terre ce massif forestier représente un site tout à fait unique (Langohr & Cuykens, 1986a et b). Dès la fin du douzième siècle ce massif faisait partie de la forêt des ducs de Brabant qui, à ce moment, couvrait quelque 100 km<sup>2</sup> (Maziers, 1987). Au cours des siècles la gestion de ce massif a été orientée vers la production de bois d'œuvre et de charbon de bois. Des milliers de restes d'aires de faulde ou de charbonnier, sous forme de petites buttes circulaires, hautes de 30-60 cm avec un diamètre de 8 à 12 m témoignent de cette activité (Langohr, 1983). Nous sommes très bien informés des diverses activités humaines au sein de ce massif forestier grâce aux livres de législation de la foresterie (Smolar-Meynaert 1991 - p. 272-275), les

**Tableau 1** - Position des principaux types de sols développés sur lœss en Belgique au sein de quelques classifications des sols. Données valables pour des sols bien drainés situés sur les plateaux ou les pentes douces.

**Table 1** - Position among some soil classification systems of the main soil types developed in loess in Belgium. Data valid for well drained soils situated on plateau or smooth slope positions.

1	2	3	4	5	6	7
SFD	Abc	Albeluvisol, epi*fragique, hyperdystrique	Sols lessivés glossiques	Luvisol demique	Fraglossudalf	Fraglossudalf Typique
S MDF	Aba(b)	Luvisol, endo*fragique, hyperdystrique	Sols lessivés acides	Luvisol dégradé	Fragiudalf Ochreptique	Fragiudalf Typique Hapludalf Fragique
SMDA	Aba(b)	Luvisol, endo*fragique, hypereutrique	Sols bruns lessivés	Luvisol dégradé Luvisol typique	Fragiudalf Ochreptique	Fragiudalf Typique Hapludalf Fragique
SNDNE	Aba0	Luvisol, hypereutrique	Sols bruns lessivés	Luvisol typique Luvisol biohortique	Hapludalf Haplique	Hapludalf Typique
SNDE	Aba1	Cambisol, hypereutrique	Sols bruns lessivés	Luvisol tronqué Néoluvisol	Hapludalf Haplique	Hapludalf Typique

\* propositions : epi : fragipan débute à moins de 50 cm de profondeur ; endo : fragipan débute entre 50 et 100 cm de profondeur

1. Code utilisé dans ce document

SFD : sols fortement dégradés

S MDF : sols modérément dégradés sous forêt

SMDA : sols modérément dégradés sous agriculture

SNDNE : sols non dégradés non érodés

SNDE : sols non dégradés érodés

Systèmes de classification :

2. Carte des sols de la Belgique (CSB)

3. FAO WRB 1998

4. CPCS 1967

5. AFES 1995

6. Soil Survey Staff 1975

7. Soil Survey Staff 1998

« Keurboeken », qui regroupaient les ordonnances sur la vente du bois, la protection de la forêt, les chablis, la vente de charbon, et le Le plus ancien de ces codes remonte au XIV<sup>e</sup> siècle. Les droits de pâturage étaient enregistrés dans les « Veterboecken » (Maes, 1983). Malgré la coutume dans le système agraire médiéval de laisser paître le bétail en forêt (Smolar-Meynaert, 1991 - p. 289-291), tous ces documents illustrent le soin des ducs de Brabant pour protéger le mieux possible ce massif forestier contre les dégâts du pâturage à la régénération forestière.

Les études détaillées de topo-hydroséquences de sols au sein de la forêt (e.a. Pajares 1980, De Corte, 1982, Langohr & Sanders, 1985a) nous ont ainsi permis de caractériser le paysage pédologique de la région limoneuse de la Belgique tel qu'il serait sans l'intervention humaine, y compris sans pâturage de bétail sous forêt.

### Les sols fortement dégradés (SFD) sous forêt non pâturée : une référence

Nous résumons ici les traits principaux de ce SFD qui figure comme référence à l'étude des autres types de sols développés sur lœss. Ces données sont représentatives pour un sol bien drainé, sans nappe phréatique dans les premiers centimètres du profil, en position de plateau et où le passage récent de chevaux et d'engins de débardage est absent.

• **3-0 cm.** Une litière de type moder

• **0-2/3,5 cm.** Un horizon A noir, dont le pH(H<sub>2</sub>O) se situe entre 3,5 et 3,8, qui mesure à peine quelques centimètres d'épaisseur. Cette dernière caractéristique reflète l'absence quasiment complète de malaxage du sol par la faune. En effet, des animaux comme les vers anéciques, dont le Lombric terrestre est un représentant très répandu dans nos régions, et la taupe, sont totalement absents de ces sols.

• **2/3,5-35/45 cm.** Un horizon E (8-12 % d'argile) beige clair, assez poreux et caractérisé par la présence de nombreuses racines. Le pH(H<sub>2</sub>O) de cet horizon se situe entre 3,8 et 4,2 et la saturation en bases ne dépasse pas 10 %. La fertilité chimique de cette partie du sol est donc très basse. Dans nos propres codes de description cet horizon reçoit le symbole Bbi (horizon B biologiquement actif).

• **35/45-110/130 cm.** L'horizon Bt à teneur maximale en argile (18-23 %), plus brun et qui a toutes les caractéristiques d'un horizon type « fragipan » d'où le symbole Btx ou « horizon à glosses ». Nous appelons cet horizon un « système à boîtes fermées » (closed box system – FAO, 1998) à cause du passage préférentiel des racines et de l'eau le long de la structure prismatique qui atteint dans les sols bien drainés un diamètre de 50 à 80 cm. Vers la base de cet horizon le pH a des valeurs situées entre 4,4 à 5,0 et la saturation en bases a augmenté jusqu'à une valeur de 30 à 60 %.

• **110/130-280/330 cm.** Alternance d'horizons E plus clairs, et Bt plus sombres, en forme de doublets ou bandes épaisses de quelques millimètres à quelques centimètres et parallèles à la surface du sol. Les racines, uniquement situées le long des prismes dans l'horizon Btx, bifurquent à nouveau dans cette partie du sol qui n'a pas de structure particulière. Au fur et à mesure qu'on descend le pH et la saturation en bases augmentent pour atteindre vers 3 m de profondeur des valeurs de 6,8 et 100 % respectivement.

• **280/330-330/380 cm.** Absence d'alternance des bandes E/Bt et la couleur du sol devient uniforme. Cet horizon, non calcaire, est très poreux et on y observe une quantité de racines supérieure à l'horizon sus-jacent.

• **330/380 cm +.** Transition très abrupte (à peine 1 mm d'épaisseur) au loess originel avec environ 10 % de CaCO<sub>3</sub>. À partir de ce contact la quantité de racines diminue considérablement.

La productivité forestière sur ces sols est très bonne car les racines des arbres atteignent les niveaux à haut taux de saturation en bases vers 2,5 à 3,5 m de profondeur. Ainsi on enregistre pour le hêtre des productions qui atteignent des valeurs de 10 à 12 m<sup>3</sup> de bois/an/ha, c'est-à-dire parmi les plus élevées au monde (Delvaux, 1964). La végétation herbacée par contre, quand elle est présente, est caractéristique d'un sol très acide et très pauvre en éléments nutritifs. Il existe d'ailleurs des secteurs où on observe des plantes indicatrices de sols très acides comme la bruyère (*Calluna vulgaris*).

## Traces des sols fortement dégradés sur les sites archéologiques du Néolithique ancien

Des recherches archéopédologiques sur les sites néolithiques de Darion (Pieters, 1986) dans la zone est de la région des loess et d'Aubechies (Mikkelsen & Langohr, 1996) dans la zone sud-ouest de la région des loess (figure 1), nous ont permis de retracer les types de sols qui existaient dans la région des loess lors de l'arrivée des premiers agriculteurs. Deux éléments pédologiques sont intéressants ici.

**1** Les caractéristiques morphologiques, analytiques et micromorphologiques de fragments d'horizon E et Btx trouvés vers 250 cm de profondeur dans le fond du fossé de l'enceinte du village de Darion, et couverts par des sédiments de l'époque de l'occupation du village, sont identiques à celles du SFD (Pieters 1986).

**2** Sous les colluvions en aval de ces villages on retrouve des sols identiques aux sols de la forêt de Soignes qui se trouvent dans la même position topographique (Pieters 1986). À Aubechies, dans la zone sud-ouest de la région des loess, l'étude d'une toposéquence en aval d'un village du Néolithique ancien a également livré un sol identique au SFD sous des colluvions néolithiques (Mikkelsen & Langohr, 1996).

Un élément supplémentaire est l'utilisation des chablis anciens pour retracer les paléosols (Langohr, 1993). Dans des régions où les SND dominent aujourd'hui, on observe fréquemment des frag-

ments, ou même des séquences d'horizons, préservées de SFD au sein de structures de chablis particulièrement grandes, profondes parfois de 2 m par rapport à la surface du sol originel.

La fertilité chimique très basse des sols sur loess au moment des premiers défrichements néolithiques est également attestée par la présence sur ces sites de pollen et de spores attestant de la présence de plantes indicatrices de sols très acides. Ainsi on trouve une quantité non négligeable de pollen de bruyère (*Calluna vulgaris*) dans le fond du fossé de l'enceinte de Darion (Heim, 1985). Sur d'autres sites de cette région on observe également la présence fréquente de spores de fougère aigle. (Jadin, 1999 - § 3.8, p. 3-15).

Tout cet ensemble nous permet de conclure que les sols du type SFD, décrits en forêt de Soignes aujourd'hui, correspondent de très près aux sols que les premiers agriculteurs ont mis en culture (Langohr, 1986, 1990) il y a quelque 7000 ans (pour les datations, cf. Jadin, 1999 - § 6, p. 1-43). Au niveau des horizons à enracinement principal des céréales (premiers 50 à 80 cm), la fertilité chimique ainsi que la fertilité physique de ces sols étaient très basses; la saturation en bases était inférieure à 10 %, le pH(H<sub>2</sub>O) entre 3,6 et 4,0 et le fragipan débute entre 35 et 45 cm de profondeur. Même en brûlant la biomasse forestière, on peut estimer que ces sols, sous un climat lessivant, ne produiront une récolte convenable que pendant peu d'années, nécessitant de pratiquer une culture itinérante. La présence, en général, d'une seule génération de maisons au sein de ces villages (Jadin, 1999) semble indiquer qu'ils ont été abandonnés après quelques dizaines d'années. On peut donc avancer l'hypothèse que la fertilité des sols a probablement joué un rôle dans le fait que ces agriculteurs pratiquaient non seulement une culture itinérante mais également un système de village itinérant. Ceci peut se comprendre si on considère que la régénération d'une forêt dans nos régions, avec un climat où la végétation ne croît que pendant la moitié de l'année, ne permet pas de stocker suffisamment d'éléments nutritifs au cours d'une période de 20 à 30 ans pour une remise en culture après brûlis.

## Impact du pâturage sous forêt

Les prospections en forêt de Soignes ont permis de détecter une zone qui couvre quelques 85 ha où les sols sont du type SMDF. Les fosses pédologiques ouvertes dans cette zone montrent une séquence d'horizons qui est différente des SFD, surtout dans les premiers 60-80 cm du profil (Cherlet, 1988). En surface on observe un humus également du type moder, mais parfois de type mull acide, suivi d'un horizon A moins foncé, d'une épaisseur qui peut atteindre 10 à 15 cm et un rapport C/N de 12 à 15. L'horizon suivant, très poreux et parcouru pas de nombreuses racines, est comparable à l'horizon Bbi; la différence se situe au niveau de l'épaisseur de cet horizon qui atteint ici 60 à 85 cm alors qu'elle n'est de quelque 35 à 45 cm dans les SFD. Au moins la moitié supérieure de l'horizon Btx, du type fragipan, au fonctionnement en « boîtes fermées », est donc absente ici. Plus bas dans le profil la morphologie devient identique à celle du profil

de référence du SFD. Une cartographie détaillée de la limite entre ces sols (Cherlet, 1983) montre que celle-ci coïncide avec un ensemble entouré d'un fossé et d'un talus, ce dernier étant orienté vers la zone avec les SMDF. Il est donc clair que les sols à horizon Bbi particulièrement épais coïncident avec une limite parcellaire. Une étude de cartes anciennes de la forêt ducale montre qu'en 1768 (Ferraris & Cogeur, 1768) la zone avec les SMDF faisait partie de la forêt ducale. Une carte plus ancienne de 1659 (Van Werden) montre toutefois que cette zone ne faisait pas partie à cette époque de la forêt ducale et qu'elle appartenait probablement au prieuré du Rouge Cloître qui se trouve à la limite nord-ouest de cette zone. Des lithographies de cette période montrent que cette surface était encore boisée de quelques grands chênes. Il s'agit donc probablement d'une zone de pacage assez intensif du bétail.

Des études complémentaires ont été effectuées dans des massifs forestiers sur loess tels que le Bois de Halle (Cuykens & Langohr, 1985), situé à la limite ouest de la Forêt de Soignes, et la forêt de Mormalle, dans le nord de la France, et qui a été étudiée du point de vue biogéographique par Dubois (1989 – p. 388-411). Ces recherches ont montré que le pâturage en forêt a un impact indirect sur la morphologie de ces sols acides par une augmentation remarquable de l'activité de la faune qui mélange le sol, tels que les lombrics et les taupes. Ces SMDF sont toutefois aussi acides et aussi pauvres en bases échangeables que les SFD.

Le changement dans la dynamique de la décomposition de la litière, avec présence de plus grandes quantités d'urine et d'excréments a donc un impact très important sur la population d'animaux fouisseurs tels que les lombrics terrestres et les taupes, animaux absents dans les SFD. Une influence sur d'autres animaux fouisseurs n'est pas à exclure, comme la densité de scarabéides et vers anéciques qui augmentera à partir du moment où la quantité d'excréments de bétail à la surface du sol augmente (Gobat *et al.*, 1998 - p. 239-246). Toute cette faune creuse dans le sol sur plusieurs décimètres de profondeur et jusque dans l'horizon Btx (en moyenne Belgique les lombrics descendent à une profondeur de 80 à 110 cm de profondeur). Dès lors cet horizon perd sa morphologie et sa dynamique de « boîte fermée », parallèlement l'horizon Bbi augmente en épaisseur, transformant ainsi le SFD en SMDF.

### Les sols modérément dégradés sous agriculture (SMDA)

A l'exception de l'horizon de labour ces sols ont une morphologie fort semblable aux SMDF : sous l'Ap, l'horizon biologiquement actif s'étend jusqu'à une profondeur de 60-80 cm avec très localement encore quelques vestiges de l'horizon Btx à langues. En dessous de cette limite, assez irrégulière, les restes de l'horizon à glosses sont plus fréquents mais en quantité insuffisante pour le considérer comme un horizon du type fragipan et qui limi-

te considérablement la pénétration des racines et la percolation de l'eau. Une autre différence entre les SMDA et les SMDF se situe au niveau de la fertilité chimique. Grâce aux engrais apportés aux sols sous agriculture depuis un à deux siècles, les SMDA sont fortement saturés en bases, ont un pH qui se situe entre 5,8 et 6,8 et le rapport C/N est inférieur à 10. A cause de ces différences morphologiques et chimiques, ces SMDF et SMDA, qui n'ont pas été distingués au niveau de la CSB (symbole Aba(b)), se situent dans des taxa différents dans les autres classifications (tableau 1).

Les sections horizontales préparées à une profondeur de 50 à 60 cm dans ces sols permettent d'évaluer le nombre de galeries verticales à subverticales des vers de terre et des taupes, une caractéristique totalement absente des SFD. Dans les SMD ces coupes montrent entre 600 et 1200 galeries de vers de terre. Une partie de ces galeries sont colmatées par des crotovines, d'autres sont ouvertes. A ces chiffres s'ajoutent plusieurs dizaines de traces de galeries de taupes, grandes consommatrices de vers de terre, et qui sont toutes colmatées par des crotovines. Quasiment toutes les racines des cultures se retrouvent au niveau de ce système de biogaleries ouvertes ou même remplies de crotovines. Cette caractéristique des SMDA illustre leur bonne fertilité physique.

### Les anciennes terres agricoles

Les sols sans traces de dégradation de l'horizon Bt (SND) couvrent plus de 80 % de la région limoneuse. Ces sols sont sous agriculture depuis de nombreux siècles, et pour certaines régions déjà, aux époques romaine et celtique. Les caractéristiques chimiques de ces sols sont fort semblables aux SMDA : saturation en bases élevée, pH entre 6,0 et 7,0 et rapport C/N inférieur à 10. Le profil de ces sols ne montre toutefois plus de traces de glosses comme c'était encore le cas au niveau des SMDA. La disparition complète des traces de glosses et des caractéristiques du fragipan dans ces sols a une origine double.

1 Une grande partie de ces sols a connu une érosion qui atteint aujourd'hui une profondeur de plusieurs décimètres par rapport à la surface originelle. C'est la phase Aba1 de la CSB appelée ici SNDE (tableau 1). Si on considère un sol qui est érodé sur 40 cm et si on ajoute 30 cm homogénéisé par le labour actuel, on sera en présence d'un profil dont les caractéristiques des premiers 70 cm du SFD originel (horizons A, E et partie supérieure du Btx), ont déjà disparu.

2 L'activité particulièrement intensive des vers de terre et des taupes jusqu'à une profondeur de 80 à 120 cm et sur une longue durée dans tous ces SND, a complètement malaxé l'horizon Btx originel. Dès lors la pénétration des racines est excellente, à condition qu'il n'y ait pas de semelle de labour trop développée.

## Les sols bruns lessivés sur loess : des anthroposols ?

Le résultat de l'ensemble des processus décrits dans les paragraphes précédents : érosion, labour jusqu'à 30 cm, biomalaxage, apport d'amendements, a donc transformé au cours des siècles les SFD, à glosses, à fragipan et à fertilité très limitée, tels qu'on peut encore les observer sous site forestier non pâturé, et tels que les premiers agriculteurs du Néolithique ancien les ont labourés, en sols bruns lessivés ou SND. La fertilité chimique et physique de ces derniers est très favorable aux cultures. Ces SND, qui dominent aujourd'hui le paysage pédologique sur loess, sont donc l'aboutissement d'une gestion des terres qui a débuté il y a de nombreux siècles et où le biomalaxage, activé par le pâturage et les amendements, a joué un rôle prépondérant.

L'ensemble de ces processus a pour conséquence que le sol originel (ici le SFD) et le sol actuel qui a subi cette évolution (ici le SND), se situent dans des taxa différents au sein des 7 classifications mentionnées au *tableau 1*.

Si on accepte ce modèle d'évolution des sols, on peut se demander s'il ne vaudrait pas mieux considérer ces SND comme des Anthroposols. Une telle option augmenterait considérablement l'étendue de ces derniers et diminuerait dans les mêmes proportions l'étendue des sols bruns lessivés dans nos régions. Cette proposition serait peut-être difficile à accepter par de nombreux pédologues. Pour faire entrer les SND au sein des Anthroposols, il faudrait d'ailleurs modifier certaines définitions au sein des taxonomies existantes car telles qu'elles sont élaborées actuellement on aboutit aux taxons qui figurent dans le *tableau 1*. Comme compromis nous pourrions proposer de mentionner cette connaissance que nous avons sur l'origine de paysages pédologiques actuels, en introduisant un intergrade du type « bioagrique ». Celui-ci serait basé sur une fertilisation intense qui s'étale sur une période de plusieurs siècles, associée à un biomalaxage profond du profil originel.

## CONCLUSIONS

L'impact de pratiques agricoles particulières, et sur de longues durées, a profondément transformé le paysage pédologique originel en Belgique. Dans les régions plus sableuses du nord du pays des amendements très intensifs associés à des techniques particulières de labour à la bêche ou à la charrue, ont créé des sols à horizon Ap riche en matière organique et particulièrement profonds. Les sols du type Plaggen sont bien connus par la littérature. L'étude des sols sur les sites archéologiques, et l'association de la répartition des sols aux formes du paysage, montrent toutefois que les Anthroposols sableux à limono-sableux du nord du pays sont également le résultat d'autres types de gestion que celle de l'amendement avec des plaggen. L'aménagement de champs bombés, la technique de culture des champs en ados peu larges, le labour profond occasionnel et les travaux de nivellement (non discutés ici), tous associés à un amendement inten-

sif, sont d'autres types de gestion qui ont contribué à créer de larges étendues avec des sols à horizons Ap, qui aujourd'hui encore sont riches en matière organique, avec une épaisseur qui dépasse souvent les 60 cm. Quasiment toutes ces pratiques ont disparu au cours de la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle. Tous ces sols cadrent avec les Anthroposols tels qu'ils sont définis dans la plupart des classifications de sols.

Au niveau de la région limoneuse les recherches en archéopédologie permettent de conclure que les sols « fortement dégradés » à fertilité chimique et physique très basse, tels qu'on peut encore les étudier dans des sites forestiers qui ont connu peu ou pas de pâturage dans le passé, sont représentatifs des types de sols que les premiers agriculteurs du Néolithique ont défrichés il y a quelque 7000 ans. L'état de fertilité de ces sols permet d'avancer l'hypothèse que le comportement migratoire de ces premiers agriculteurs, (dont l'implantation des villages était de courte durée), était au moins en partie lié aux problèmes d'une production agricole insuffisante dans la région des loess en Belgique.

A partir des sols fortement dégradés, l'évolution pédologique s'est opérée dans trois directions.

### 1 Les sols restent sous forêt avec peu ou pas de pâturage.

Dans ce cas nous gardons un sol qui reste largement identique, très acide et très pauvre en bases, du moins dans les premiers 50 à 80 cm du profil, et avec un horizon fragipan qui débute entre 35 et 45 cm de profondeur. La faune du sol du type anécique, c'est-à-dire qui creuse des galeries sur plusieurs décimètres de profondeur, et les taupes, sont absentes de ces sols. Le biomalaxage est donc quasiment nul, ce qui se reflète dans la présence d'un horizon A noir de seulement quelques centimètres d'épaisseur. L'humus de ces sols est en général du type moder.

### 2 Les sols restent sous forêt mais celle-ci est pâturée.

Par l'impact du changement dans les cycles du carbone et de l'azote, et par la présence de déjections abondantes du bétail, le rapport C/N des horizons de surface diminue et on observe une activation du biomalaxage avec présence de vers de terre anéciques et de taupes. Ces animaux sont responsables de la disparition graduelle et à partir de sa limite supérieure, du fragipan. Parallèlement le volume du sol à enracinement dense augmente. Ces sols restent toutefois acides et pauvres en bases.

### 3 Après défrichement les sols sont labourés avec un amendement organique (fumier) et minéral (chaulage).

Ce dernier semble être déjà appliqué au moins dans certaines régions à l'époque celtique (Dudal, 1999). Suite à ces changements de certaines caractéristiques chimiques du sol, le biomalaxage par les vers de terre et par les taupes va devenir particulièrement intense. Au cours du temps certaines zones de ces sols connaîtront une érosion qui atteint aujourd'hui plusieurs déci-

mètres de profondeur par rapport à la surface du sol originel. L'ensemble de ces processus, amendement organique et minéral, labour, érosion et biomalaxage intensif, a pour conséquence que le sol originel fortement dégradé et très peu fertile, s'est graduellement transformé en sol brun lessivé, sans traces de dégradation et à fertilité chimique et physique élevée.

La différence entre les sols lessivés fortement dégradés, et les sols bruns lessivés non dégradés est considérable, et dans toutes les classifications de sols ils se situent dans des taxa différents. La proposition de classer les sols non dégradés parmi les Anthrosols n'est pas retenue mais il est proposé de créer un intergrade du type « *bioagric* » pour tenir compte de nos connaissances actuelles sur l'origine et la dynamique particulière de ces sols qui aujourd'hui couvrent la majeure partie de la région des loëss.

## BIBLIOGRAPHIE

- AFES, 1995. - Référentiel pédologique, INRA, Paris, 332 p.
- Bastiaens J., 1993 - Studie van de gronden met diepe antropogene humus A horizont in de Antwerpse Kempen, Thèse de Licence, non publiée, Gand.
- Bastiaens J., 1994 - Plaggenbodems in de Antwerpse Kempen. Koninklijke Aardrijkskundig Genootschap van Antwerpen, Jaarboek 100, Kortrijk, p. 24-40.
- Blume H.P., 1998 - History and landscape impact of Plaggen soils in Europe, Proceedings 16<sup>e</sup> Congrès Mondial des Sols, Symposium 45, Code 64, Montpellier, 10 p.
- Cherlet M., 1983 - Opbouw van een karteringslegende in verband met de bodemgesteldheid van bosaanplantingen in het noordelijk deel van het Zoniënbos. Thèse de Master non publiée, Univ. Gand, 151 p.
- Conry M.J., 1974 - Plaggen soils, A review of Man-made Raised Soils. Soils and Fertilizers, Vol. 37, No. 11, p. 319-326.
- Cordemans K. & Langohr R., 1999 - Soilscape mapping in part of the raised field area of Sint-Gillis-Waas (East Flanders, Belgium): methodology, results and evaluation. *Lunula, Archaeologica protohistorica* VII, p. 38-42.
- CPCS, 1967 - Classification des sols. Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols, Multicopie, 96 p.
- Cuykens G. & Langohr R., 1985 - Zoniënwoud. In: De open ruimte in Vlaanderen. Een geografisch-landschappelijk en biologische verkenning. Exploratiepakket 4, Zoniënbos en Hallerbos, Koning Boudewijstichting, Bruxelles, p. 5-28.
- De Corte M., 1982 - Study of the influence of slope orientation (E-W) and slope gradient on soils developed in Weichsel loess (Forest of Zonië, Central Belgium). Thèse de Master, non publiée, Univ. de Gand, 121 p.
- David J., 1984 - Spade cultivation in Flanders. *Tillage & Tools*, 5-1, Copenhagen, p. 3-12.
- Delvaux J., 1964 - A propos de l'éclaircie des hêtraies en forêt de Soignes. Station de recherches des Eaux et Forêts. Travaux - v série B, n° 30, 70 p.
- Dubois J.J., 1989 - Espaces et milieux forestiers dans le nord de la France. Etude de biogéographie historique. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Paris I, 1023 p.
- Dudal R., 1999 - Déjà au temps des Ménapiens. *Pédologie-Info*, 20, 5.
- FAO, 1998 - World Reference Base for Soil Resources, World Soil Resources Reports 84, Rome, 88 p.
- Ferraris & Cogeur, 1768 - Carte topographique de la forêt de Soignes et de ses environs. (échelle environ 1/11520<sup>e</sup>).
- Gobat J.M., Aragno M. & Matthey W., 1998 - Le sol vivant. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 519 p.
- Haesaerts P., 1984 - Aspects de l'évolution du paysage et de l'environnement en Belgique au Quaternaire. In Cahen D. et Haesaerts P., Ed., *Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*. Bruxelles, p. 27-39.
- Heim J., 1985 - Recherches sur l'environnement paléobotanique du village rubané de Darion par l'étude des pollens et des restes de diaspores (graines). *Bull. de la Soc. Royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 96, p. 31-48.
- Henin S., Féodoroff A., Gras R. & Monnier G., 1960 - Le profil cultural, principes de physique des sols., Soc. d'Éditions des Ingénieurs Agricoles, Paris, 320 p.
- Jadin I., 1999 - Trois petits tours et puis s'en vont... La fin de la présence danubienne en Moyenne Belgique. Thèse de Doctorat, Univ. de Liège.
- Langohr R., 1983 - La forêt de Soignes, témoin unique des traces de l'homme. In: Conseil de Trois Fontaines, Ed., *Traces de l'Homme en Soignes*, Vol. 2, Bruxelles, p. 9-14.
- Langohr R., 1986 - La pédologie et l'évolution des terres dans la région limonoise de Belgique. *Hommes et Terres du Nord* 2-3, p. 94-97.
- Langohr R., 1990 - The dominant soil types of the Belgian loess belt in the early Neolithic. In: Cahen D. & Otte M., Ed., *Rubané et Cardial*. ERAUL 39, Liège, p. 117-124.
- Langohr R., 1993 - Types of windthrow, their impact on the environment and their importance for the understanding of archaeological excavation data. *Helinium*, 33/1, p. 36-49.
- Langohr R. & Cuykens G., 1986a - La forêt de Soignes – un cas unique pour les sciences géologiques. In: *La forêt de Soignes, massacre ou survie?* Conseil de Trois Fontaines, Bruxelles, p. 160-173.
- Langohr R. & Cuykens G., 1986b - Une forêt aux pieds de « limon »; sol et relief en forêt de Soignes: témoins uniques. *Réserves Naturelles*, 3, Bruxelles, p. 51-58.
- Langohr R. & Fechner K., 1993 - The digging and filling of Iron Age monument ditches in the sandy area of north-west Belgium: the pedological and palaeo-environmental approach. *Lunula, Archaeologica Protohistorica*, 1, p. 45-50.
- Langohr R. & Sanders J., 1984 - (Ed.) Nouvelles données pédologiques concernant le forêt de Soignes. Journée à thème de la Société belge de Pédologie, Bruxelles, 69 p.
- Langohr R. & Sanders J., 1985a - The Belgian Loess belt in the Last 20.000 Years: Evolution of Soils in the Zonië Forest. In: Boardman Ed., *Soils and Quaternary Landscape Evolution*, John Wiley & Sons, p. 359-371.
- Langohr R. & Sanders J., 1985b - Etude pédologique du site de Darion: données préliminaires. *Bull. Soc. Royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 98, p. 17-30.
- Lindemans P., 1952 - Gescheidenis van de landbouw in België, Vol. 1., De Sikkel, Anvers, 472 p.
- Maes A., 1983 - Pâturages en Soignes. In: Conseil de Trois Fontaines, Ed., *Traces de l'homme en Soignes*, Vol. 2, Bruxelles, p. 40-43.
- Marechal R. & Tavernier R., 1971 - Pédologie et associations des sols. Comité national de Géographie, Atlas de Belgique, feuille 11B.
- Marechal R. & Tavernier R., 1974 - Commentaire avec les feuilles 11A, Pédologie, Extraits de la Carte des Sols et 11B, Pédologie et Associations des Sols. Comité National de Géographie, Atlas de Belgique.
- Maziers M., 1987 - Histoire générale de la forêt de Soignes. In: De Mulder K. Ed., *La forêt de Soignes, Art et Histoire des origines au XVIII<sup>e</sup> siècle*. Royale Belge, Bruxelles, p. 1-7.
- Mikkelsen J. & Langohr R., 1996 - A pedological characterisation of the Aubechies soil, a well preserved soil sequence dated to the earliest

- Neolithic agriculture in Belgium. *In*: Proc. XIII Int. Congress Prehistoric and Protohistoric Sciences, Vol. 3: Palaeoecology, Forly, p. 143-149.
- Pajares G.T., 1980 - Soil morphology of a north-south catena developed in Weichsel loess and situated in the forest of Soignes – Belgium. Thèse de Master, non publiée, Université de Gand, 123 p.
- Pape J.C., 1972 - Oude landbouwgronden in Nederland. *Boor en Spade XVII*, p. 85-114
- Pieters M., 1986 - Ontwikkeling en toepassingen van bodemprospectietechnieken voor archeologische sites van de Belgische zand- en leemstreek. Thèse de Master non publiée, Université de Gand, 138 p.
- Smolar-Meynart A., 1991 - La justice ducale du Plat Pays, des forêts et des chasses en Brabant (XIIe – XVIe siècle). *Annales de la Société royale d'Archéologie de Bruxelles*, T. 60, 624 p.
- Snacken F., 1971 - Les champs bombés du Pays de Waes. Université de Liège, Ed., *L'habitat et les paysages ruraux d'Europe*, Les Congrès et Colloques de l'Université de Liège, 58, p. 399-407.
- Soil Survey Staff, 1951 - Soil Survey Manual. U.S. Dep. Agr. Handb. 18. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- Soil Survey Staff, 1975 - Soil Taxonomy, a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. U.S. Dep. Agr. Handb. 436, U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C., 754 p.
- Soil Survey Staff, 1998 - Keys to Soil Taxonomy, Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, 325 p.
- Spek T., 1992 - The age of the Plaggensoils. *In*: Verhoeven A. & Vervloet J.A.J., Ed., *The transformation of the European Rural Landscape: Methodological issues and agrarian change 1770-1914*. Bruxelles, p. 72-91.
- Tavernier R., 1964 - La genèse des sols de la Belgique. *In*: Soils of Southeastern Europe, Int. Symp. Soil Sci., Sofia, p. 79-93.
- Van Hove R., 1997 - De « klassieke » bolle akkers van het Waasland in archeologisch perspectief. *Annalen van de Koninklijke Oudheidkundige Kring van het Land van Waas*, 100, p. 283-328.
- Van Ranst E., 1981 - Vorming en eigenschappen van lemige bosgronden in Midden- en Hoog België. Thèse de doctorat, Univ. de Gand, 561 p.
- Van Ranst E., De Coninck F., Tavernier R. & Langohr R., 1982 - Mineralogy in silty to loamy soils in Central and High Belgium in respect to autochthonous and allochthonous materials. *Bull. Soc. Belge Géologie*, 91-I, p. 27-44.
- Van Werden J., 1659 - *Sylva Sonia Vulgo Soniënbosch*. Eau forte. Bruxelles.

