



Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège

GISER

Mesurer l'érosion grâce aux sondages pédologiques

La carte des sols du bassin versant de Chastre date de 1956 (voir GISER_Rapport2015_Bassin_versant_experimental). La démarche présentée ici vise à quantifier les pertes en terres et les dépôts de sédiment dans ce bassin versant expérimental au travers d'un nouveau levé pédologique. La comparaison diachronique des cartographies pédologiques à près de 60 ans d'intervalle dans un contexte d'agriculture intensive est une source potentielle d'information pour la calibration de modélisation spatiale de l'évolution du paysage.

Convention GISER, UCL-Elle et ULg-Gx ABT, financée par le SWP-DGO3-DDR.

Rapport « stand alone » mars 2015.

Résumé non technique disponible sur www.giser.be.

Contexte

Dès 1947, une campagne de sondages des sols belges a débuté, les observations de terrain étant faite tous les 75m avec une tarière d'une profondeur standard de 1 m 20.

Les unités cartographiques de sol étaient délimitées sur base des résultats des sondages et des courbes de niveau au 1:5,000. Elles ont ensuite été généralisées au 1:10,000 et enfin publiées au 1:20,000. Ensuite, la partie wallonne de cette carte a été digitalisée pour produire la carte numérique des sols de Wallonne (PCNSW, 2004).

L'érosion, en enlevant des particules de terre, tronque les profils pédologiques en réduisant l'épaisseur de certains horizons, voire en les supprimant. Les particules de terre déposées en aval vont augmenter la profondeur des colluvions des sols de dépressions.

Une comparaison entre le sigle pédologique observé lors d'une campagne d'observations pédologiques actualisées à la tarière et le sigle de la carte des sols établie en 1956 est une méthode d'observation indirecte de l'érosion ou du dépôt de colluvions.

1 Chronique historique

Avant d'étudier l'évolution de la carte des sols sur cette zone, il convient de savoir quel en a été l'occupation dans le passé. Pour étudier l'évolution du paysage, un historique de différents documents de l'époque a été réalisé (Figure 1). On constate un agrandissement de la taille des parcelles jusque dans les années 80 et la situation actuelle montre un retour en arrière niveau découpage parcellaire. On constate aussi la prise en compte des écoulements et la gestion cynégétique.

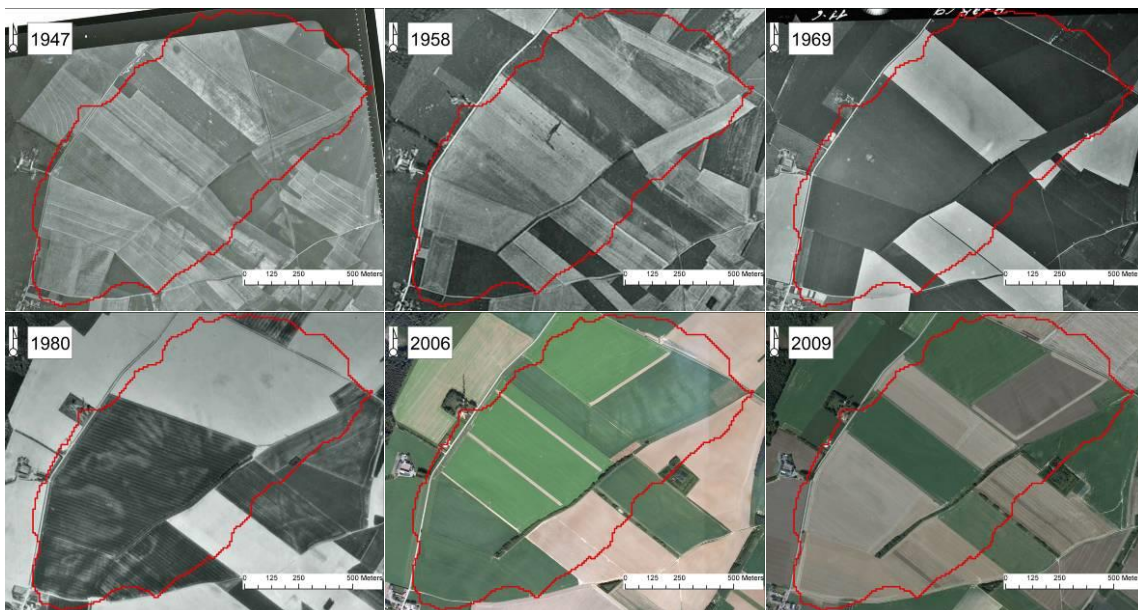


Figure 1. IGN photos aériennes de 1947 à 2009

Outre les images, le texte explicatif de la planchette de la carte des sols renseigne sur le fait que la déforestation y a eu lieu entre le 13 et le 14^e siècle.

2 Apport de la carte des sols à propos de l'érosion

Le développement de profil des sols limoneux est celui du sol brun lessivé qui montre un horizon A lessivé et un horizon illuvial B d'accumulation d'argile (B textural). Sur les pentes et plateaux ondulés, l'horizon éluvial (E) léger a été érodé et la terre enlevée s'est déposée dans les dépressions et fonds de vallées en aval en formant des colluvions ou des alluvions.

Certains symboles cartographiques de la carte des sols de Belgique donnent des informations sur l'érosion et le dépôt. La Figure 2 illustre les unités de la carte des sols représentatives de la région limoneuse. Certains suffixes (en gras sur la figure), informent de la persistance d'un horizon E (plus ou moins tronqué), de la profondeur du loess, le plus souvent décarbonaté (AbB1, AbB2, AbB3) et de l'épaisseur des colluvions (Abp(c), Abp1, Abp0). Or, ces distinctions sont toujours présentes sur les levés (Figure 3), même si certaines ont été éliminées lors du passage des levés à la planchette éditée.

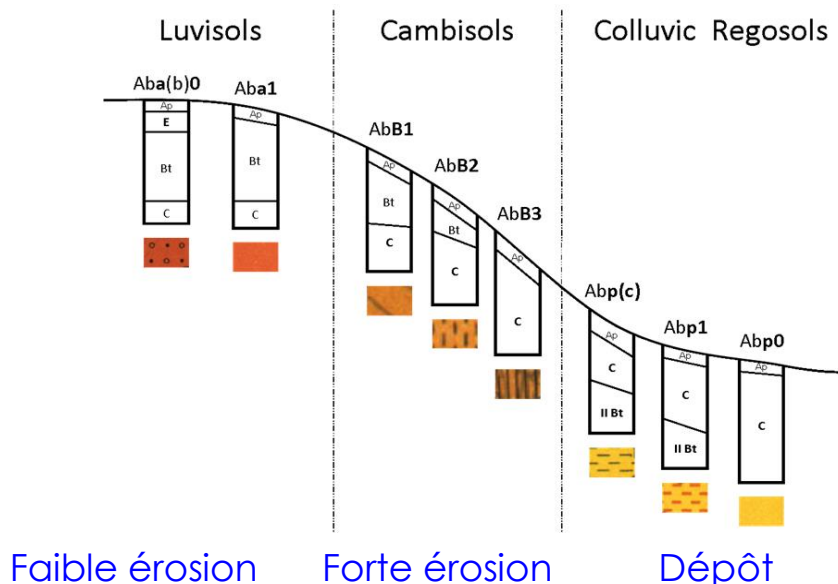


Figure 2. Unités de sol typique de la région limoneuse, en relation avec leur position le long de la pente (Bock et al, 2011)

Ainsi, les levés¹ (carte papier) et la planchette éditée (couche cartographique) peuvent être utilisés en parallèle :

- certaines inclusions et autres plages de trop petite importance ont été retirées lors du passage au 10.000e mais sont aussi encore identifiables sur les levés de l'époque.
- les sondages n'étant effectués que tous les 75m, les limites de certaines plages ont pu être dessinées sans avoir été observées et si au moment du tracé, rien au niveau du relief ne fournissait un indice pour mettre la limite entre 2 plages, elles étaient placées arbitrairement à égale distance des 2 points voisins. Ainsi, même si on ne possède plus les

¹ Le cahier de description des sondages systématiques ne pourra être utilisé quant à lui car il n'est plus présent dans les archives.

informations sur chacun des levés, leur position peut déjà permettre d'indiquer si certaines plages de la carte actuelle ont été ajustées sur base des courbes de niveau ou du fait qu'un sondage avait été réalisé à cet endroit.

La superposition des levés et de la planchette éditée (Figure 3) prouve toutefois qu'il faut garder à l'esprit les différentes sources d'imprécision de la position des limites de plage :

- le passage d'un plan à une carte (donc pourvu d'un système de référence particulier) crée une source d'imprécision ;
- la transcription des levés a été réalisée sur les plan IGN d'avant 56 et le géoréférencement a été fait via l'IGN numérisé actuel ;
- le passage des levés au 5000e à la planchette éditée au 10.000e a pu provoquer un ajustement des plages aux courbes de niveau et le changement de système de projection (passage du Bonn au Lambert) crée une erreur moyenne de 20m (Lejeune, 1995) ;
- la projection Lambert est une projection conforme (la forme est donc conservée mais pas les distances) ;
- les dépôts peuvent, par exemple, provoquer des extensions des plages Abp ou créer une épaisseur plus importante de colluvions, informations sur laquelle nous n'avons pas la donnée de l'époque.

A titre d'exemple, cette superposition des levés et de la planchette éditée (Figure 3) montre que :

- la plage en milieu de bassin (en « V » sur les levés) a été simplifiée surement car il n'avait pas été observé de vallon pouvant y correspondre sur l'IGN ;
- l'Abp(c) longeant la zone de colluvion de l'axe d'écoulement principal du centre du bassin a été supprimé surement car le passage à l'Abp0 se fait sur 5-10m et donc cette plage a été jugée trop arbitraire (elles ont malgré tout été conservée sur les vallons).

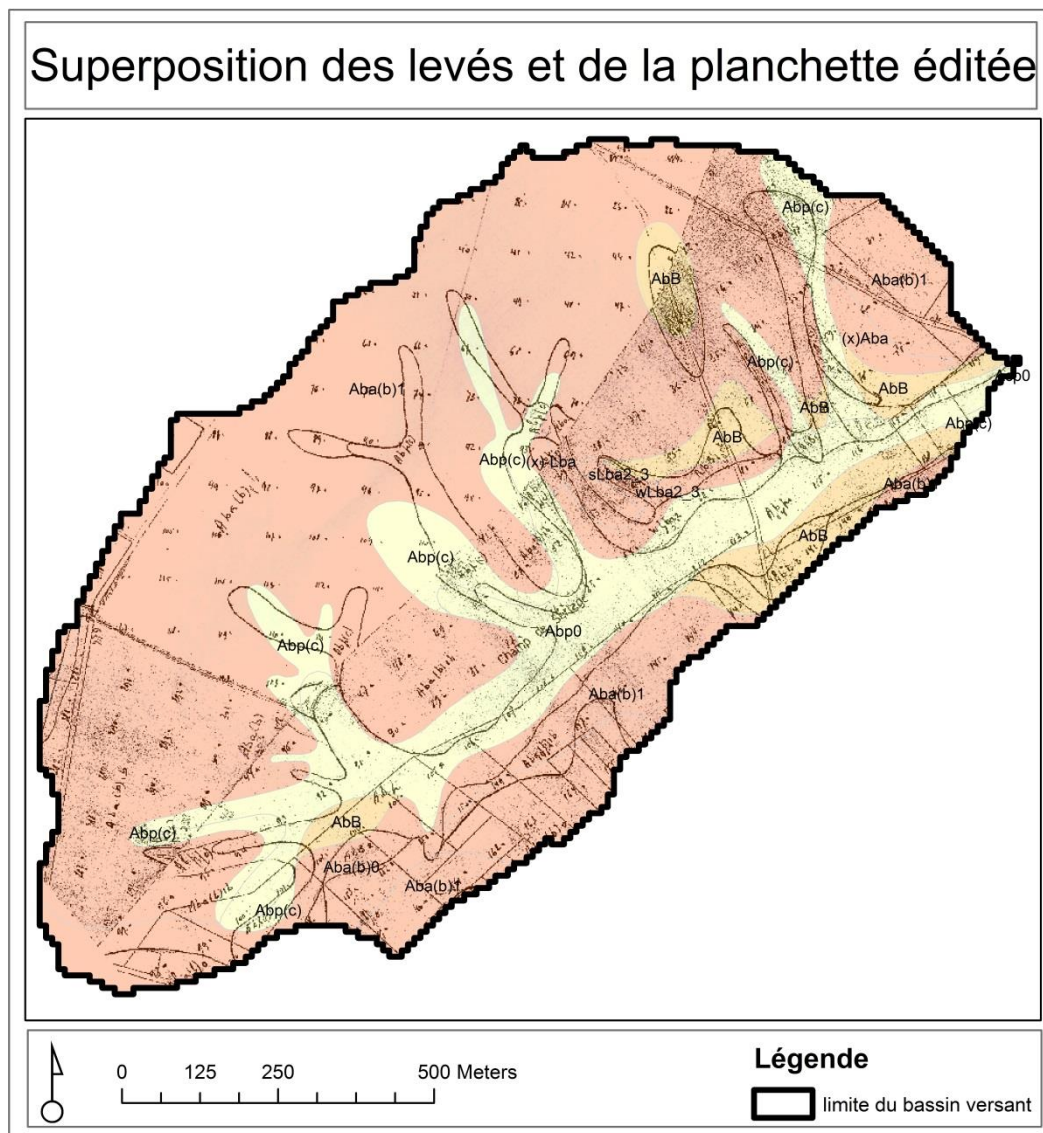


Figure 3. Superposition des levés et la planchette éditée

Campagne de sondages

La campagne de sondages pédologiques a été réalisée avec la précieuse collaboration de l'équipe du PCNSW. Elle a commencé en juin 2014, la description des sondages étant plus aisée lors des périodes d'assèchement/réhumidification du sol (contraste en termes de couleur et de résistance à la pénétration de l'horizon C restant plus sec).

Seules les parcelles amont du bassin en culture de printemps ont pu être caractérisées à ce jour en raison des contraintes liées à l'exploitation du bassin versant.

Les premières visites de mai lors desquelles une quarantaine de sondages ont été décrits, ont permis de réaliser un plan d'échantillonnage en fonction du relief et en prenant en considération les limites de la carte des sols existante. Les sondages ont donc été effectués par zone en fonction des cultures et de manière « systématique plus raisonnée ». En effet, les sondages à la tarière sont réalisés de manière systématique, à raison de 4 points par hectare (un tous les 50 mètres) mais avec un maillage parfois plus large ou parfois moins large en

fonction des observations précédentes. Au total, 236 points ont été réalisés sur cette partie amont du bassin (Figure 4).

Des échantillons ont d'autre part été prélevés afin de réaliser des granulométries en laboratoire. L'objectif était de commencer la campagne avec un critère validé pour la bonne interprétation des choses.

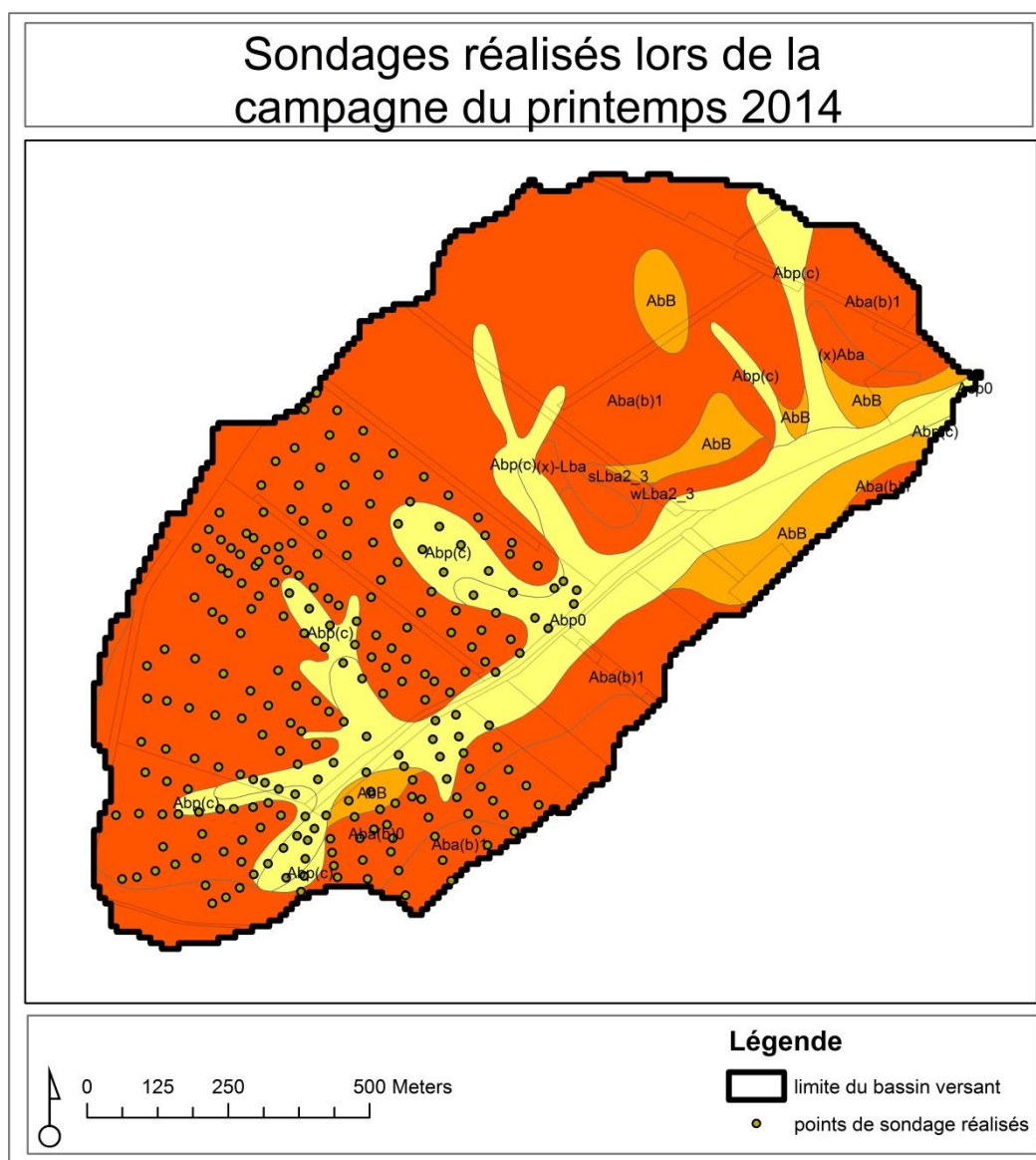


Figure 4. Sondages réalisés sur la partie amont du bassin

Résultats

Vu les imprécisions de la localisation des limites de plages pédologiques pouvant aller jusqu'à 20 m (décrites plus haut), il y a lieu de plutôt raisonner en recouvrement surfacique des plages de sigles (statistique sur un ensemble de points) plutôt qu'en sondages ponctuels. Ces chiffres sont présentés à la Figure 5.

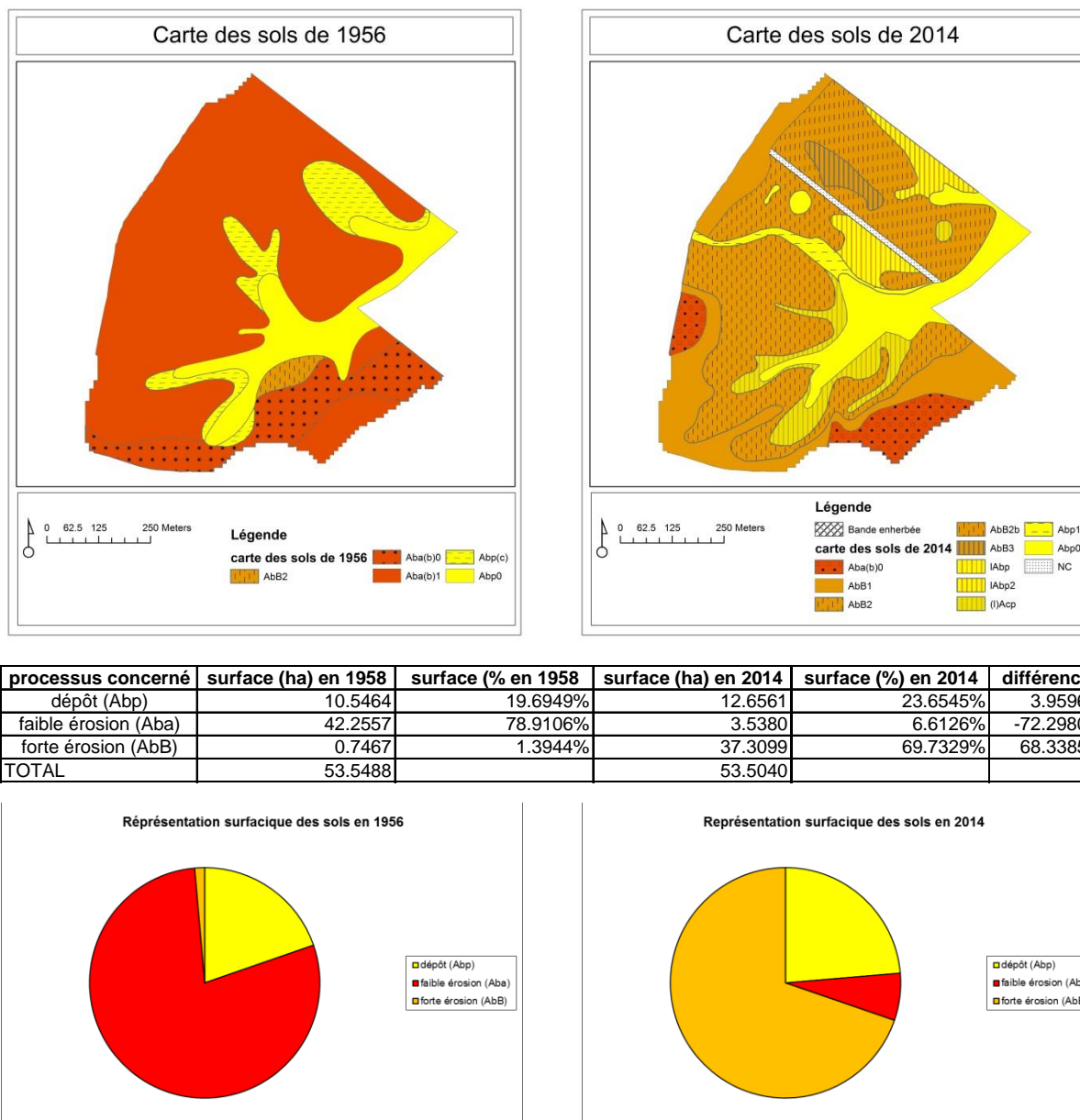


Figure 5. Comparaison des cartes des sols de 1956 et de 2014

Par cette analyse (Figure 5), on constate aisément que l'immense majorité du bassin versant passe de sols soumis à une faible érosion (Aba) à des sols soumis à une forte érosion (AbB). Ce changement de sigle indique une diminution de l'épaisseur de l'horizon Bt. Cet horizon ayant été tronqué au fil des ans sous l'action de l'érosion, l'horizon sous-jacent, un horizon BC/C, apparaît maintenant à une profondeur moindre. Une analyse de sensibilité du positionnement de la carte originelle (translations allant jusqu'à 10m) a été effectuée mais l'analyse montre les mêmes gammes de pourcentage de modification.

1 Devenir des Aba de l'époque

Au niveau de ces points présentant de l'érosion, les sommets du bassin voient leur horizon C (loess décarbonaté) apparaître entre 80 et 120 cm (AbB1) alors qu'avant l'horizon C se trouvait toujours à une profondeur supérieure à 120 cm et donc non visible à la tarière.

Mais le schéma principal est le passage du sigle Aba1 sur la carte des sols de 1956 au sigle AbB2 (C entre 40 et 80cm, orange piqueté sur la carte), par conséquent, une quarantaine de cm de sol ont été décapés sur les versants du bassin au minimum. Une zone à l'aval de la bande enherbée (bande hachurée sur la carte) est même classée en AbB3. La hauteur perdue serait donc ici de plus de 80cm minimum.

Une zone d'Aba reste préservée sur le versant exposé nord du bassin. Une plus grande exposition à la pluie pourrait contribuer à expliquer le plus grand développement du Bt.

2 Devenir des AbB de l'époque

La zone la plus à risque à l'époque est en partie restée de même sigle et en partie, devenue une zone de dépôts avec comme caractéristique après les 80 à 120cm de dépôt, l'apparition immédiate du C. Cette zone avait donc dû être érodée historiquement et est maintenant passée à une autre phase d'accumulation des sédiments, ce qui est un élément majeur pour la modélisation de la modification dans le temps du relief.

3 Devenir des Abp de l'époque

3.1 Les Abp0 de l'époque

Pour les zones de dépôt, on constate que globalement la zone de colluvions Abp0 (colluvions sur toute la profondeur du profil) reste sensiblement au même endroit.

3.2 Les Abp(c) de l'époque

3.2.1 Amont du bassin

Concernant leurs bordures d'Abp(c) de l'époque, sur la partie amont du bassin, les Abp(c) - et même une partie des Abp0 en descendant vers le thalweg - sont devenus des (I)Acp. D'une part par rapport aux Abp(c) ce n'est plus le Bt qui apparaît après les colluvions mais le C et il apparaît sous une zone de dépôt plus importante; et par rapport aux Abp0 il semble donc y avoir eu une légère érosion. Une hypothèse serait que l'horizon de colluvions est en train d'être décapé. Mais d'autre part pour les deux anciens types de sol, le drainage est passé de favorable à modéré (voir Figure 6).

3.2.2 Zone centrale du bassin cartographié

La zone d'Abp(c) du milieu du bassin devient Abp1, suggérant un dépôt de 1 à 40cm. Cette zone d'Abp1 se prolonge vers les sommets du bassin. Ce passage du sigle Aba1 sur la carte des sols au sigle Abp1 observé par sondage montre l'apparition d'un horizon d'accumulation de colluvions d'épaisseur comprise entre 80 et 120 cm. L'horizon Bt est donc enfoui sous cette couche de colluvions, qui est constituée des particules de terres érodées des surfaces situées en amont. Ce passage laisse sous-entendre de 80cm à 120cm de dépôt à cet endroit. Ces sols

sont moins bons d'un point de vue agronomique que les Aba, pourvus d'un Bt sous-jacent pour retenir l'eau. De plus, cette zone de colluvion semble aussi s'étendre dans le centre du bassin vers la bande enherbée. Il s'agit là d'une zone où le C est apparu directement après 80cm de dépôt. Elle a dû être successivement érodée pour passer d'Aba à AbB et ensuite apparaître encaissée pour subir ce dépôt.

3.2.3 Aval du bassin cartographié

Enfin, pour la zone la plus en aval, une partie des Abp(c) s'est transformée en lAbp2 renseignant à nouveau que ce n'est pas le Bt qui apparaît ensuite mais directement du C. Les colluvions semblent avoir été décapées dans cette partie du bassin et recouvert de 40cm à 80cm de dépôt.

Ces profils érodés colluviaux semblent donc présenter deux types de succession de phases : leurs profils ont d'abord été tronqués sous l'action de l'érosion hydrique, puis, le relief s'étant creusé, les colluvions s'y sont déposées, créant un horizon d'accumulation. Au fil du temps et sous l'action de l'érosion, la couche initiale de colluvions aurait été tronquée, la profondeur d'apparition du Bt a diminué, et finalement l'horizon d'accumulation de colluvions a disparu. L'érosion s'est poursuivie et a érodé suffisamment l'horizon Bt pour que, maintenant, l'horizon BC/C sous-jacent soit visible (donc situé à une profondeur inférieure à 120 cm). L'érosion a ensuite été remplacée par un phénomène d'accumulation de colluvions. Cela signifie que l'on assiste sur des temps relativement courts, à des redistributions de terres relativement importantes au sein du BV, et par conséquent à des modifications significatives du relief. Cela souligne la nécessité d'utiliser, pour la modélisation, des modèles qui prennent en compte ces modifications de relief. Cette succession de phase est présentée à la Figure 6.

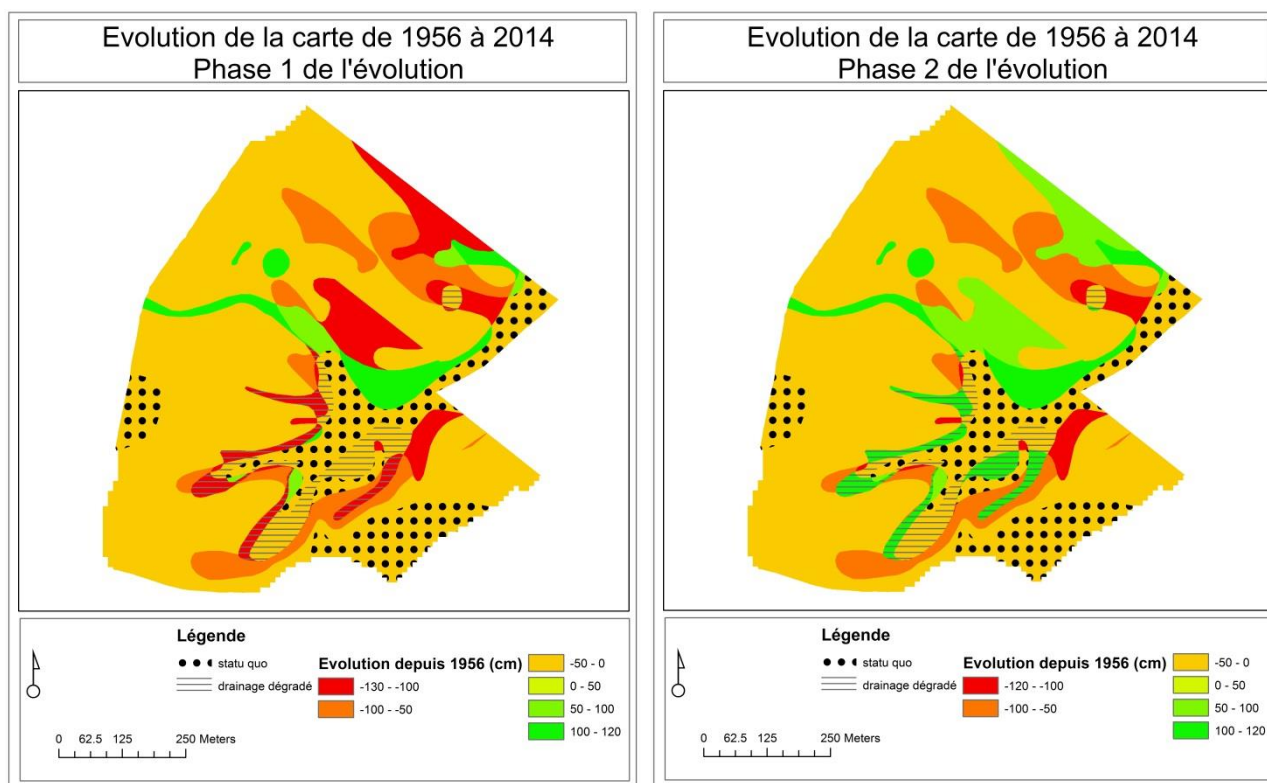


Figure 6. Evolution du paysage depuis 1956

4 Estimation des taux

Une première estimation des taux d'érosion peut être réalisée, limitée à la zone explorée. Les valeurs minimales d'érosion ont été envisagées et celles de dépôt maximum ont été prises en compte pour le calcul de l'exportation en sédiments hors du bassin. Sur la superficie de 56 ha du bassin, considérant une densité de sol de 1.3g/cm^3 , on observerait une érosion minimale de 46t/ha.an . Cette valeur de densité de 1.3g/cm^3 a été choisie sur base de l'étude de sols cultivés de la ceinture limoneuse belge de Kader et al. (2010) qui a mesuré cette valeur minimale dans deux sols de Court-Saint-Etienne. Il s'agit donc également d'une densité minimale.

Ces chiffres équivaldraient à une perte d'une couche de 20cm de sol sur toute la surface du bassin (56ha) en 58ans. Outre le fait qu'il s'agit des valeurs minimales, il faut ajouter à cela que les descriptions de sondages fonctionnant par seuil de 0 à 40 cm, on peut parfois avoir conclu en une non détection d'érosion, ce qui ne signifie pas qu'elle était inexistante en réalité.

Il faut aussi noter qu'environ 200.000tonnes ont été érodées pour 100.000tonnes redéposées sur le bassin en 58 ans rappelant que le taux d'érosion mentionné ci-dessous ne prend pas en compte les sols qui ont été mobilisés et qui n'ont donc dès lors plus la même stabilité structurale.

5 Conclusion

En conclusion, bien qu'encore incomplète, il apparaît clairement que la nouvelle cartographie des sols apporte des éléments très concrets de localisation des phénomènes d'érosion et de dépôt. Si les quantifications exactes sont impossibles, le fait de disposer d'observations différées de 50 années dans le temps permet d'illustrer assez clairement les tendances point par point dans le bassin versant et ouvre les portes d'une modélisation de paysage permettant de prévoir l'évolution future du relief.

Cette tâche doit être finalisée dans les prochains mois afin d'alimenter ce processus de modélisation. Elle fera également l'objet d'une publication scientifique en collaboration avec l'équipe du PCNSW.

Bibliographie

Bock, L. et al., 2011, Révision de la carte numérique des sols de Wallonie. Rapport final de convention. Unité Sol-Ecologie-Territoire (Laboratoire de Géopédologie), Gembloux Agro Bio-Tech. Gembloux.

Kader, M. A., Sleutel, S., Begum, S.A., D'Haene, K., Jegajeevagan, K., De Neve, S., 2010. Soil organic matter fractionation as a tool for predicting nitrogen mineralization in silty arable soils. *Soil Use and Management* 26, 494–507.

Lejeune, P., 1995. Carte des sols de Belgique et SIG : un traitement préalable visant à la concordance géométrique. Bull. Rech. Agron. Gembloux, 30(4), 339-351.

PCNSW, Mise en oeuvre du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW). Rapport final de convention DGA-FUSAGx. Unité Sol-Ecologie-Territoire (Laboratoire de

Géopédologie) et Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Gembloux, 2004.

Contact :

Cellule GISER

c/o SPW-DGO3-DDR

Av. Prince de Liège 7

5100 Jambes

081 336 471

Nathalie.pineux@ulg.ac.be

aurore.degre@ulg.ac.be