

Ferruginisations en Lorraine belge et leur utilisation en Géomorphologie ⁽¹⁾

par A. HUFTY

(6 figures et 2 photos dans le texte)

Résumé. — *L'auteur étudie des restes de ferruginisations, c'est-à-dire de croûtes ferrugineuses, d'origine pédologique, qui semblent avoir fossilisé d'anciennes surfaces d'érosion en Lorraine belge.*

La connaissance des conditions de formations du phénomène, tant topographiques que climatiques, basée en partie sur la comparaison avec des concrétionnements analogues observés ailleurs, a permis :

D'abord de reconstituer une ancienne surface d'érosion formée vers 400 m dans la région d'Arlon et de raccorder avec vraisemblance les sommets de cette même région, 420 à 430 m, à la surface oligo-miocène développée dans le Bassin de Paris.

Ensuite de préciser les conditions climatiques assez chaudes qui ont régné périodiquement à la fin du Tertiaire et peut-être au début du Quaternaire.

Au cours d'une étude sur la morphologie de la Lorraine belge, nous avons fréquemment rencontré un phénomène pédologique qui, en plus de son intérêt propre, nous a fourni d'importants renseignements sur le problème qui nous préoccupait.

Il existe dans certains horizons sableux des ferruginisations c'est-à-dire des cimentations locales dues à un apport de sels de fer sous forme d'hématite ou de limonite ; elles se présentent en croûtes ou ensemble de croûtes subhorizontales très cohérentes, développées à faible profondeur.

⁽¹⁾ Nous remercions vivement M. le Professeur MACAR qui a eu la bienveillance de lire ce texte et de nous faire bénéficier de ses judicieuses remarques.

Ces croûtes sont fossiles ; elles sont en effet toujours recoupées par le recul des versants (cf. fig. 3) et de plus elles n'existent pas sur les surfaces récentes (1).

Si l'on arrive à connaître dans quelles conditions topographiques elles étaient placées, et le climat sous lequel elles se sont formées, on peut, par conséquent, aborder l'étude du relief d'une région sous un angle particulier certes, mais qui complète utilement, voire même peut remplacer les moyens d'étude traditionnels. Ce procédé est particulièrement utile dans le cas d'un relief très disséqué, comme celui de la Lorraine belge, où la faible résistance des roches à l'érosion a raréfié les vestiges des anciens aplanissements, ne laissant subsister que des buttes souvent très attaquées.

Mais, dès l'abord, on se heurte à de nombreuses difficultés. Elles tiennent en premier lieu aux conditions d'observation du phénomène : si l'on rencontre partout des débris ferrugineux, les croûtes *in situ* sont très rares.

Elles tiennent ensuite au manque d'observations de cas semblables. Il faudrait pouvoir faire la comparaison avec des phénomènes analogues observés en Europe, voire même en Afrique ; mais la littérature pédologique est discrète sur ce sujet peu connu (2).

Enfin des bancs ferrugineux existant au contact géologique argile d'Ethé — sable du Virtonien, et évidemment les nombreux débris issus de ces bancs (fig. 1) viennent gêner les observations. Cette dernière ferruginisation est due soit à une concentration plus forte en sels de fer lors du dépôt lui-même, soit à une percolation de sels à forte profondeur (3), de toute façon pas à une origine pédologique proche de la surface du sol.

Il nous a donc fallu repérer soigneusement le contact en question par des coupes géologiques (fig. 1) ou par un examen approfondi des échantillons qui se présentent sous forme de minces plaquettes enchevêtrées de grès ferrugineux à grain fin.

(1) Des pédologues que nous avons consultés à ce sujet et que nous devons remercier pour leur amabilité, MM. les Professeurs MANIL et SCHEYS, nous ont confirmé que des croûtes aussi importantes que celles que nous avons observées ne se rencontrent jamais sous notre climat actuel.

(2) M. le Professeur SCHEYS de Louvain nous a montré un phénomène assez semblable au nôtre dans le Hageland. Il serait intéressant de l'étudier dans d'autres régions de Belgique pour pouvoir faire une synthèse.

(3) Un sondage près de la route Arlon-Virton, à la ferme du bois d'Arlon, montre que des ferruginisations existent encore à une profondeur assez grande.

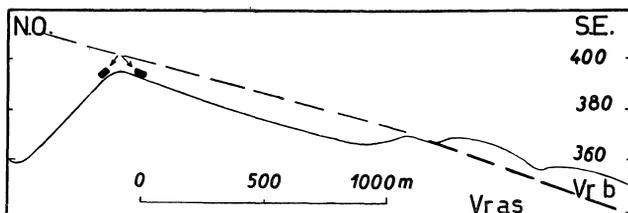


FIG. 1. — Ferruginisation « structurale ».

Au contact Vrb-Vras existent des concrétions ferrugineuses représentées par un trait interrompu ; les rectangles noirs indiquent des blocs ferrugineux descendus sur place à partir du contact géologique.

N. B. — Remarquer leur rôle de protection, et la pente structurale tournée vers le SE.

Néanmoins nous croyons être arrivé à un certain résultat en nous basant sur nos propres observations.

Quelques ferruginisations observées

1. Paroi est de la carrière du bois de Vance (fig. 2) — ferrugineuse à l'extrême ouest — ouverte dans les sables de Stockem.

Nous pouvons y voir de haut en bas :

- 80 cm de limon sableux avec cailloutis ferrugineux ;
- 20 cm de sable argileux brunâtre ;
- 20 cm de concrétions ;

plus de 2 m de sable diversement colorés.

A l'endroit où il est le plus net, le banc ferrugineux se présente sous la forme de lits superposés de plaquettes très dures épaisses de quelques centimètres. Il a une pente mesurable de 4 % vers le sud.

Ce banc est observable sur quelques mètres de distance. Au nord et au sud, il se prolonge sur 20 cm d'épaisseur par des sables noircis qui ont une cohérence irrégulière qui diminue à mesure que l'on s'éloigne du banc bien formé.

Quelques liserés ferrugineux résistants (1 cm et moins) se présentent ailleurs sur la paroi ; ils sont extrêmement irréguliers et, parfois, en relation avec des fentes.

La ferruginisation s'est développée ici vers 350 m en contre-bas d'un replat à 359 m.

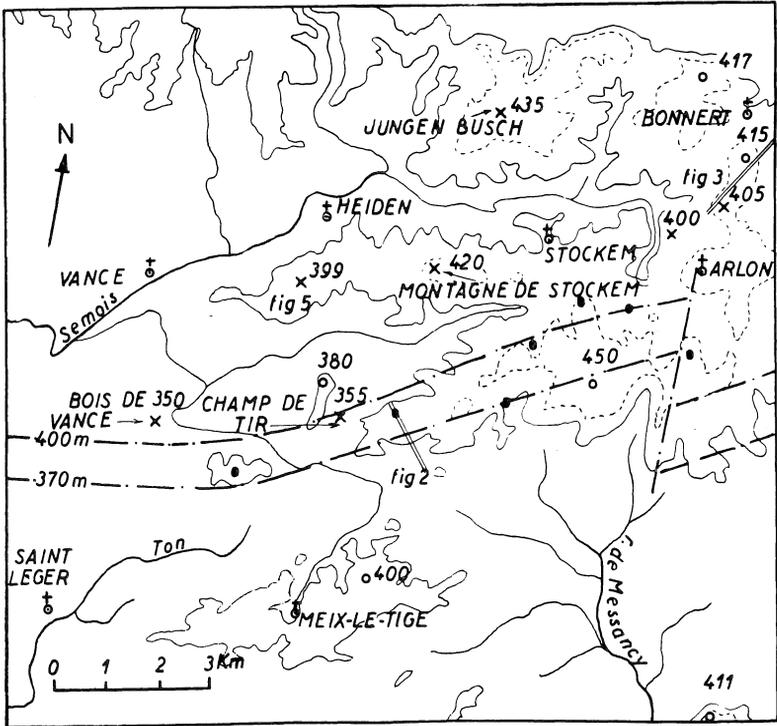


FIG. 2. — Localisation des ferruginisations.

Croix : ferruginisation en place ;

Cercle : grès ferrugineux épars ;

Point noir : ferruginisation au contact argiles d'Ethe (V2b) — Sables virtoniens (Vras).

Les traits d'axe indiquent l'altitude du contact géologique Vrb-Vras, le trait continu la courbe de niveau de 370 m, le trait interrompu la courbe de niveau de 400 m.

2. Fond très plat de la dépression du champ de tir de Lagland (cf. fig. 2, à l'est de la précédente). Une coupe sur un bon mètre nous a donné :

a) Sol : Au sommet terre noirâtre marécageuse.

Plus bas : podzol : sables blancs limités à la base par un enduit noir, dessinant sur une dizaine de centimètres des guirlandes très irrégulières.

b) Roche : D'abord des sables ocre-jaune parfois rougeâtres au sommet, puis des concrétions ferrugineuses (profondeur mini-

mum de 80 cm à 1 m) très résistantes, en plaques de quelques millimètres à 2, 3 cm d'épaisseur, entassées sur plus de 20 cm et formant une croûte presque continue.

Remarque : le fer est très abondant sur les versants de la dépression mais le sol de la coupe ne contient pratiquement pas de cailloux ferrugineux.

3. Carrière à l'ouest du cimetière communal d'Arlon (voir fig. 3 et photo 2) qui montre une très belle ferruginisation à quelques mètres sous la surface du sol : à 405 m un banc continu

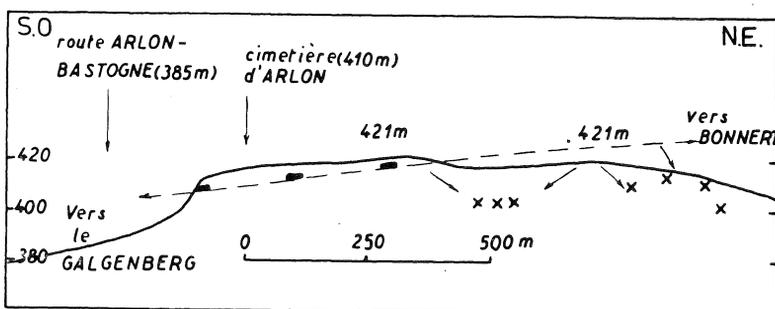


FIG. 3. — Ferruginisation du cimetière d'Arlon.

Le concrétionnement observé *in situ* est indiqué par des rectangles noirs ; son tracé probable par des traits interrompus. Les croix indiquent les blocs de grès ferrugineux épars provenant de la désagrégation du banc.

de grès ferrugineux très résistant, de teinte brun violacé s'est développé dans la masse des sables de Stockem ; il a une pente locale de 3 %, légèrement supérieure à la stratification.

M. MONTEYNE, dans sa thèse de doctorat, s'est intéressé à ce banc ; nous reproduisons ses notes :

« L'examen en coupe mince montre que le grès est constitué de quartz identique à ceux des couches encaissantes, cimentées par de l'hématite et de la limonite. D'autre part, on observe que les surfaces inférieures et supérieures du banc ne sont pas dans le détail parallèles à la stratification, mais ondulent légèrement autour d'elle : localement, on voit même passer un plan de stratification du grès au sable. Tout ceci indique que la formation n'est pas contemporaine à la stratification, mais qu'elle résulte

de la cimentation ferrugineuse d'un niveau de sable privilégié, postérieurement à son dépôt. Il s'agit manifestement d'un phénomène continental postliasique lié à des influences climatiques... »

Le banc ferrugineux se prolonge vers le nord gardant sa pente de 3 %. Il est notamment visible dans le cimetière lui-même, et plus au nord, dans une carrière, à 415 m, accolée à une ancienne maison militaire. Le banc existe donc sur plusieurs centaines de mètres de longueur enfoui à peu de profondeur sous une vaste surface plane légèrement inclinée dans le même sens (cf. fig. 3).

4. A 399 m dans un trou creusé pour installer un château d'eau sur une butte à 1 km au sud de Heiden, on peut y observer (fig. 4) :

- 1) Désagrégation de l'horizon ferrugineux.
- 2) Pierres ferrugineuses de toutes tailles, souvent rendues friables par l'altération, il s'agit de grès ferrugineux à grain fin, compact, passant parfois localement à du sable orange.

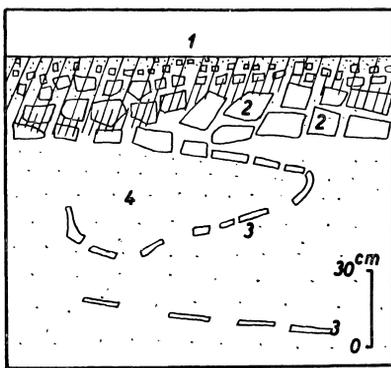


FIG. 4. — Ferruginisation développée au sommet d'une butte à 399 m au sud de Heiden.

Les numéros d'ordre renvoient au texte ; les hachures indiquent le podzol actuel.

- 3) Ferruginisation de grès tendre brun-noir, souvent en plaques minces (quelques mm) à surface tourmentée.
- 4) Sable jaune ocre.

Enfin, au sommet de la coupe Podzol récent.

On peut interpréter ce dépôt comme suit :

- a) Formation d'une ferruginisation.
- b) Période d'érosion notamment chimique.
- c) Formation récente d'un podzol.

5. Sur la montagne de Stockem, à 420 m, on trouve une épaisse croûte de fer, constituée sur une épaisseur d'un mètre de blocs de grès, tous semblables, de la grosseur d'une tête au moins, ne portant pas la moindre trace de transport (un autre exemple de croûte analogue est fourni par la photo 1).



PHOTO 1. — Blocs ferrugineux semblables à ceux de la « montagne de Stockem, au pied de l'église Saint-Donat à Arlon.

Conclusions des observations

1. Des ferruginisations se sont produites dans certaines « roches » essentiellement dans les sables décalcifiés et déminéralisés de Stockem ⁽¹⁾. Elles se développent différemment suivant

⁽¹⁾ Les concrétionnements sont presque limités à deux faciès décalcifiés et déminéralisés, ces deux phénomènes étant peut-être en relation directe avec la formation d'une croûte.

a) Les sables de Stockem, grès calcaires du Virtonien. On a pris longtemps ces sables pour des apports éoliens tant ils différaient du faciès habituel du Virtonien, mais les dernières études (MAUBEUGE et MONTEYNE), notamment basées sur la granulométrie, montrent qu'il s'agit simplement d'une variation de faciès très locale.

b) Les sables de Romponcel, grès calc, du Sinémurien, qui caractérisent le front de la cuesta qui domine la Semois près de Jamoigne.

la nature des roches qu'elles fossilisent. C'est ainsi qu'une ferruginisation formée dans un grès schisteux peut avoir un aspect lamellaire, dans un sable pur, un aspect compact...

2. Le phénomène se présente dans des conditions topographiques particulières : sommet de buttes (mais ici impossibilité de tirer une conclusion de cette position qui est due à une érosion postérieure au concrétionnement), ou sous des surfaces à faibles pentes (quelques % au maximum).

3. Ces durcissements impliquent une mise en solution des sels de fer qui ne peut se produire que dans des conditions climatiques assez particulières.

Nous pouvons maintenant préciser les conditions topographiques et climatiques nécessaires à la formation de ce phénomène de ferruginisation.

1. — Conditions topographiques.

Les observations de J. d'HOORE, effectuées au Congo belge (d'HOORE, J., 1954) nous donnent une idée du mode de formation de certains concrétionnements. Pour lui, une croûte peut se former par une accumulation « absolue » de sels dans un profil (c'est-à-dire un apport de sels venus d'ailleurs) et les caractéristiques du concrétionnement sont les suivantes : (p. 116 et 124).

a) cuirasses compactes et dures, parfois poreuses et, dans ce cas contenant de l'argile.

b) matériel de réception des sels souvent typique : gravier, cailloux roulés, sable... matériel très perméable facilement imprégné par les solutions ferrugineuses de — le plus souvent — fer et manganèse.

c) En dessous de surfaces planes, horizontales ou subhorizontales (pentes de 0 à 5 %, ne dépassant pas 15 %) ; les cuirasses peuvent souvent être mises en rapport avec une terrasse ou une autre surface d'érosion.

d) On passe brusquement de la zone indurée au matériel sousjacent.

Nous pouvons penser que les concrétionnements observés en Lorraine ont une origine semblable — compte tenu évidemment

des différences de dimensions des phénomènes — car ils sont formés de cuirasses dures renfermant parfois de l'argile; ces cuirasses sont constituées aux dépens d'un matériel typique, des sables décalcifiés, sous de faibles pentes. De plus, elles sont nettement distinctes du matériel sous-jacent (cf. photo 2).

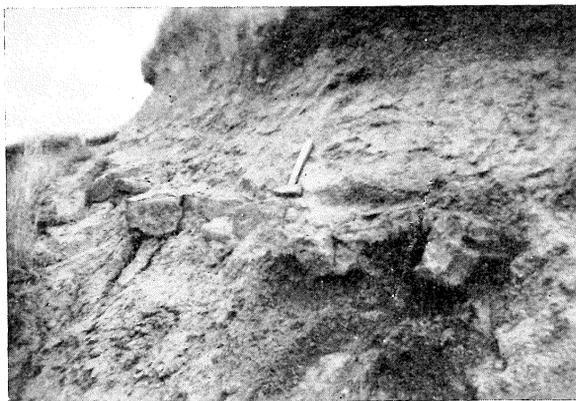


PHOTO 2. — Banc ferrugineux dans la carrière du cimetière d'Arlon.

Précisons même : certaines des cuirasses observées par J. d'HOORE, les cuirasses de nappe, sont dues à une migration de sels arrêtés par des roches imperméables ou la nappe phréatique;

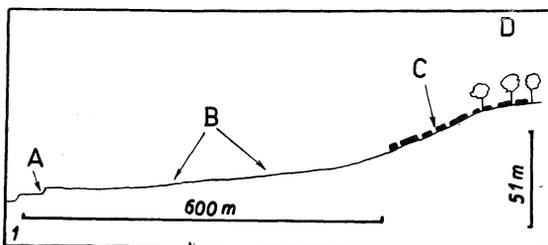


FIG. 5. — Accumulation des sesquioxides (d'après J. d'HOORE)
(le Boval de Tjangel Bori, cuirasse de basse pente ou de nappe).

- A. Précipitations ferrugineuses dans les berges du ruisseau.
- B. Carapace très dure; pente de 3 %.
- C. Pente de 15 % avec vieille cuirasse désagrégée fournissant les sels de fer.
- D. Au sommet vieille cuirasse très attaquée.

« Les zones A et B constituent la zone d'accumulation (...) les zones C et D forment la zone de départ, probablement une vieille cuirasse d'origine absolue, formée au cours d'une période géologique antérieure ». La zone C-D fournit donc les sels de fer.

elles se forment souvent sur des pentes faibles au voisinage de croûtes fossiles qui peuvent fournir les sels ferrugineux, ainsi que le montre la figure 5 empruntée à J. d'HOORE.

Si l'on compare à cette dernière figure la figure 3 — ferruginisation du cimetière d'Arlon — on peut trouver certains points communs : la pente (3 %), la position (en contrebas d'un sommet), la présence possible d'une source étrangère de sels de fer sous forme de débris d'une cuirasse antérieure (1).

Bref, il nous semble pertinent de croire qu'une bonne partie des ferruginisations de la Lorraine belge sont des cuirasses de nappe ou, plus exactement, ont une forme assimilable à ces cuirasses (2), et, par conséquent, elles peuvent être mises en relation avec des surfaces d'érosion et ont des pentes faibles.

Nous pouvons dès lors nous servir des croûtes fossiles pour restituer une topographie ancienne. Reste à savoir comment : en remarquant que les pentes fossilisées sont faibles et que les concrétionnements se situent à certaines altitudes « privilégiées », on peut en déduire que : en joignant les ferruginisations — compte tenu évidemment d'éventuels changements d'altitude dus à l'érosion (3) — on peut reconstituer la topographie d'une certaine époque.

Quelques exemples nous montreront mieux comment effectuer des raccords partiels :

1. La topographie aux environs de 400 m dans la région d'Arlon (4) :

(1) Nous avons trouvé, dans le limon au-dessus de la ferruginisation, sur une étendue considérable, des blocs ferrugineux à grain fin très différents du grain grossier de la roche en place, qui peuvent provenir de la désagrégation d'une ancienne croûte située plus haut. Deux autres de nos ferruginisations en place ont une position analogue à celles de la figure de J. d'HOORE, sur une pente faible ou un fond, en contrebas d'un sommet jonché de débris ferrugineux : voir figure 1, ferruginisations à l'ouest de la carte, à 350 et 355 m en contrebas de sommets protégés par la ferruginisation « structurale » VRB, VRAS, qui a probablement fait « naître » une partie des concrétionnements situés plus bas qu'elle (à ce sujet voir également note 1, p. 85).

(2) Nous rejoignons l'opinion du Professeur MANIL, de Gembloux, qui pense pouvoir assimiler ces concrétionnements à des latérites de nappe (Ground Water laterite).

(3) Probablement assez faible car les buttes sableuses couronnées de fer ont bien résisté à l'érosion quaternaire. Comme la profondeur à laquelle les concrétionnements se forment est faible, on peut se fier — avec une approximation suffisante — aux altitudes actuelles.

(4) Voir figure 2.

a) Nous avons assez bien détaillé la ferruginisation du cimetière d'Arlon (voir plus haut, p. 75).

b) Vers le nord ouest, des blocs semblables sont éparpillés au sommet de la cuesta de Metzert, à 417 m d'altitude.

Ils semblent venir d'un concrétionnement local, si l'on en juge d'après la décalcification locale des sables de Bonnert et d'après les résilicifications du front de la cuesta ; phénomène qui pourrait avoir la même origine climatique que les ferruginisations (cf. *infra*, p. 83, note 1) ⁽¹⁾.

c) En prolongeant la pente du cimetière vers le sud, on passe peu au-dessus de la colline du Galgenberg (400 m) qui a résisté à l'érosion grâce à l'épaisse ferruginisation qui la protégeait.

d) A plusieurs kilomètres vers l'ouest, enfin, le sommet d'une colline, au sud de la Semois, à 399 m (cf. *supra*) est recouvert par un concrétionnement semblable. En se basant sur l'aspect de ce dernier et sur le fait que la Semois a une pente extrêmement faible dans son cours supérieur, il est possible de raccorder cette colline aux ferruginisations proches d'Arlon.

Si l'on examine le résultat de ces raccords, on constate l'existence, aux environs d'Arlon, d'une topographie sénile assez étendue : les altitudes passant insensiblement de 400 m, près de l'actuelle Semois, à 415-420 m au nord et au sud.

Ce niveau se prolonge loin vers l'ouest le long de la Semois. Si l'on en juge d'après d'autres replats ⁽²⁾ il doit faire partie d'une surface assez vaste ⁽³⁾.

Au-dessus de cette surface existent, indépendamment semble-t-il du réseau hydrographique actuel, des buttes d'une vingtaine de

⁽¹⁾ Il reste enfin que la pente entre les endroits d'où pourraient provenir les blocs et le sommet de la cuesta semble avoir été insuffisante pour permettre le transport de roches, du moins si l'on en juge par un grand replat voisin, à 420 m, qui ne porte pas le moindre bloc de fer alors qu'il est au pied du Jungen Busch couvert de concrétions. Ce fait nous a paru corroborer l'idée d'un concrétionnement pratiquement en place sur le sommet de la cuesta de Metzert.

⁽²⁾ Notamment, sur la figure 2, les 3 ferruginisations « structurales » les plus au nord, vers 400 m, sont associées à de très vastes replats qui auraient pu commencer leur évolution avec la surface dont il est question ici... quitte à se développer par la suite suivant la structure.

⁽³⁾ Eventuellement à rapprocher de la surface de 400 m de M. A. LEFÈVRE (carte morphologique de la Belgique) et de H. BAULIG (le relief de la Haute Belgique, *Ann. Géol.*, 1926) dont l'existence cependant n'est pas encore entièrement démontrée.

mètres et plus (montagne de Stockem, Jungen Busch, centre ville Arlon, hôpital militaire...), derniers vestiges des surfaces antérieures, aux pentes raides assez curieuses (1).

II. Raccord des ferruginisations supérieures de la région d'Arlon (cf. fig. 2 et 6).

a) Nous avons déjà parlé de la ferruginisation développée au sommet de la montagne de Stockem.

b) Le même phénomène se retrouve sur une butte voisine, le Jungen Busch, où il s'est développé vers 435-440 m (2).

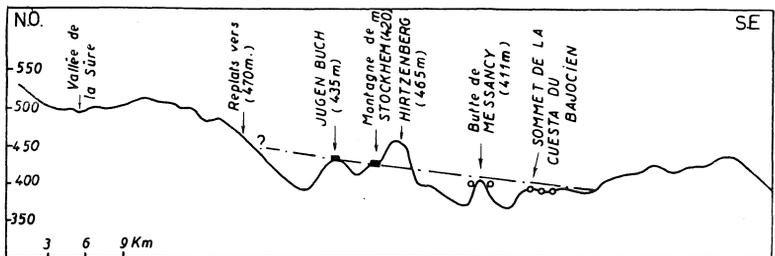


FIG. 6. — Profil projeté suivant la ligne de séparation des eaux Meuse-Rhin. Les rectangles indiquent des ferruginisations, les cercles des pierres de Stonne.

Si on raccorde ces deux buttes, on obtient un plan incliné vers le sud avec une pente de 0,4 % environ. En prolongeant cette pente vers le sud, on arrive près de Messancy vers 410-415 m. C'est justement l'altitude (411 m) d'un sommet où l'on a observé des pierres de Stonne (3). Plus vers le sud, on arrive alors à la surface de 400 m tronquant la cuesta du bajocien, parsemée de pierres de Stonne.

Si ce raccord entre le plan fourni par les buttes ferruginisées et le plan fourni par les surfaces jalonnées par la pierre de Stonne

(1) En climat tempéré une longue érosion aurait dû adoucir ces pentes...

(2) La butte au centre de la ville d'Arlon a une altitude d'environ 430 m (la construction d'une église au sommet empêche de connaître l'altitude exacte) et peut se raccorder à ce plan, surtout qu'une ferruginisation très importante, du type de celle de Stockem, semble s'y être développée, si l'on en juge par le bloc (voir photo 1) placé au pied de l'église.

(3) Blocs de quartzite à ciment siliceux qui ont suscité pas mal de recherches. Les récents travaux de TRICART et HUEMMEL (TRICART, G., 1952) semblent confirmer qu'il s'agit de la cimentation d'un sable marin éocène ou oligocène pendant une période aride du début du Miocène, donc de la formation pédologique, par remontée de silice vers la surface, d'une croûte siliceuse très résistante.

n'est pas dû au hasard ou à l'imprécision des mesures, on peut tout de même se demander s'il est légitime de raccorder pierre de Stonne et une surface ferruginisée, si des formations continentales différentes ont pu se produire sur la même surface.

Une réponse à cette question peut être trouvée dans la thèse de M. TRICART (1952, p. 143 sq.) : « A l'Aquitaniens et au Miocène inférieur, le bassin de Paris a été réduit à l'état de pénéplaine. Elaborée au cours de la succession d'une période humide et d'une autre aride, elle est extrêmement plane. Aux environs de Paris et sur le bord est de l'Ardenne, elle s'inscrit sur le fond de lacs aquitaniens récemment disparus. Des formations de calcaires impurs sont transformés en meulière, puis ferruginisées au cours de la phase aride du Burdigalien (meulière de Montmorency) ou même épigénisées par la silice (Braunkohlenquarait). Dans les régions voisines recouvertes par les sables de Fontainebleau et non par les lacs aquitaniens, les sables, très purs, se sont agglomérés pour former un éluvium siliceux (pierre de Stonne et ses équivalents latéraux...) ».

D'après ces observations de M. TRICART, on peut penser qu'il peut y avoir en même temps sur la même surface ferruginisation et pierre de Stonne suivant la pureté des sables (1).

De plus, il semble possible de raccorder le plan de Jungen Busch-Stockem à la surface oligo-miocène trouvée dans le bassin de Paris. Il faudrait alors supposer que cette surface a connu une déformation inclinant sa pente vers le sud de 0,3 à 0,4 % (2), postérieurement à sa formation, à cause d'une surrection de l'Ardenne. Cet ordre de grandeur nous est suggéré par l'examen de la figure 6.

2. — Conditions climatiques.

Nous examinerons plus particulièrement le climat nécessaire à la formation des croûtes les plus épaisses, les plus élevées et surtout les plus nombreuses.

(1) M. R. MONTEYNE a d'ailleurs trouvé des résilicifications dans les sables de la cuesta de Metzert près de la surface de 415-420 m, jalonnée à peu de distance du front de la cuesta par des grès ferrugineux.

(2) M. ALEXANDRE admet des déformations de part et d'autre de la crête de Bastogne de l'ordre de 0,20 à 0,25 % (1).

M. le Professeur TRICART (1952) observant de semblables ferruginisations, notamment dans les sables de Fontainebleau, émet l'opinion suivante : « l'extrême abondance des sels de fer, en particulier de l'hématite formant croûte, indique une aridité accentuée ».

Citons d'autres opinions un peu différentes : de P. BIROT (1955, p. 63) « ... des expériences de laboratoire montrent qu'elles (les cuirasses ferrugineuses) se forment dans l'alternance de chaleur sèche et d'humidité, et plus rapidement en milieu acide. Mais la saison pluvieuse doit être bien marquée ; déjà sous les formations herbacées du Transval et du haut Veld, les concrétions ferrugineuses sont moins puissantes. »

De J. d'HOORE (1954, p. 69) : « les accumulations... sont possibles sous tous les climats pourvu que des quantités suffisantes d'eau liquide soient disponibles... L'accumulation ne devient importante que sous des climats chauds et humides » (équatorial ou tropical humide à saison humide et sèche).

Un climat assez chaud, éventuellement avec alternance de saisons sèches et pluvieuses aurait donc régné en Lorraine belge à la fin du Tertiaire influençant sa morphologie ⁽¹⁾.

Ici nous pourrions peut-être faire un rapprochement avec les conclusions de M. ALEXANDRE qui, étudiant des surfaces d'aplanissement analogues en Ardenne, et les datant d'après leur allure et les altérations qu'elles portent, a conclu qu'elles s'étaient formées sous un climat proche de celui de la Savane africaine.

Enfin, autre remarque : les ferruginisations deviennent de moins en moins épaisses à mesure que l'on descend en altitude ; les ferruginisations les plus récentes étant donc les moins bien développées.

Comme les ferruginisations n'évoluent plus à partir d'un certain stade de désagrégation du relief, cela peut signifier que les condi-

⁽¹⁾ A partir d'un certain degré de désagrégation du relief, donc d'un changement de la position topographique, d'un changement par rapport à la nappe aquifère, les croûtes ferrugineuses ne peuvent plus évoluer. On peut donc se baser sur leur altitude pour les dater. Nous avons étudié le bassin de la Semois et nous sommes arrivés à la conclusion que la rivière coulait vers 370 m au début du Quaternaire. Les surfaces supérieures à cette altitude, et non raccordées directement aux premières terrasses, remontent donc au moins à la fin du Tertiaire (HUFTY, A., 1958).

tions climatiques de « savane » se sont progressivement altérées ⁽¹⁾ à la fin du Tertiaire ⁽²⁾, le climat devenant plus tempéré. Notons que M. ALEXANDRE a fait une semblable remarque (1957, p. 392) : « Tout se passe comme si l'altération chimique avait été en s'affaiblissant d'un cycle à l'autre, non seulement à la fin de la période que nous envisageons maintenant (aplanissements de la fin du tertiaire), mais également au cours de la formation des surfaces d'aplanissement partiel supérieures. La diminution de la puissance de l'altération chimique aurait été plus ou moins continue depuis la première surface d'aplanissement » ⁽³⁾.

En conclusion, notre étude nous a permis de souligner deux points intéressants :

1. Le climat sous lequel se sont formées les ferruginisations,
2. La périodicité avec laquelle ce climat est revenu à la fin du Tertiaire et au début du Quaternaire (voir note 2).

Au cours de cette étude, nous avons essayé de montrer le rôle utile que peut jouer la connaissance de certains phénomènes pédologiques dans l'examen de la morphologie d'une contrée.

Ajoutons qu'une étude plus approfondie des aplanissements de

⁽¹⁾ Si l'on suppose que les croûtes inférieures se sont formées à partir de fer venus des concrétionnements les plus élevés en voie d'altération, donc par descente de sels allochtones (cf. fig. 4 ; cf. LECLERCQ, J., LAMOTTE, M., RICHARD, J., MOLARD, 1949), n'est-il pas possible, pour expliquer l'amincissement de l'épaisseur des croûtes, de faire appel à une diminution progressive de l'apport de fer suite à l'appauvrissement progressif de la source? Mais cette hypothèse n'explique pas la régularité de l'amincissement car, dans un tel cas, les divers replats auraient reçu des quantités très variables de sels allochtones suivant leur situation... d'autre part comment expliquer que les ferruginisations sont développées seulement à certaines altitudes, qu'il existe des replats, en dehors de ces altitudes, non ferruginisées?

⁽²⁾ Une dernière oscillation climatique du même genre aurait eu lieu au début du Quaternaire, d'où les ferruginisations observées vers 350 m.

⁽³⁾ Ce qui nous intéresse dans cette remarque est l'existence d'un retour cyclique de conditions climatiques analogues mais de moins en moins bien marquées s'exerçant soit avec moins de violence soit pendant moins longtemps, les deux ayant pour effet un affaiblissement de la trace laissée par ces climats. Pour M. ALEXANDRE, il s'agit de climats à forte altération chimique, pour nous de climats probablement plus arides, les seconds succédant peut-être aux premiers ; cette dernière hypothèse nous permettrait de concilier les points de vue légèrement divergents de MM. TRICART, BIROT et D'HOORE : en effet, les différents fragments de croûtes ne se forment pas nécessairement en même temps sur une surface d'érosion. On pourrait avoir d'abord, sous un climat assez humide, une mobilisation des sels de fer formant par endroit une croûte ferrugineuse puis, sous un climat plus aride, une mobilisation de la silice elle-même formant les croûtes siliceuses ?

la région d'Arlon, surtout du rebord ardennais, pourrait compléter les résultats que nous avons obtenus par la méthode des formations pédologiques.

De plus, le levé de la carte des sols, tant en Ardenne qu'en Lorraine belge, pourvu qu'il soit poussé à une profondeur suffisante, pourrait faire connaître d'autres croûtes ferrugineuses et préciser les raccords.

(*Université de Liège, Laboratoire de Géographie physique*).

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J., 1957. — La restitution des surfaces d'aplanissements tertiaire de l'Ardenne centrale et ses enseignements. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. LXXXI, M2, 90 pages.
- BIROT, P., 1955. — Les méthodes de la morphologie, 175 pages, Paris.
- GULENTOPS, F., 1957. — L'origine des collines du Hageland. *Bull. Soc. belge géol.*, Bruxelles, t. LXVI.
- D'HOORE, J., 1954. — L'accumulation des sesquioxides libres dans les sols tropicaux. *Publications de l'I.N.E.A.C.*, Bruxelles, série scientifique n° 62, 132 p.
- HUFTY, A., 1958. — Formes quaternaires dans le bassin de la Semois Jurassique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, t. LXXXI, pp. 444-455.
- LECLERCQ, J., LAMOTTE, M., RICHARD, J., MOLARD, 1949. — Niveaux et cycles d'érosion dans le massif de Nimba. *C. R. Acad. des Sciences*, Paris, t. 228, pp. 1510-1512.
- MONTEYNE, J., 1957. — Le Sinémurien en Belgique. Thèse de doctorat, Univ. Bruxelles.
- SCHEYS, G., 1955. — De Bodems van het Hageland, Thèse de doctorat, Université Louvain.
- TRICART, J., 1952. — La partie orientale du Bassin de Paris. Etude de morphologie, Paris, 2 vol., 467 pages.
-