

Problèmes du Pléistocène dans le Middle West (U.S.A.) (*),

par J. DE HEINZELIN

Les informations rapportées ici sont le fruit d'un voyage d'étude de trois mois comme *advanced fellow* de la Belgian American Educational Foundation. Grâce à cet organisme et à l'aide aussi amicale qu'efficace de nombreux collègues américains, j'ai pu consacrer la majeure partie de mon temps au travail de terrain, entouré de guides éclairés dont la conversation était un précieux enseignement. Entre le Massachusetts et le Nebraska, plus de deux cents coupes ont été observées dont beaucoup parmi les plus classiques et quelques-unes non encore décrites. J'exprime ma reconnaissance la plus entière à tous ceux qui m'ont aidé avec une bonne grâce et une franchise jamais démenties. Lorsqu'il se faisait que nous différions d'avis, nous y trouvions un élément d'émulation bienvenu.

CONCEPTIONS CLASSIQUES DE LA STRATIGRAPHIE.

Les grandes lignes ont peu changé depuis la parution du grand travail de G. F. KAY et ses collaborateurs sur le Pléistocène de l'Iowa; la succession stratigraphique est principalement basée sur trois sortes d'éléments : a) les moraines, tills, drifts; b) les loess; c) les horizons d'altération, gumbotils, gumbosands. Les formations fluviales et terrasses sont relativement peu explicites sauf dans les grandes plaines de l'Ouest.

Moraines, tills, drifts.

On reconnaît plusieurs systèmes qui sont du plus récent au plus ancien :

Wisconsin = Valdres (ex-Mankato)/Cary/Tazewell/Iowan. Les trois premiers cités présentent une morphologie très bien dessinée d'arcs morainiques multiples, pratiquement non touchés par l'érosion. L'Iowan offre une surface onduleuse, sans moraines. Sa figuration cartographique est étrange : les bords sont profondément lobés, parfois pédonculés et des fenêtres s'ouvrent en plein milieu. Il paraît aussi présenter certaines préférences pour les dos-d'âne, les plateaux et

(*) Manuscrit remis le 18 août 1958.

délaisse alors les vallées. Ce comportement étrange en fait l'énigme par excellence du Pléistocène américain, et le portrait qu'on lui prête est pour tout dire peu vraisemblable.

Illinoian = Un till relativement épais, non subdivisé. Il correspond dans la morphologie à de grandes plaines très peu disséquées, mal drainées, à sol lourd avec par exception de rares surélévations morainiques très surbaissées.

Kansan et Nebraskan = Vieux tills très évolués avec fentes de retrait, oxydations et concrétionnements; se distinguent mal l'un de l'autre. Leur surface d'affleurement a une morphologie très disséquée et une évolution pédologique complexe.

Loess.

Wisconsin loess = Peorian loess. Une nappe de dépôts éoliens est nettement liée aux moraines du Wisconsin, plus précisément à la croissance et à la décroissance du Tazewell stage. Sa partie inférieure est fréquemment recouverte par la Shelbyville ou Bloomington moraine en Illinois. Le recouvrement éolien du Cary stage est très faible et celui du Valders pratiquement nul. L'Iowan surface est recouverte de sable soufflé sur pavement de galets éoliens, mais sa bordure et les fenêtres intérieures (« paha ») portent du loess.

On a voulu distinguer dans la masse du loess des « increments » ou portions successives qui correspondent aux stades glaciaires, c'est-à-dire de la base du sommet : Farmdale, Iowan, Tazewell, Cary et (ex)-Mankato. Il a semblé que les faunes de mollusques supportent ces divisions.

Illinoian loess = Loveland loess. Une nappe de dépôts éoliens plus anciens et sous-jacents au Wisconsin loess. Sa liaison avec l'Illinoian stage est imparfaitement démontrée, quoique hautement probable.

On ne connaît pratiquement pas de dépôts éoliens du Kansan-Nebraskan.

Les dépôts loessiques vont en augmentant de puissance vers l'ouest et, dans les grandes plaines du Nebraska et du Kansas, ils dépassent par endroits 60 m d'épaisseur. C'est là aussi qu'on voit à la base du Loveland les Pearlette ashes, accumulations de centres volcaniques atteignant localement jusqu'à 5 m d'épaisseur au Nebraska, ce qui est prodigieux s'il faut réellement les attribuer aux appareils volcaniques du New-Mexico, à près de 1.000 km de distance.

Horizons d'altération.

Deux types différents étaient classiquement reconnus :

Sangamon soil, dit aussi parfois ferretto sous le Wisconsin loess, pénétrant soit le Loveland loess, soit l'Illinoian drift, soit d'autres formations plus anciennes et disséquées.

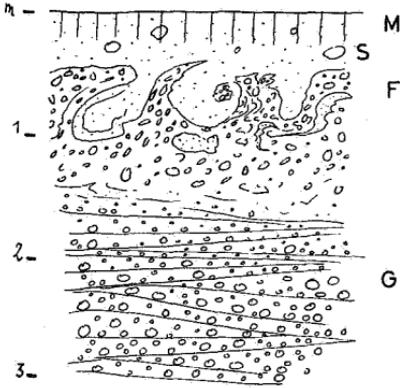


FIG. 1. — Au sud de Middleboro, Massachusetts.

- M = Sol moderne très faiblement développé, sans accumulation argileuse ni horizon B; légère oxydation en brun clair.
 S = Sable et silt soufflé; petits graviers.
 F = Coulée boueuse, nappe de solifluxion (« flow-till »).
 G = Gravier d'outwash du Wisconsin.

Gumbotils = zones altérées et décalcifiées, séparant les anciens drifts. Ils ont généralement une texture très lourde, une teinte foncée et une structure polyédrique. Les gumbosands ont une texture plus sableuse.

INFORMATIONS RÉCENTES.

La datation absolue par le carbone radioactif a brusquement rajeuni la question du Pléistocène supérieur et on possède déjà aux États-Unis un nombre impressionnant de données sur les formations les plus variées, moraines, loess, épandages fluvio-glaciaires, sites préhistoriques.

Age du Wisconsin *sensu stricto*.

Le récolement des résultats d'analyse permet de faire un tableau très satisfaisant à la succession des stades du Wisconsin. Celui-ci envahit du nord au sud la région du lac Érié vers 27,5 B.P. (1) et atteint son extension maximum vers 19,0 B.P., laquelle se marque en Illinois-Indiana-Ohio par les moraines Tazewell-Shelbyville-Bloomington.

(1) En milliers d'années « before present ». Limites d'erreur expérimentales omises afin d'abrégier.

La base de ce till est datée 23,5 et 24,0 B.P. à Sydney (Ohio), 21,6 B.P. à Harrisburg (Ohio), 22,0 B.P. à Upper Brush Creek (Ohio) et 19,3 B.P. à Farmdale Dam (Illinois). La récession qui lui succéda paraît marquée en Michigan et Ohio par de vastes

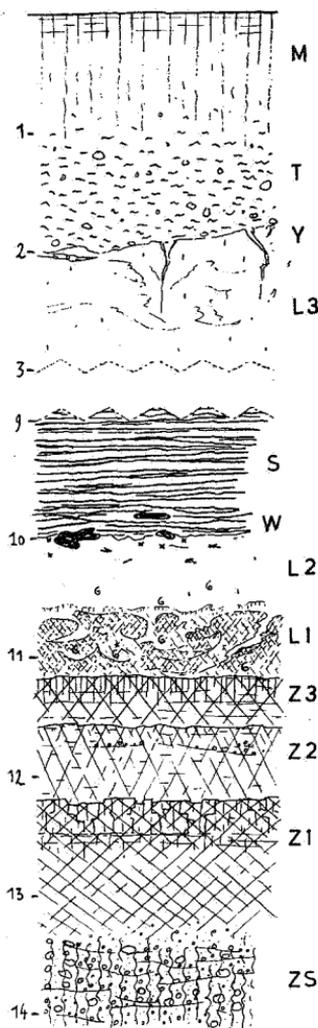


FIG. 2. — **Maple heights, Cleveland, Ohio.**

M = Sol moderne.

T = Till argileux, Defiance moraine, fin-Cary.

Y = Fentes de glace.

L 3 = Silt, probablement vrai loess avec traces de ruissellement (7 m environ, transition S—L 3).

S = Silt stratifié, dépôt lacustre.

W = Bois flottés datés 24.600 ± 800 B.P.

L 2 = Loess poudreux, gris clair. Traces de matière humique au sommet; faible bande d'oxydation à la base. 11 espèces de mollusques attribuées au stade Tazewell.

L 1 = Mélange de loess vrai et de matière humique, fortement labouré par cryoturbation et solifluxion; l'ancienne surface se devine bien. 16 espèces de mollusques.

Z 3 = Sol enfoui de teinte sombre, bleu-vert à la base. Peu évolué. Contact net au sommet.

Z 2 = Sol enfoui verdâtre, peu évolué; quelques graviers dans la masse. Contact net au sommet.

Z 1 = Sol enfoui avec zone structurée. Contact net au sommet; pénètre vers le bas dans un colluvium gris sombre assez homogène.

Z S = Sangamon soil, altération brun rougeâtre dans gravier d'outwash de l'Illinoïen.

extensions de graviers fluvioglaciaires; on pourrait l'appeler « Michigan recession ».

Une nouvelle extension glaciaire représentée par les moraines Cary, équivalentes à Altamont + Algona + Mankato du Des

Moines lobe et probablement aussi à (?) Mississinawa + Wabash + Defiance en Ohio et Indiana, atteint son maximum vers 14,5 B.P.

Elle fut suivie par une nouvelle récession pendant laquelle se formèrent les lacs Maumee + Arkona dans la cuvette de l'Erié, la Glenwood phase du lac Chicago dans la cuvette du Michigan vers 13,5 à 13,0 B.P. Le vaste lac Agassiz, au nord

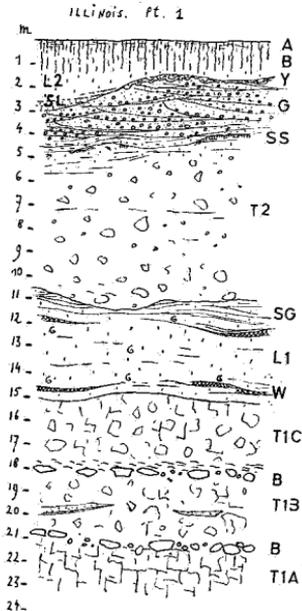


FIG. 3. — Lake Bloomington spillway, Money Creek section, Illinois.

A et B = Horizons du sol moderne.

L 2 = Loess.

S L = Sable limoneux.

Y = Matériel hétérogène, contourné et perturbé, probablement par solifluxion.

G = Gravier d'outwash, rougeâtre, argileux vers le bas (cf. Bloomington moraine).

SS = Sable limoneux légèrement stratifié, petites zones d'oxydation au sommet mais sans altération franche. Transition graduelle vers le bas.

T 2 = Till, jaune (oxydé) à bleu (réduit) de haut en bas (cf. Shelbyville moraine). Contact net à la base.

S G = Limon gris stratifié.

L 1 = Loess calcaire et fossilifère, mollusques. Une bande humique vers le sommet et une autre vers la base.

W = Matière humique datée de plus de 31.000 et plus de 34.000 B.P. Contact net sur le till inférieur.

T 1 A, B, C = Tills fortement compactés, structure avec joints se brisant en fragments anguleux, mais sans coatings nets. Autrefois attribués au Shelbyville mais reclassés comme Illinoian.

B = Pavements de blocs portant des stries.

du Minnesota se forma vers 12,0 à 11,5 B.P.; cette date marque la fragmentation définitive du grand inlandis et la disparition de plusieurs lobes importants, comme le Des Moines et le Wadena lobes.

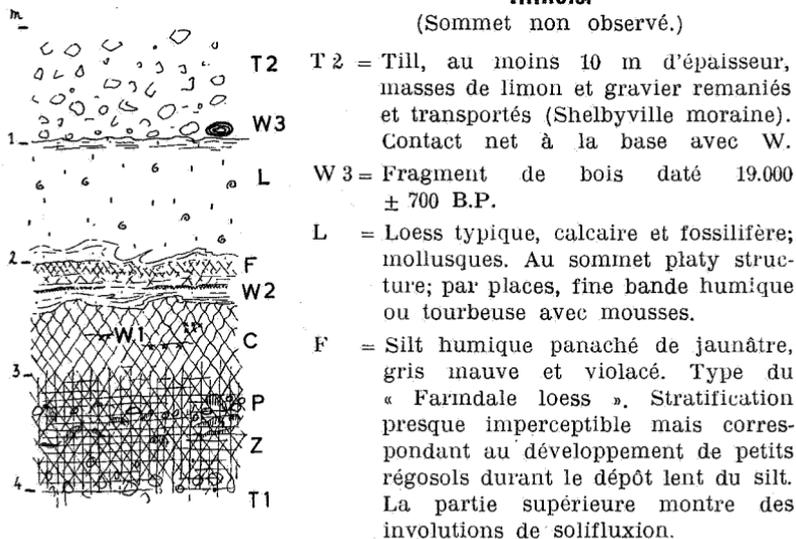
La récession bien connue du Two Creeks horizon est datée de 11,4 B.P.

Une dernière extension d'importance réduite, aujourd'hui nommée Valders, est datée de 11,0 à 10,5 B.P.

Les lacs Algonquin et Iroquois datés 9,5 à 8,0 B.P. sont déjà franchement post-glaciaires.

FIG. 4. — Farmdale Dam railroad cut,
Illinois.

(Sommet non observé.)



W2 = Echantillons de matière humique recueillis entre 0 et 1 pied sous la surface supérieure de Farmdale et datés 22.900 ± 900 B.P.

C = Dépôt colluvial de teinte vert olive. Horizon A d'un sol enfoui ou zone d'« accréation ». Remplacé ailleurs par un gravier éluvial ou « lag ».

W1 = Petits fragments de charbon de bois. Echantillons recueillis entre 3 et 4 pieds sous la surface supérieure du Farmdale et datés 25.100 ± 800 B.P.

Z = Paléosol ou sol enfoui développé sur till inférieur ou en partie dans matériel colluvial.

P = Concentration de graviers.

T1 = Till avec gros blocs, concrétions calcaires. Illinoian.

Âge des loess du Wisconsin.

La base de ces loess est fréquemment représentée par un faciès non calcaire de teinte gris-mauve, légèrement humique, dont on a fait un « stade » particulier. Il est daté 24,5 B.P. à Hancock (Iowa), avant 24,6 B.P. à Cleveland (Ohio), 26,3 B.P. à Rock Creek (Illinois), 22,9 B.P. à 25,0 B.P. à Farm Creek (Illinois).

En Ohio, le Cleveland forest bed est un dépôt lacustre riche en silt et limon dans un lac de barrage glaciaire. Les bois flottés donnent un âge de 24,6 B.P., époque de la progression du Tazewell.

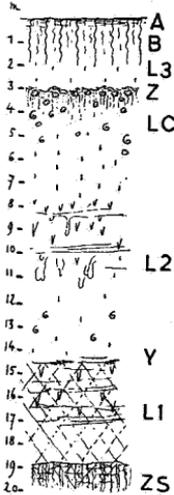


FIG. 5. — Bluffs près de Beardstown, talus de chemin, Illinois.

A et B = Horizons du sol moderne.

L3 = Loess.

Z = Contact d'érosion avec concentration secondaire de concrétions calcaires; paléosol tronqué.

LC = Loess avec développement de concrétions calcaires; faune de mollusques.

L2 = Loess typique avec marques de végétation, bandes et taches d'oxydation, faible stratification; aspect poudreux; faune de mollusques vers la base.

Y = Mince horizon stratifié, plus sombre; considéré comme contact Peorian/Farmdale.

L1 = Limon stratoïde, de teinte mauve, humique; non calcaire, probablement décalcifié durant le dépôt en conditions acides. Traces de végétation.

ZS = Sangamon soil (non obs.).

Le Wisconsin loess lui-même est daté 14,7 (?) à 16,7 B.P. en Iowa, 20,5 à 24,7 B.P. à Rock Creek (Illinois), 20,3 à 20,7 B.P. à Farm Creek (Illinois), 19,5 B.P. à Greencastle (Indiana).

En Iowa, le Scranton forest bed est un dépôt lacustre ou du moins subaquatique riche en silt dont les bois flottés et les souches en place donnent un âge de 13,9 à 14,5 B.P., époque du stade Cary.

Âge du Bignell loess.

En Iowa également, le Britt forest bed, dans l'épandage fluvio-glaciaire de l'Algonia moraine du Des Moines lobe, contient des souches et une tourbe qui ont donné des âges voisins de 13,0 B.P., époque de la récession du stade Cary.

D'Ohio en Iowa, les dépôts éoliens post-Tazewell sont très minces et discontinus. Mais vers l'ouest, ils prennent, comme

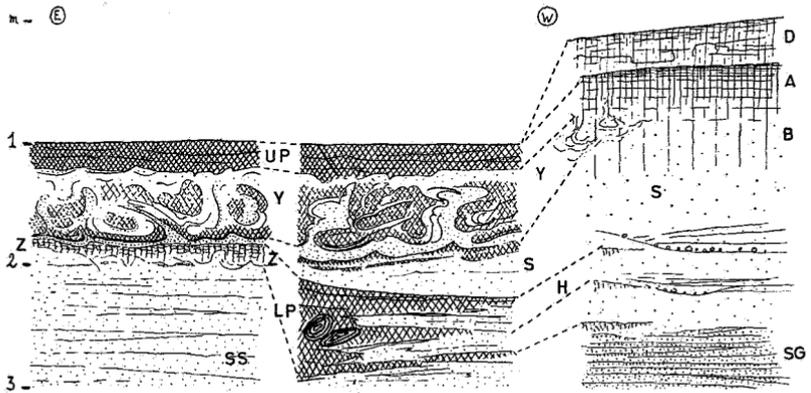


FIG. 6. — North Branch, 3 miles S-E, Minnesota.

(Distance entre profils à gauche : 10 m.

Distance entre profils à droite : 50 m.)

- D = Dune récente, probablement très jeune; légère teneur en matières humiques; terriers d'animaux.
- UP = Zone supérieure de sol tourbeux.
- A = Zone supérieure de sol de forêt, horizon A profond.
- B = Horizon B avec larges panachures, oxydé; faible teneur argileuse.
- Y = Zone de cryoturbation s'étendant en partie sur la pente mais érodée dans la partie supérieure. La base est formée d'une succession argile noire/sable blanc soufflé.
- S = Sable dunaire sans structure ni stratification.
- Z = Sol enfoui très peu développé, régosol avec minime enrichissement en argile; n'est présent qu'en quelques endroits; partout ailleurs il est soit détruit, soit remplacé par une sédimentation tourbeuse.
- LP = Zone tourbeuse inférieure; bois daté 12.030 ± 200 et 12.700 ± 250 B.P.
- H = Lentilles humiques dans une accumulation sableuse, en partie équivalente à LP et Z. Quelques surfaces de discontinuité avec concentration relative de petits graviers ou de fragments de till et d'argile; ceux-ci peuvent avoir été transportés à l'état gelé.
- SS = Sable stratifié.
- SG = Sable grossier et graveleux, fluvial ou fluvio-glaciaire.

leurs devanciers, plus d'importance et on a décrit en Nebraska le Bignell loess pour lequel une mauvaise datation basée sur des coquilles de mollusques suggère un âge voisin de 12,7 B.P. Il repose sur le Peorian loess par l'intermédiaire du Brady soil pour lequel on ne possède qu'une date de 9,2 B.P. qui est certainement faussée par des contaminations.

On possède une datation indirecte du Brady soil par l'archéologie. Il se relie en effet à la base de la Terrasse 2 en Nebraska alors que l'industrie de Yuma-Folsom s'intercale dans le remplissage de cette terrasse. Cette industrie est datée de 11,0 B.P.

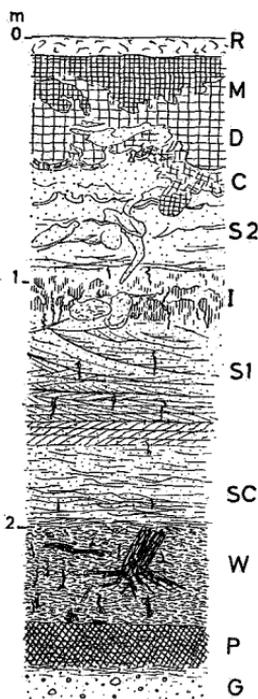


FIG. 7. — Britt Section, Iowa.

- R = Remanié.
M = Sol moderne, Harpster silt loam; concrétions avec matière organique.
D = Zone dérangée (?), calcaire jusqu'au sommet, peu de matière humique.
C = Paquets plus argileux.
S2 = Sable fin, terriers d'animaux.
I = Précipitations d'oxyde de fer, marques de végétation.
S1 = Sable fin avec stratification entrecroisée.
SC = Sable argileux.
W = Bois et souches en place, datés 12.970 ± 250 B.P.
P = Tourbe, datée 13.030 ± 250 B.P.
G = Graviers et sables, outwash de l'Algona moraine.

à Medicine Creek (Nebraska), ce qui est à peu près l'âge de Two Creeks; elle paraît jusqu'à présent révéler la première migration de l'homme du nord au sud au travers du continent américain et qui se diversifia vraisemblablement à partir des rives du lac Agassiz.

Age de l'Iowan drift.

Tous les chiffres cités jusqu'ici sont consistants entre eux et sont en bon accord avec les notions acquises. Il n'en est pas de même des analyses faites sur des échantillons provenant de l'Iowan drift ou de sa base. Alors qu'on s'attendait à voir l'Iowan s'intercaler entre le Farmdale et le Tazewell, on trouve régulièrement des chiffres supérieurs à 38,0 B.P. Voici encore qui s'ajoute à l'Énigme de l'Iowan.

Farmdale drift.

La conception que le Farmdale loess correspondait à un stade glaciaire distinct a conduit les géologues de l'Illinois à rechercher le till correspondant et une formation glaciaire située en bordure de la Driftless area lui a été attribuée. Cette for-

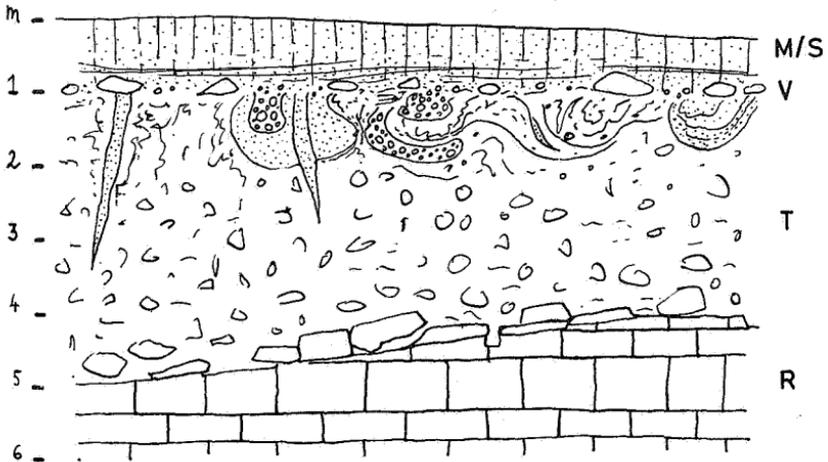


FIG. 8. — Carrière 3 miles W de Monticello, Iowa.

(Se situe dans une topographie typique de l' « Iowan ».)

M = Sol moderne, modérément développé.

S = Sable soufflé.

V = Pavement de galets éoliens très fortement marqué.

F = Fentes de glace.

C = Poches de cryoturbation avec concentration et classement concentrique de sable et graviers.

T = Till, décalcifié et oxydé; blocs de calcaire et de chert d'origine locale pour la plupart; attribué à l'Iowan.

R = Calcaire silurien exploité.

mation, certainement antérieure au Tazewell, présente des caractères très originaux dans sa lithologie et sa répartition mais il n'existe aucun raccord direct avec le Farmdale loess.

Âge de l'Illinoian drift et Early-Wisconsin.

L'Illinoian drift livre des âges antérieurs à 37,0 B.P. et c'est sur cette base qu'on a reclassé un certain nombre d'affleurements, notamment les tills inférieurs de Money Creek section = Bloomington lake spillway en Illinois.

En Ohio, une nouvelle division stratigraphique a été proposée : l'Early-Wisconsin. C'est un till qui, dans la coupe-type de Sydney cut, repose sous deux tills plus jeunes rapportables au Wisconsin *sensu stricto* et datés à leur base de 23,0 B.P. Le

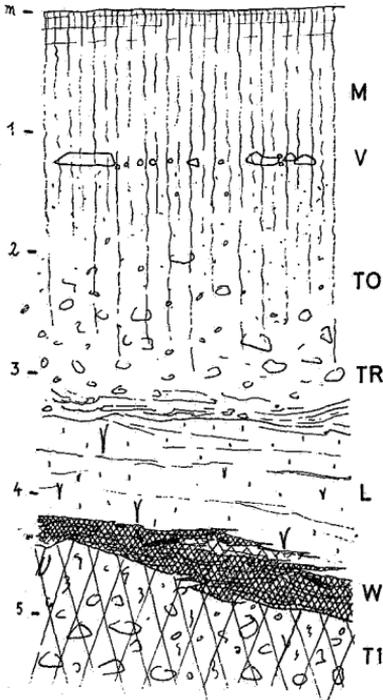


FIG. 9. — Independence Section, Iowa.

M = Sol moderne, développé dans un limon sableux.

V = Pavement bien marqué de galets éoliens; présence de vrais dreikanter.

TO = Till oxydé, attribué à l'Iowan.

TR = Till non oxydé et calcaire vers le bas.

L = Loess gris avec bandes d'oxydation et marques de végétation, pipes d'oxyde de fer dressées.

W = Bande limoneuse et humique, avec traces de flux. Bois daté de plus de 38.000 B.P.

T1 = Kansan till. Disséqué par la surface d'érosion antérieure à W.

sommet de l'Early-Wisconsin est, soit une zone d'altération (Sidney), soit un horizon tourbeux antérieur à 37,0 B.P. (Upper Brush Creek). L'Illinoian a semblé exclu sur la base de deux arguments à vrai dire assez minces : l'aspect de la zone d'altération et une faunule de mollusques.

Sangamon soil et loess anciens.

La Sangamon soil est un horizon repère qui peut se suivre pas à pas d'Ohio en Nebraska bien que sa morphologie puisse changer profondément selon les lieux.

En Iowa, on lui voit l'aspect d'un gray-brown podsolised soil ou d'un red-yellow podsolised ou red-yellow mediterranean soil sur sable ou limon. Sur tills anciens, il possède un aspect plus ou moins accusé de planosol à horizon B 2 prononcé.

Dans cette région, des travaux fondamentaux réalisés sous l'égide du Soil Survey (South Turkey Creek, Rock Island relocation) ont mis concurremment en œuvre la cartographie pédologique détaillée, l'analyse géomorphologique la plus poussée et toutes les ressources du laboratoire des sols. Ils ont fourni



FIG. 10. — Carrière près de Coralville, Iowa.

M = Sol moderne, avec horizon B bien développé.

L 2 = Partie supérieure du loess.

S = Bande de sable grossier, probablement sable soufflé.

L 1 = Partie inférieure du loess avec un peu de matière humique.

P = Dépôt hétérogène argilo-sableux; similaire à un pédisédimment.

Z = Horizon B d'un sol enfoui avec coatings fortement développés = ferretto. Concentration relative de cailloux et graviers au sommet, aucun n'étant éolisé.

T 2 = Till supérieur attribué à l'Iowan (?), non oxydé.

G = Sable grossier et graviers. Nappe de sesquioxyde ferrique au voisinage du contact supérieur.

T 1 = Till inférieur, oxydé.

R = Calcaire dévonien exploité.

une abondante moisson de datations C 14 et ont notamment permis de mettre en évidence certaines lois de la distribution des loess, les relations entre la géomorphologie et les sols, l'âge relatif de certains types de sols et la complexité du développement du Sangamon soil. D'étranges phénomènes d'érosion ont dû dominer entre le plein développement de ce sol et le dépôt du Wisconsin loess; on les a nommés « pédisédimmentation » car ils évoquent à peu de chose près l'hypothèse de la pédimentation des géologues africains : retrait des versants avec étalement subhorizontal de nappes de gravats résiduels (« stone line ») recouverts de colluvions mal classées (« grit »).

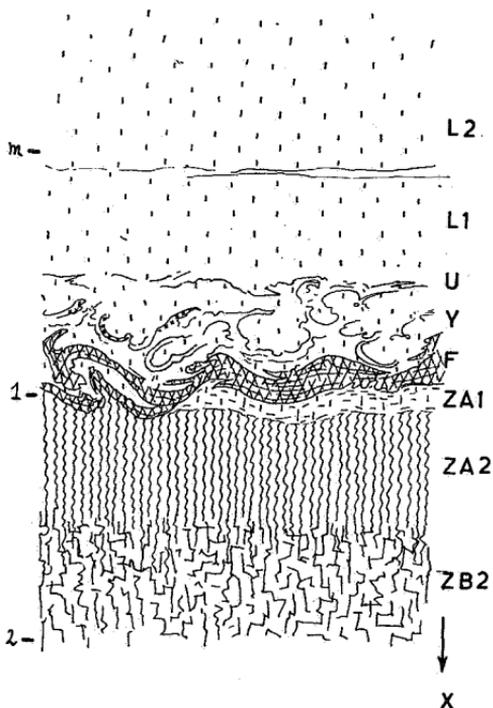


FIG. 11. — **Rock Island Relocation, Cut 11, Iowa.**
(Sommet non observé.)

- L 2 = Wisconsin loess, calcaire.
 L 1 = Wisconsin loess, non calcaire.
 U = Surface supérieure des déformations de la zone de solifluxion.
 Y = Festons et dérangements dus à la fois à la solifluxion et la cryoturbation. Faible teneur en matière humique. De petites bandes d'oxydation suivent à peu près ou croisent les déformations (contemporaines et secondaires).
 F = Faciès Farmland dérangé; matière humique. Dans la coupe 33 de la relocation, des fragments de tourbe et de bois qui se trouvaient à peu près dans cette position ont été datés 24.500 ± 800 B.P.
 Z A 1 = Horizon A 1 lessivé du Late Sangamon soil.
 Z A 2 = Horizon A 2 du même.
 Z B 2 = Horizon B 2 du même, fortement développé; blocky structure avec coatings argileux bien formés, larges et brillants.
 X = Développement du paléosol, zones inférieures dans argile lacustre d'âge Yarmouth.

Dans les grandes plaines de l'Ouest, où le climat, aujourd'hui encore, est bien plus sec, le Sangamon soil se charge de concrétions calcaires et s'oriente vers l'aspect des sols à caliche. En même temps on le voit se démultiplier; le Loveland loess y devient très épais et est traversé par 4 à 6 zones de sol ou surfaces d'érosion bien marquées.

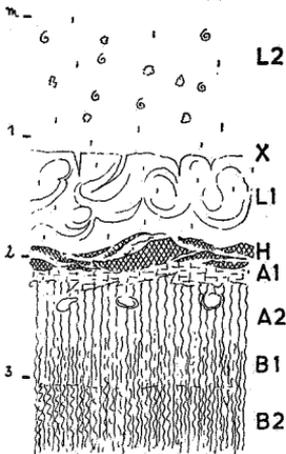


FIG. 12. — Talus de route Center 6-17 N-3 W (région de Lincoln), Nebraska.

(Sommet non observé.)

L 2 = Partie supérieure du Wisconsin loess; concrétions calcaires et mollusques, fossiles abondants.

X = Ancienne surface, fentes de glace et solifluxion.

L 1 = Partie inférieure du Wisconsin loess, perturbée, décalcifiée.

H = Horizon humique, allure déchirée.

A 1 = Horizon A 1 du Sangamon soil.

A 2 = Horizon A 2 du même; platy structure.

B 1, B 2 = Horizons B 1 et B 2 du même. Entre les deux on devine l'ancien emplacement d'une stratification.

Yarmouth soil.

Il correspond en principe à l'interglaciaire Kansan-Illinoian et sa position est donc soit à la base du Loveland loess, soit à la base de l'Illinoian drift. Il peut lui aussi selon les lieux changer profondément de morphologie. C'est fréquemment un sol de teinte sombre fortement structuré avec coatings argileux très nets, qui peut être le résultat de la longue évolution d'un brunozem. Ce peuvent être dans d'autres cas des tropical black-earths, des gray-brown podsolised soils ou, dans les plaines de l'Ouest, des sols à caliche, concrétions calcaires.

Bien souvent aussi, les paléosols qui occupent cette position ne sont guère plus que des sols temporaires d'alluvions, des régosols ou des wiesenboden; ils n'ont alors aucune signification intrinsèque, climatique ou autre. Pareille remarque peut d'ailleurs s'étendre à quantité de paléosols d'âges variés auxquels on a voulu trop souvent conférer une signification qu'ils n'ont pas.

**OBSERVATIONS PERSONNELLES
ET REVISION DE CERTAINES NOTIONS.**

Cette récapitulation forcément un peu longue des notions connues m'a paru nécessaire pour situer les désaccords et les problèmes qui m'ont été soumis et auxquels je crois pouvoir

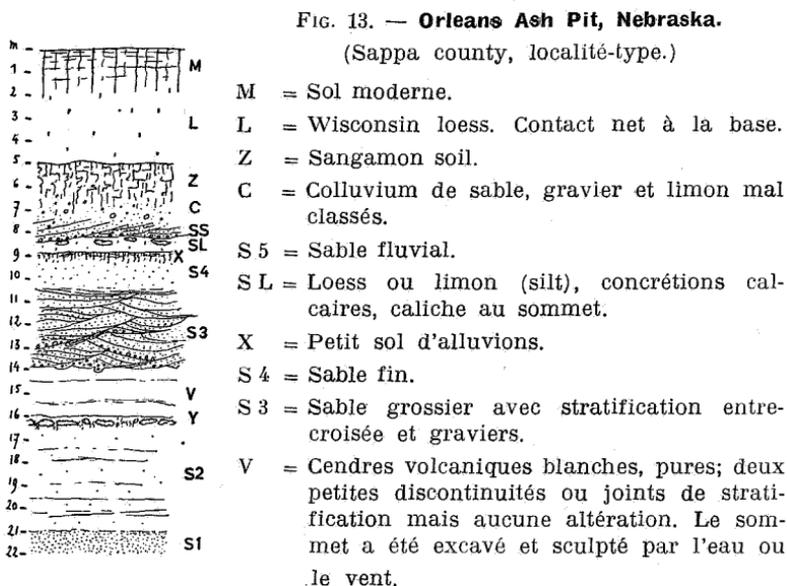


FIG. 13. — Orleans Ash Pit, Nebraska.
(Sappa county, localité-type.)

- M = Sol moderne.
L = Wisconsin loess. Contact net à la base.
Z = Sangamon soil.
C = Colluvium de sable, gravier et limon mal classés.
S 5 = Sable fluvial.
S L = Loess ou limon (silt), concrétions calcaires, caliche au sommet.
X = Petit sol d'alluvions.
S 4 = Sable fin.
S 3 = Sable grossier avec stratification entrecroisée et graviers.
V = Cendres volcaniques blanches, pures; deux petites discontinuités ou joints de stratification mais aucune altération. Le sommet a été excavé et sculpté par l'eau ou le vent.

Y = Sol à caliche, concrétions calcaires de grosse dimension.

S 2 = Sable fin vert.

S 1 = Sable grossier oxydé (Grand Island ?).

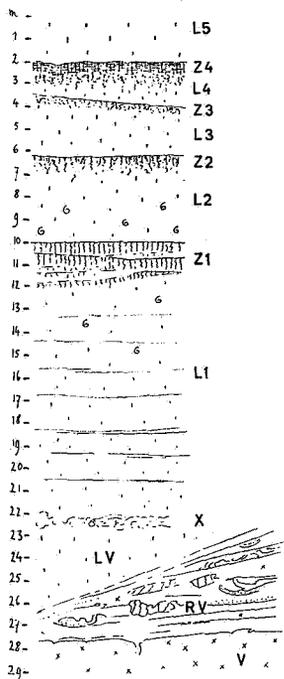
apporter un essai de solution. Je range cette tentative parmi les plus modestes et ne veux proposer à mes collègues et amis américains rien d'autre que de nouvelles hypothèses de travail.

A. — Complexité du Wisconsin loess.

Les différents « increments » supposés du Wisconsin loess n'ont pas été jusqu'ici formellement délimités dans les coupes. Cependant des coupures existent, sans qu'on puisse immédiatement les dater avec sécurité. Elles se répartissent sensiblement en quatre groupes.

FIG. 14. — Eustis Ash Pit, Nebraska.

(Sommet non observé.)



- L 5 = Wisconsin loess, environ 15 m de puissance.
- Z 4 = Sangamon soil, probablement complexe. Concrétions calcaires.
- L 4 = Loess (partie du Loveland).
- Z 3 = Zone de sol.
- L 3 = Loess (partie du Loveland).
- Z 2 = Zone de sol.
- L 2 = Loess fossilifère, mollusques (partie du Loveland).
- Z 1 = Double bande de sol avec localement limon interstratifié.
- L 1 = Loess fossilifère, mollusques; stratifié, poudreux vers le bas (partie du Loveland).
- X = Concrétions calcaires non indurées, représentant vraisemblablement le sommet du dépôt tufacé.
- LV = Mélange de cendres volcaniques et limon ?
- RV = Cendres et tuf redéposé, avec sable et rares graviers. On y voit des masses à contour anguleux et stratification dressée ou inversée (évoque sous toute réserve un transport à l'état gelé).
- V = Cendres volcaniques pures, Pearllette ashes.

- Vers le sommet, en Nebraska, le Brady soil, sol de prairie sous-jacent au Bignell loess.
- Vers le milieu ou le sommet, en Illinois-Iowa, un horizon de décalcification et d'érosion avec concentration de concrétions calcaires (poupées).
- Un horizon très net de solifluxion généralement localisé au contact des faciès Farmdale-Peorian.
- Localement vers la base (comme à Bignell, Nebraskan), de petits sols temporaires légèrement humiques qui peuvent, en s'intégrant, donner le faciès Farmdale.

Il se peut que les deux premiers groupes correspondent à la Michigan recession. Celle-ci est marquée, en Ohio et Michigan, par des paléosols assez discrets, soit gray-brown podsolised avec B en bandes sur les sables, soit, plus apparents, certains Fox soils décalcifiants sur graviers fluvio-glaciaires.

On observe, d'autre part, dans les loess une succession de zones réduites (grises) et oxydées (ocre), calcaires et non calcaires qui peuvent être dues en partie à des altérations secondaires mais en partie inhérentes au dépôt lui-même.

B. — Nature du Farmdale loess et du Farmdale drift.

La mise en évidence du faciès Farmdale à la base du Wisconsin loess a certes constitué une étape importante des connaissances.

Les datations absolues sont venues par après vérifier sa position tout en laissant place à des décalages non négligeables de place en place.

On a beaucoup insisté sur la décalcification du Farmdale loess, en supposant qu'un interstade Farmdale-Iowan pouvait être responsable d'une certaine pédogénèse. Il n'en est pas forcément ainsi car, au regard des séries loessiques européennes, le Farmdale apparaît comme un faciès de base assez répandu, évoquant une sédimentation éolienne très lente en conditions acides et donc décalcifié sur place. Il est probablement illusoire de lui accorder une valeur stratigraphique autre qu'un repère de faciès. D'autant plus qu'on a eu tendance à ranger sous le même nom des dépôts de toute autre nature, notamment des résidus de paléosols et des nappes de solifluxion.

Quant au Farmdale drift, on peut seulement dire qu'il eût été mieux servi avec un autre nom, car les corrélations stratigraphiques sont nulles.

C. — Nature de l'Iowan surface.

Je crois qu'il convient de parler d'Iowan surface et non d'Iowan drift, car ce qu'on a cartographié et figuré classiquement est bien une surface particulière et non une moraine qui puisse être repérée par des caractères intrinsèques; on n'y a fait usage que de caractères extrinsèques participant soit de sa surface (blocaux apparents, topographie légèrement onduleuse), soit de son recouvrement (pavement de cailloux éoliens

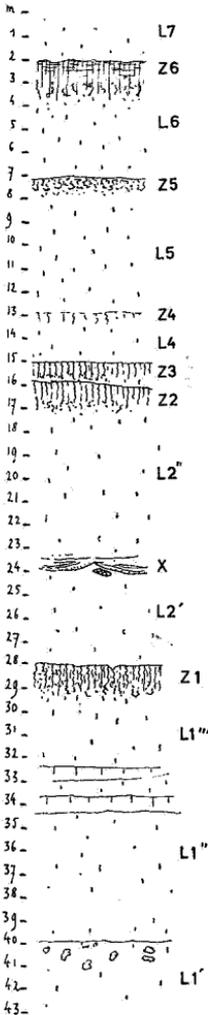


FIG. 15. — **Buzzard's Roost Canyon.**
(Profil synthétique le long de la route; sommet non observé.)

- L 7 = Wisconsin loess.
- Z 6 = Sangamon soil; c'est ici un sol de prairie sans horizon B textural mais avec des concrétions calcaires.
- L 6 = Loess calcaire.
- Z 5 = Zone de sol à caliche, beaucoup de calcaire déposé en concrétions ou fissures de diverses dimensions.
- L 5 = Loess calcaire.
- Z 4 = Petite zone de sol.
- Z 3 et Z 2 = Double bande de sol avec un peu de limon interstratifié.
- L 2'' = Loess calcaire.
- X = Petite surface d'érosion avec dépôt plus grossier, petits chenaux, concrétions calcaires remaniées et débris d'ossements. Ruissellement ou déflation ?
- L 2' = Loess calcaire.
- Z 1 = Zone de sol très développée avec à la fois horizon B textural et développement de concrétions calcaires.
- L 1'', L 1' et L 1' = Loess contenant probablement des cendres volcaniques. Un horizon de concrétions calcaires.

et sable ou sable limoneux, contact non décalcifié), soit de son contact inférieur par rapport à d'autres drifts. Ce qu'on a obtenu ainsi est un très bon portrait de surface périglaciaire, une sorte de « sandur » subarctique. Une autre preuve sur laquelle on n'a pas assez insisté est l'extrême abondance des phénomènes de cryoturbation, de solifluxion, de fentes de glace, de galets éoliens et de centres de déflation au sein de cette surface. Il reste à trouver la cause de l'extension et de la localisation de cette surface périglaciaire. Disons en passant que les phéno-

mènes périglaciaires réputés rares aux États-Unis y sont au contraire tout aussi abondants qu'en Europe.

Par une sorte de convention peu explicite chez les auteurs, on a coutume d'appeler Iowan drift le till supérieur qu'on peut observer à chaque affleurement sous l'Iowan surface et autre que les tills anciens, mais cette règle est insuffisante pour définir réellement une nappe morainique, car on ne peut nier que tout le relief ait subi une importante érosion. En effet, l'abondance des gros blocs résiduels est précisément réputée la meilleure caractéristique de l'Iowan.

On a beaucoup insisté sur un autre fait qui peut n'être qu'une preuve d'érosion rapide : l'absence de décalcification sous la couverture sableuse ou sablo-limoneuse. Des hypothèses fantastiques ont été imaginées comme par exemple celle-ci : l'Iowan drift n'aurait eu qu'une couverture très mince de glace fort fluide qui, sitôt disparue aurait fait place sans retard au sable de recouvrement.

Somme toute et pour dire les choses sans ambages, l'Iowan drift et l'Iowan stage pourraient bien être un leurre géologique. Chose étrange, il suffirait qu'on veuille bien les laisser à leur sort pour que disparaissent du même coup les contradictions de la stratigraphie du Wisconsin.

Quel pourrait être, dans l'interprétation favorisée ici, l'âge de la surface périglaciaire à laquelle je maintiens le nom d'« Iowan surface » ? La netteté et la puissance des accidents périglaciaires peut servir de guide, en suivant leur prolongement au milieu des formations qui recouvrent les régions voisines. Il existe en effet une zone pratiquement continue de solifluxion, cryoturbations ou sables grossiers, selon les endroits, dans la masse du Wisconsin loess ou à sa base. En Iowa, cette zone dérange presque toujours assez profondément le Farmdale, faciès de base, et c'est à partir d'elle que paraît démarrer réellement l'accumulation loessique. Ailleurs, les dérangements peuvent se situer dans la masse même de loess, plutôt vers la base toutefois. On arrive ainsi à ce résultat inattendu que l'Iowan surface occupe à peu près la position stratigraphique attribuée classiquement à l'Iowan drift.

D. — Complexité du Sangamon soil et du Loveland loess.

Cette double complexité n'a commencé à s'imposer que tardivement mais il n'y a pas de doute qu'elle fournira les éléments de travaux décisifs, particulièrement à l'ouest du Mississipi-Missouri.

On peut considérer, dans un trop bref aperçu, que dans les grandes plaines la formation de paléosols pré-Wisconsin fut interrompue par l'accumulation de couches successives de loess, avec un certain nombre de pauses, tandis que vers l'Est le Sangamon soil résulte d'une pédogénèse complexe de plus longue durée. Entre ces deux types extrêmes d'évolution, on trouve en Iowa diverses gradations.

E. — Complexité de l'Illinoian et Early-Wisconsin.

L'Illinoian drift a toujours été considéré comme une entité, mais rares sont ses affleurements qui, s'ils sont suffisamment puissants, ne suggèrent pas deux ou trois divisions au moins dans cette masse. Les discontinuités les plus apparentes sont soit des pavements de blocs (Bloomington lake, Illinois), soit des lentilles ou des masses limoneuses dont certaines contiennent des mollusques (région de Peoria). Il est assez évident dans ce dernier cas que ces dépôts n'ont pu se former sous un inlandsis continu.

Cette complexité est à rapprocher de celle du Loveland loess en Nebraska.

On peut se demander si l'Early-Wisconsin ne doit pas être rapproché de l'Illinoian plutôt que du Wisconsin classique; celui-ci forme un ensemble si bien défini qu'on ne peut en toute rigueur rien y ajouter pour rester en accord avec les règles de la nomenclature.

Reste aussi la possibilité de faire de l'Early-Wisconsin un stade indépendant, mais les affleurements connus jusqu'à présent sont trop disparates et trop peu nombreux pour supporter une démonstration complète.

A mon sens, Early-Wisconsin, Illinoian et Iowan drifts doivent faire l'objet d'une révision comparative sur des bases pétrographiques et il se peut fort bien qu'on soit amené à les regrouper en tout ou en partie. Pour ne citer que quelques exemples, il n'y a pas que je sache d'argument décisif qui fasse nier une parenté entre les tills inférieurs de Sidney (Ohio), Lake Bloomington spillway (Illinois), Quimby et Scranton n° 1 (Iowa).

SCHÉMA ET RACCORDS POSSIBLES.

Les considérations précédentes peuvent se résumer par la succession stratigraphique que voici, à laquelle, encore une

fois, je ne donne d'autre valeur que celle d'une hypothèse de travail :

Post-Glaciaire.

Wisconsin	}	Valders — dépôts éoliens sableux.
		Two Creeks recession.
		Cary — loess mince local.
		Michigan recession.
		Tazewell et Iowan surface — loess.

Phénomènes de pédisédimantation.

Sangamon soil complexe, interférant avec loess vers l'Ouest.

Illinoian

(+ Early-Wisconsin + Iowan drift pro-parte)	}	Glaciation complexe et étendue — loess, paléosols.

Yarmouth soil, très évolué, interglaciaire important.

Anciens tills du Kansan-Nebraskan avec paléosols.

Comme on le voit, les divergences d'interprétation qui s'introduisent dans ce schéma sont suffisantes pour décourager tout essai de raccord à plus grande distance et plus spécialement avec l'Europe.

Il sera toutefois utile de souligner l'invraisemblance des raccords habituellement suggérés (Wisconsin = dernier Glaciaire européen et Illinoian = avant-dernier Glaciaire du « Riss »).

En effet, Valders équivaut au Jonge Dryas, Two Creeks à Allerød, Cary à l'Oude Dryas magdalénien et Tazewell à à peu près l'âge de l'Aurignacien qui se trouve au sommet des loess récents de l'Ouest de l'Europe.

A partir de là, on a le choix entre trois possibilités. Ou bien les équivalents des trois (ou deux selon les auteurs) loess récents d'Europe occidentale sont absents aux États-Unis, ce qui représenterait presque tout le « Wurm ». On ne voit guère de raison à une telle dissymétrie.

Ou bien le Loess récent I par exemple doit être mis en parallèle avec l'Early-Wisconsin seul, qui est antérieur à 34,0 ou 37,0 B.P.

Ou bien il doit être mis en parallèle avec l'ensemble complexe (Early-Wisconsin + Illinoian), c'est-à-dire que certains loess récents ouest-européens équivaldraient au Loveland loess. Le Sangamon soil n'aurait en ce cas, du moins là où il n'est pas complexe, qu'une valeur d'interstade. Il s'étend certainement, en partie tout au moins, sur le laps de temps attribué au

« Göttsweiger interstadial » en Europe centrale et orientale (44,0 à 29,0 B.P.). Le Yarmouth soil serait, lui, le dernier véritable interglaciaire et aurait la valeur d'un « fendillé » de la séquence française.

Un préhistorien peut à bon droit se dire devant tant d'incertitude : quel dommage que les loess américains ne contiennent pas de silex taillés.

En Europe comme en Afrique et en Asie, la position de l'Acheuléen, du Micoquien, des différents faciès du Moustérien et du Paléolithique supérieur donnent à tout le moins, sous certaines réserves, une base de départ pour paralléliser les formations qui contiennent ces industries. Ici, l'absence d'artefacts fait apprécier mieux que jamais leur rôle possible de fossiles directeurs.

BIBLIOGRAPHIE.

- BRANNON, H. R., Jr et coll., 1957, Humble Oil Company radiocarbon dates. (*Science*, vol. 125, pp. 147-150, 1 tabl.)
 — 1957, Humble Oil Company radiocarbon dates. II. (*Ibid.*, vol. 125, pp. 919-923, 3 pl.)
- COLBERT, E. H., 1948, Pleistocene of the Great Plains. (*Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 59, pp. 541-588, 1 pl., 11 fig.)
- CONDRA, G. E., REED, E. C., GORDON, E. D., 1947, Correlation of the pleistocene deposits of Nebraska. (*Nebraska Geol. Survey Bulletin*, n° 15, 73 pp., 15 fig. Revised March, 1950, *Ibid.*, n° 15-A, 74 pp., 15 fig.)
- CRANE, H. R. et GRIFFIN, J. B., 1958, University of Michigan radiocarbon dates. II. (*Science*, vol. 127, pp. 1098-1105.)
- DEEVEY, E. S. et FLINT, R. F., 1957, Postglacial hypsithermal interval. (*Ibid.*, vol. 125, pp. 182-184, 1 pl.)
- ELIAS, M. K., SCHULTZ, C. B., STOUT, T. M., e.a., 1945, Symposium on loess. (*Am. Journ. of Science*, vol. 243, pp. 225-303, 4 pl., 9 fig., 9 tabl.)
- FLINT, R. F., 1953, Probable Wisconsin substages and Late-Wisconsin events in northeastern United States and southeastern Canada. (*Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 64, p. 897.)
 — 1953, Recent advances in North American Pleistocene stratigraphy. (*Eiszeitalter und Gegenwart*, Bd. 3, pp. 5-13, 2 tabl.)
 — 1955, Pleistocene geology of Eastern South Dakota. (*Geol. Survey professional paper*, n° 262, 173 pp., 7 pl., 36 fig.)
 — 1955, Rates of advance and retreat of margin of the Late-Wisconsin ice sheet. (*Am. Journ. of Science*, vol. 253, pp. 249-255, 2 fig.)
 — 1956, New radiocarbon dates and Late-Pleistocene stratigraphy. (*Ibid.*, vol. 254, pp. 265-287, 1 pl., 2 tabl.)
 — 1957, Glacial and Pleistocene Geology, 553 pp., 5 pl., fig. et table.

- FLINT, R. F. et DEEVEY, E. S., Jr, 1951, Radiocarbon dating of Late-Pleistocene events. (*Am. Journ. of Science*, vol. 249, p. 257.)
- FLINT, R. F. et RUBIN, M., 1955, Radiocarbon dates of Pre-Mankato events in Eastern and Central North America. (*Science*, vol. 121, pp. 649-658, 1 fig.)
- FORSYTH, J. L. et LA ROCQUE, A., 1956, Age of the buried soil at Sidney, Ohio. (*Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 67, n° 12, pt 2, p. 1696.)
- FRYE, J. C. et LEONARD, A. BYRON, 1952, Pleistocene geology of Kansas. (*University of Kansas Publications, State Geol. Survey of Kansas*, Bull. 99, 230 pp., 19 pl., 17 fig.)
- 1955, The Brady soil and subdivision of post-Sangamonian time in the midcontinent region. (*Amer. Journ. of Science*, vol. 253, pp. 358-364.)
- 1957, Ecological interpretations of Pliocene and Pleistocene Stratigraphy in the Great Plains region. (*Ibid.*, vol. 255, n° 1, pp. 1-11, 3 fig.)
- GOLDTHWAIT, R. P., 1952, The 1952 Field Conference of Friends of the Pleistocene. (Polycopié.)
- 1955, Pleistocene chronology of Southwestern Ohio. (*Guidebook Pleistocene Field Conference*, September 6-13, 1955. Polycopié.)
- HORBERG, L., 1953, Pleistocene deposits below the Wisconsin Drift in Northeastern Illinois. (*Illinois State Geol. Survey, Report of Investigations*, 165, 61 pp., 16 fig., 1 table, 2 pl.)
- 1956, Pleistocene deposits along the Mississippi valley in Central-Western Illinois. (*Ibid.*, 192, 39 pp., 1 plate, 15 fig., 1 table.)
- HORBERG, L. et POTTER, P. E., 1955, Stratigraphic and sedimentologic aspects of the Lemont Drift of Northeastern Illinois. (*Ibid.*, 185, 23 pp., 1 pl., 5 fig., 3 tables.)
- Iowa, Kansas, Nebraska and South Dakota Geological Surveys*, 1951, Road log 1951 Pleistocene field conference. (Polycopié.)
- KAY, G. F., 1943, The Pleistocene geology of Iowa. Part III. The bibliography of the Pleistocene geology of Iowa. (*Iowa Geological Survey, Special report*, 55 pp.)
- KAY, G. F. et APFEL, T. E., 1928, The Pleistocene geology of Iowa. Part I. The Pre-Illinoian Pleistocene geology of Iowa. (*Ibid.*, Special report, 304 pp., 63 fig., 3 pl.)
- KAY, G. F. et GRAHAM, J. B., 1943, The Pleistocene geology of Iowa. Part II. The Illinoian and Post-Illinoian Pleistocene geology of Iowa. (*Ibid.*, Special report, 262 pp., 89 fig.)
- LA ROCQUE, A. et FORSYTH, J., 1957, Pleistocene molluscan faunules of the Sidney Cut, Shelby County, Ohio. (*The Ohio Journ. of Science*, vol. 57 [2], pp. 81-89, 2 fig.)
- LEIGHTON, M. M., 1926, A notable type Pleistocene section : the Farm Creek exposure near Peoria, Illinois. (*Journ. of Geology*, vol. 34, pp. 167-174.)
- LEIGHTON, M. M. et WILLMAN, H. B., 1950, Loess formations of the Mississippi Valley. (*Ibid.*, vol. 58, n° 6, pp. 599-623, 9 fig., 3 tables.)
- 1953, Guidebook IVth Biennial Conference by various State Geological Surveys. (*Illinois Geol. Survey.*)

- LEIGHTON, M. M. et WRIGHT, H. E., Jr, 1957, Radiocarbon dates of Mankato Drift in Minnesota. (*Science*, vol. 125, pp. 1-6, 2 fig.)
- LEONARD, A. BYRON, 1953, Molluscan faunules in Wisconsinan Loess at Cleveland, Ohio. (*Am. Journ. of Science*, vol. 251, pp. 369-376, 1 fig.)
- 1957, Types of Late Cenozoic gastropods in the Frank Collins Baker collection, Illinois State Geological Survey. (*Illinois State Geol. Surv. Report of Investigations*, 201, 24 pp., 4 pl.)
- LIBBY, W. F., 1952-1955, Radiocarbon dating. (*University of Chicago Press*, 1st ed. 1952, 2e ed. 1955.)
- 1952, Chicago radiocarbon dates. III. (*Science*, vol. 116, pp. 673-681.)
- 1954, Chicago radiocarbon dates. IV. (*Ibid.*, vol. 119, pp. 135-140.)
- 1954, Chicago radiocarbon dates. V. (*Ibid.*, vol. 120, pp. 733-742.)
- LUENINGHOENER, G. C., 1947, The Post-Kansan geologic history of the lower Platte Valley area. (*University of Nebraska studies*, New series, n° 2, 82 pp., 29 fig., 1 map.)
- RUBIN, M. et ALEXANDER, C., 1958, U. S. Geological Survey radiocarbon dates. IV. (*Science*, vol. 127, pp. 1476-1488.)
- RUBIN, M. et SUSS, H. E., 1955, U. S. Geological Survey radiocarbon dates. II. (*Ibid.*, vol. 121, pp. 481-488.)
- 1956, U. S. Geological Survey radiocarbon dates. III. (*Ibid.*, vol. 123, pp. 442-448.)
- RUHE, R. V., 1952, Topographic discontinuities of the Des Moines lobe. (*Am. Journ. of Science*, vol. 250, pp. 46-56, 1 carte.)
- 1953-1954, Pleistocene deposits along C.R.I. and P. RR. relocations Southwestern Iowa. 25 sheets for research. (Polycopié.)
- 1954, Relations of the properties of Wisconsin loess to topography in western Iowa. (*Am. Journ. of Science*, vol. 252, pp. 663-672, 4 fig.)
- 1954, Pleistocene soils along the Rock Island relocation in southwestern Iowa. (*Bull. Am. Railway Engeneering Assoc.*, vol. 514, pp. 1-18.)
- 1954, Relations of the properties of Wisconsin Loess to topography in western Iowa. (*Am. Journ. of Science*, vol. 252, pp. 663-672, 4 fig.)
- 1955, Review of the relationships of Pleistocene stratigraphy, geomorphology, and soils in Pottawattamie, Cass and Adair counties, Southwestern Iowa. (*Guidebook VIIth annual field conference Midwest Friends of the Pleistocene*, 24 pp., 16 pl.)
- Geomorphic surfaces and the nature of soils. (*Soil Science*, vol. 82, n° 6, pp. 441-455, 6 fig.)
- 1956, Radiocarbon dates and pleistocene chronological problems in the Mississippi valley region : a discussion. (*Journ. of Geology*, vol. 64, n° 2, pp. 191-193, 1 fig.)
- RUHE, R. V. et DANIELS, R. B., 1958, Soils, paleosols and soil-horizon nomenclature. (*Proceed. Soil Science Soc. of America*, vol. 22, pp. 66-69.)
- RUHE, R. V. et GOULD, L. M., 1954, Glacial geology of the Dakota County area, Minnesota. (*Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 65, pp. 769-792, 10 fig., 4 pl., 2 tables.)
- RUHE, R. V., RUBIN, M. et SCHOLTES, W. H., 1957, Late Pleistocene radiocarbon chronology in Iowa. (*Am. Journ. of Science*, vol. 255, pp. 671-689, 5 fig., 1 pl.)

- RUHE, R. V. et SCHOLTES, W. H., 1955, Radiocarbon dates in central Iowa. (*Journ. of Geology*, vol. 63, n° 1, pp. 82-92, 5 fig.)
- 1956, Ages and development of soil landscapes in relation to climatic and vegetational changes in Iowa. (*Proc. Soil Science Soc. of America*, vol. 20, n° 2, pp. 264-273, 6 fig.)
- SCHOLTES, W. H., 1955, Properties and classification of the Paha loess-derived soils in northeastern Iowa. (*Iowa State College Journal of Science*, vol. 30, n° 2, pp. 163-209, 7 fig., 5 tables.)
- SCHOLTES, W. H., RUHE, R. V. et RIECKEN, F. F., 1951, Use of the morphology of buried soil profiles in the Pleistocene of Iowa. (*Proc. Iowa Acad. of Science*, vol. 58, pp. 295-306, 4 fig.)
- SCHOLTES, W. H. et SMITH, G. D., 1950, Some observations of the Paha of Northeast Iowa. (*Ibid.*, vol. 57, pp. 283-291, 3 fig.)
- SCHULTZ, C. B., LUENINGHOENER, G. C. et FRANKFORTER, W. D., 1951, A graphic resume of the Pleistocene of Nebraska (with notes on the fossil mammalian remains). (*Bull. Univ. Nebr. State Museum*, vol. 3, n° 6, pp. 1-41, 17 fig., 1 tabl.)
- SCHULTZ, C. B. et STOUT, T. M., 1941, Guide for a field conference on the Tertiary and Pleistocene of Nebraska. (*Ibid.*, 51 pp., 16 fig., 4 tabl., 1 pl.)
- 1945, Pleistocene loess deposits of Nebraska. (*Am. Journ. Sc.*, vol. 243, pp. 231-244, 2 pl.)
- SHAFFER, R. P., 1954, Extension of Tazewell glacial substage of Western Illinois and Eastern Iowa. (*Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 65, pp. 443-456, 8 fig.)
- 1956, Farmdale drift in Northwestern Illinois. (*Illinois State Geol. Survey, Report of Investigations 198*, 25 pp., 2 pl., 3 fig.)
- SMITH, G. D., 1942, Illinois Loess. Variations in its properties and distribution. A pedologic interpretation. (*Univ. of Illinois, Agric. Exp. Stat. Bull.* 490, pp. 139-184, 15 fig., 8 tables.)
- STOUT, T. M., 1950, The Pliocene-Pleistocene boundary in the great Plains region of North America. (*Int. Geol. Congres, « Report of XVIIIth session, Great Britain, 1948 », part IX*, p. 99.)
- SUESS, H. E., 1954, U. S. Geological Survey radiocarbon dates I. (*Science*, vol. 120, pp. 467-473.)
- THORP, J., JOHNSON, W. M. et REED, C. E., Some post-Pliocene buried soils of central United States. (*Journ. of Soil Science*, vol. II, pt 1, pp. 1-20, 2 pl.)
- WAYNE, W. J. et THORNBURY, W. D., 1955, Wisconsin stratigraphy of Northern and Eastern Indiana. (*Guidebook Pleistocene Field Conference*, September 6-13, 1955. Polycopié.)
- WHITE, G. W., 1951, Illinoian and Wisconsin drift of the Grand River lobe in Eastern Ohio. (*Bull. Geol. Soc. America*, vol. 62, pp. 967-978, 2 fig., 1 pl.)
- 1953, Sangamon soil and early Wisconsin loesses at Cleveland, Ohio. (*Am. Journ. of Science*, vol. 251, pp. 362-368, 1 fig.)
- WINSLOW, J. D., WHITE, G. W. et WEBBER, E. E., 1953, The water resources of Cuyahoga Ohio. (*Bull. U. S. Geol. Surv., Water Resources Div.*, vol. 26, 123 pp., 60 pl., 29 tables.)

- WRIGHT, H. E., Jr, 1953, Interbedded Cary drifts near Minneapolis, Minnesota. (*Journ. of Geology*, vol. 61, n° 5, pp. 465-471, 2 pl.)
- 1955, Valders drift in Minnesota. (*Ibid.*, vol. 63, n° 5, pp. 403-411, 1 pl.)
- 1957, The Mankato and Valders glaciations in the great lakes region. (Polycopié. A publier dans *Actes V Congrès INQUA*.)
- WRIGHT, H. E., Jr et RUBIN, M., 1956, Radiocarbon dates of Mankato Drift in Minnesota. (*Science*, vol. 124, pp. 625-626, 1 table.)
- ZUMBERGE, J. H., 1952, The Lakes of Minnesota. Their origin and classification. (*Bull. Minnesota Geol. Survey*, t. 35, 99 pp., 48 fig., 2 pl.)
- ZUMBERGE, J. H. et POTZER, J. E., 1956, Late Wisconsin chronology of the Lake Michigan Basin correlated with pollen studies. (*Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 67, pp. 271-288, 6 fig., 3 tabl.)
-