



Contributions à la géologie des Pays-Bas

<https://hdl.handle.net/1874/209698>

CONTRIBUTIONS

À LA

GÉOLOGIE DES PAYS-BAS.

PAR

DR. J. LORIÉ.

Bibliotheek
Instituut voor aardwetenschappen
Budapestlaan 4
3584 CD Utrecht

VI.

LES HAUTES TOURBIÈRES AU NORD DU RHIN.

Extrait des Archives Teyler, Série II, T. VI, Quatrième Partie.

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT

HAARLEM,
LES HÉRITIERS LOOSJES.
1895.

Proeven ter Correctie.			Bladzijden
Nel	Eerste correctie	Imprimatur	Copie.
I.	15 October 1894	21 October	21.
II.	26 October.	29 "	23.
III.	4 November.	8 November.	23.
IV.	11 "	14 "	25.
V.	12 December.	16 December.	25.
VI.	17 "	20 "	24.
VII.	19 "	22 "	26.
VIII.	20 "	23 "	22.
IX.	1 Januari 1895.	6 Januari.	22.
X.	3 "	9 "	25.
XI.	5 "	10 "	25.
XII.	10 "	14 "	24.
XIII.	13 "	17 "	23.
XIV.	16 "	20 "	23.
XV.	19 "	23 "	23.
XVI.	27 "	3 Februari	23.
XVII.	29 "	5 "	20.
XVIII.	5 Februari	9 "	20.

Titel, inhoud, platenverklaring.

6 Februari

9 "

Presentexemplaren ontvangen

1 Mei.

Referaat van F. L. Geinitz. Neues Jahrbuch 1897. II. 348.

TABLE DES MATIÈRES.

Contributions à la Géologie des Pays-Bas VI.

Les hautes Tourbières au nord du Rhin par Dr. J. LORIE.

Première Partie. Les Tourbières du Versant occidental du Plateau de Drenthe.	
I. Haute Tourbière de Drachten	Pag. 2.
II. Haute Tourbière de Rottevalle	" 8.
III. Haute Tourbière de Zevenhuizen	" 10.
IV. Haute Tourbière de Wijnjeterp — Gorredijk.....	" 13.
V. Haute Tourbière de Smilde	" 16.
VI. Haute Tourbière de Makkinga	" 25.
VII. Haute Tourbière de Frederiksoord	" 27.
VIII. Haute Tourbière de Koekange.....	" 29.
Seconde Partie. Les Tourbières des deux Côtés du Vecht.	
IX. Haute Tourbière de Hoogeveen — Coevorden.....	" 31.
X. Haute Tourbière de Staphorst.....	" 41.
XI. Haute Tourbière de Hardenberg — Almeloo.....	" 43.
XII. Haute Tourbière de Radewijk — Wilsum.....	" 50.
XIII. Haute Tourbière, dite „Syen-Venne”.....	" 53.
Troisième Partie. Les Tourbières du Versant oriental du Plateau de Drenthe.	
XIV. Haute Tourbière de Schoonoord	Pag. 54.
XV. Terrain entre l'Eems et le Vecht.	
A. Voisinage de l'Eems à Rheine	" 61.
B. Environs de Salzbergen et d'Emsbüren	" 62.
C. Environs de Lingen et de Lohne.....	" 63.
D. Environs de Schütorf et de Nordhorn.....	" 64.
E. Environs de Neuenhaus	" 66.
XVI. Haute Tourbière de Bourtange.	
1. Bord oriental et Rive gauche de l'Eems.	
A. Environs de Meppen	" 68.
B. Environs de Wesuwe	" 69.
C. Environs d'Altenberge.....	" 70.
D. Environs de Rhede	" 71.
E. Niveaux relatifs du Sous Sol de la Tourbière.....	" 73.

2. Bord occidental, le long du Hondsrug.	
A. Environs d'Emblicheim et de Schoonebeek	Pag. 76.
B. Environs de Dalen	" 78.
C. Le Hondsrug	" 80.
D. Haute Tourbière de Winschoten	" 85.
3 Pays de Westerwolde.	
A. Environs de Ter-Apel et de Sellingen	" 88.
B. Environs de Vlachtwedde et d'Onstwedde	" 94.
C. Environs de Bourtange et de Bellingwolde	" 96.
D. Récapitulation. Considérations générales et climatologiques. Blytt	" 99.
Quatrième Partie. Les petites hautes Tourbières de l'Overijssel.	
XVII. Haute Tourbière de Nijverdal	" 103.
XVIII. Haute Tourbière de Rijssen	" 105.
XIX. Haute Tourbière de Diepenheim	" 107.
XX. Haute Tourbière de Gronau	" 108.
XXI. Haute Tourbière de Haaksbergen	" 110.
Cinquième Partie. Les Tourbières du Sud-est de la Gueldre et de la Province d'Utrecht.	
XXII. Haute Tourbière de Zwillbroek	" 112.
XXIII. Haute Tourbière, dite „Kloosterveen”	" 115.
XXIV. Haute Tourbière, dite „Witte Veen”	" 116.
XXV. Haute Tourbière, dite „Korenberger Veen”	" 117.
XXVI. Tourbière noire ou „Zwarte Veen”	" 119.
XXVII. Haute Tourbière de Soest	" 123.
XXVIII. Récapitulation	" 125.
Sixième Partie. Aperçu de la Littérature géologique sur les hautes Tourbières.	
1. Staring	Pag. 128.
2. Lorié	" 131.
3. Borgman	" 132.
4. Grisebach	" 133.
5. Lesquereux	" 134.
6. Pokorny	" 134.
7. Senft	" 134.
8. Kutzen	" 135.
9. Nöggerath	" 136.
10. Jentzsch	" 136.
11. Schacht	" 137.
12. Früh	" 138.
13. Früh	" 138.
14. Fischer-Benzon	" 138.
15. Sitensky	" 140.
16. Primics	" 142.
17. Résumé	" 144.

CONTRIBUTIONS
À LA
GÉOLOGIE DES PAYS-BAS.

PAR
DR. J. LORIÉ.

VI.

LES HAUTES TOURBIÈRES AU NORD DU RHIN.

Le 24 Juin 1890 nous fîmes avec feu M. H. Hartogh Heys van Zouteveen une excursion en voiture dans les environs de la ville d'Assen. Nous visitâmes en quelques points le bord de la vaste tourbière de Smilde, qui s'étend jusque près de la ville et nous remarquâmes que la tourbe y est toujours à un niveau plus bas que le sol sableux voisin. Cette observation, faite en passant, nous engagea à faire une série de recherches cette année et les trois suivantes, ayant pour but de nous éclaircir sur cette question: la haute tourbière est-elle toujours plus basse que le sol sableux voisin et est-ce-là la cause unique de sa formation dans tel ou tel endroit et non dans un autre?

Nous voulons dans ce traité examiner les hautes tourbières de notre pays, au nord du Rhin, en allant du N. au S. et nous verrons que les conditions physiques et géologiques varient passablement d'une tourbière à l'autre. Nous allons nous occuper exclusivement de ces dernières et non des détails botaniques, fort intéressants aussi, mais qui ont jusqu'ici été traités de préférence par les différents savants.

Première Partie.

Les Tourbières du Versant occidental du Plateau de Drenthe.

I. HAUTE TOURBIÈRE DE DRACHTEN.

Drachten, un des villages les plus connus de la Frise, est situé sur une des limites naturelles de la tourbière, dont nous allons nous occuper, et à laquelle il donnera son nom.

Cette limite est un dos de Diluvium scandinave, très peu apparent. La surface n'y est généralement que du sable et ce n'est qu'occasionnellement que des cailloux de silex ou de granit révèlent le gravier du sous-sol. Ainsi nous avons observé au S. de Drachten, dans un nouveau fossé, l'argile à blocs jaune-grisâtre, cachée sous 2 d.M. de sable fin.

En suivant le dos vers le sud, on aperçoit près de la barrière sur la chaussée une légère inclinaison du sol vers la vallée de l'„Oude-Dreit,” ruisseau très insignifiant. La présence d'un terrain plus bas, d'un chenal, se révèle principalement par le contraste que forment les bonnes prairies avec le bois ou les terres cultivées des deux côtés. Le sol y est du sable fin avec quelques parcelles de tourbe de marais; il a une très légère pente de l'E. à l'O.

Quant au sol à l'est du dos sus-nommé, il est impossible d'y voir une différence de niveau; pourtant à environ 600 M. de la chaussée, près du petit canal de l'„Overste-Wijk,” on y creuse 2 d.M. de tourbe, qui avait été autrefois recouverte de sable et un peu plus loin au nord, on en enlève jusqu'à 5 d.M. Ici elle constitue encore la surface naturelle du sol, d'où l'on peut déduire une élévation un peu plus grande du dos de Drachten, par rapport au sous-sol de la tourbière.

Plus à l'est, ce sous-sol se relève de nouveau, vers le canal du „Nieuwe-Vaart” et on y reconnaît facilement l'argile à blocs. Cette pente du sol à l'ouest est le plus sensible près du petit canal de „Selmiens-Wijk,” dirigé au N.E., auquel aboutissent plusieurs canaux latéraux du „Zuider-Dwarsvaart”; la différence de niveau y a été évaluée à 1 M.

Au nord du village de Drachten, on ne peut non plus observer directement une différence de niveau entre le sol du dos et le sous-sol de la tourbière entamée. Les traces du Diluvium scandinave

y sont également peu apparentes; on en observe de temps à autre le long de la route de „Groninger-Opende,” dite „Folgora-Laan.” D’abord ce ne sont que des morceaux isolés de silex, devenant bientôt plus nombreux, associés à d’autres de granit; ensuite on voit apparaître quelques restes de l’argile à blocs, qui deviennent de plus en plus fréquents. De même que plus au sud, le sol monte très légèrement à l’est jusqu’aux restes de la tourbière, qui constituent des champs cultivés. Ici encore on a recouvert de \pm 1 d.M. de sable les restes de la couche de tourbe.

On observe la même pente, e. a. au S.O. du petit village de Rottevalle, là, où la route en briques devient route de gravier, le long de la chaussée qui conduit au village, ainsi que le long de quelques petits canaux (wijken). Dans le village même, cette pente est accentuée par une petite écluse avec une chute d’eau d’environ 1 M. vers les prairies basses de l’ouest. D’ici à Drogeham, on aperçoit à plusieurs reprises le Diluvium scandinave à la surface, les champs labourés montrent du sable avec des morceaux de silex, de granit et de quartzite. A mi-chemin dans le hameau de Blauwhuis, on traverse une dépression très distincte, accentuée par l’étang „Wijde Pet,” allongé du N.E. au S.O. La profondeur n’en dépasse guère 1 M.; on y voit presque partout croître des roseaux, de sorte qu’il pourrait se remplir de tourbe au bout d’un certain nombre d’années. Cette dépression est probablement un des centres, où a commencé le développement de la haute tourbière, dont on trouve encore, près des bords, quelques restes de $\frac{1}{2}$ M. d’épaisseur.

Au-delà de cette dépression, le terrain monte de nouveau; une petite colline y forme un bout de la limite naturelle de la tourbière et produit l’anse très distincte, figurée sur la carte géologique, au hameau de „Vierhuizen.” Ici, comme à Roode-Schuur, à Surhuisterveen, etc. le Diluvium scandinave se montre à tout moment (la carte géologique ne donne que du Diluvium sableux), mais ne se compose que de sable avec une multitude de petits cailloux, principalement des silex.

La pente occidentale de la colline porte une petite tourbière locale, qui n’atteint pas la chaussée. Elle est située entre Vierhuizen et Hamshorn (au S. de Drogeham) et n’est probablement qu’une marmite de géant de grande dimension.

Buweklooster paraît être situé sur une autre petite colline, que coupe la route. La pente générale de cette partie de la haute tourbière au nord est facile à observer, d’abord au commencement de

la chaussée d'Augustinusga, ensuite le long du „Turflaan,” petite route de sable, qui va de cette chaussée au S. vers Roode-Schuur (on y voit les prés faire place aux pâturages et ceux-ci aux terres labourables), puis dans la petite écluse de Roode-Schuur, avec une chute de 1—1,5 M.

Quant aux restes de l'ancienne tourbière, j'en ai trouvé un tout près et à l'O. du pont de Buwetille (entre Roode-Schuur et De Jirden); il avait encore une épaisseur de 1,75 M. Tout près et au N.O. de Surhuisterveen, j'en ai vu un autre, enlevé en partie, converti en prairie et figurant sur la carte géologique. Le sous-sol du premier fragment est très ondulé; tantôt c'est du sable assez sec, tantôt un étang. Il en est de même dans le hameau de De Jirden et dans le village de Surhuisterveen.

Au nord du premier, on observe d'abord la pente orientale de la colline de Vierhuizen, avec son reste de tourbière entamée; sa pente méridionale forme en même temps la rive du „Wijde Pet”

A Surhuisterveen, la pente générale est aussi à l'est. On la voit d'abord dans le canal de navigation oriental, qui débouche dans l'Oude-Vaart et dont le niveau est de 0,4 M. — A. P. (Frieslands Boezem). A l'autre côté du village aboutit le canal occidental, avec un niveau de 1 M. + A. P. en moyenne (Water van Surhuisterveen), et en suivant ce canal à l'ouest on le voit former une coupure de plus en plus profonde dans le sol, qui montre à plusieurs reprises dans les fossés l'argile à blocs sableuse. A De Jirden le sous-sol de la haute tourbière est encore au-dessus du niveau du canal, à Surhuisterveen, il est en-dessous.

Pourtant, d'ici à Opende (en Groningue), le sol monte de nouveau, pour baisser ensuite à l'E., après avoir atteint son point culminant. Il en est précisément de même au S. et surtout au S.E., vers la vallée de l'„Oude-Dwarsdiep.”

Cet angle de la haute tourbière, dont le sous-sol est encore le Diluvium scandinave, argileux et assez riche en erratiques, gros et petits, offre une bonne occasion d'étudier la transformation graduelle de la bruyère ordinaire en tourbière. En plusieurs endroits, la première est visiblement plus élevée et passe en tourbe de gazon, qui est exploitée en son entier ou bien dans les parties les plus épaisses seules. Ces dernières ne sont que les marmites de géant bien connues, isolées sur la bruyère sableuse, mais reliées de plus en plus par la tourbe de gazon près de la tourbière continue.

On arrive ainsi dans la prolongation de la vallée sus-nommée

de l'„Oude-Dwardsdiep,” où la haute tourbière est encore dans son état original, tantôt bruyère, tantôt prairie, assez bien drainée. Elle ne porte d'abord que des bruyères, mais en devenant plus basse et plus humide, il y apparaît des joncs, qui deviennent de plus en plus abondants; il s'y joint des herbes, les bruyères disparaissent graduellement et les joncs suivent leur exemple. L'abondance des joncs dans les prairies n'est pourtant pas seulement une indication de l'humidité relative, mais aussi du soin que le paysan prend de sa propriété. On remarque facilement une grande différence à cet égard entre les parcelles voisines; la profondeur et l'entretien des fossés et par conséquent le drainage plus ou moins bien réglé, y jouent un grand rôle. Du reste c'est déjà Staring qui („Sol des Pays-Bas”, I, pag. 50) a relevé, que „nulle part la transition ne s'observe plus clairement qu'entre Marum et Opende, où l'„Oude-Diep” (ce doit être Oude-Dwardsdiep) a sa source dans la tourbière. Ici, le passage de la haute tourbière à celle de marais est presque imperceptible.”

Il est assez probable que la tourbe de marais de cette vallée est aussi en continuité directe avec la haute tourbe de De Wilp (Zevenhuizen); ce n'est pourtant qu'une continuité secondaire et de peu d'importance et c'est à la haute tourbière de Drachten, qu'appartient à bon droit la vallée de Marum comme chenal de drainage.

Tout près d'ici l'épaisseur minime de la tourbière a donné lieu à une vaine exploitation. Les petits canaux ramifiés à l'ouest de Trimunt paraissent n'avoir jamais été employés, puisqu'ils ont été creusés dans une tourbe à gazon. Ils ont un aspect entièrement différent de tous les autres.

Entre la borne 13 de la frontière friso—groningoise et le village de Drachten, le sol baisse continuellement; d'abord il forme principalement du terrain labouré avec quelques prairies, ces dernières deviennent de plus en plus fréquentes et finissent par occuper la surface entière. Celle-ci est partout du sable, sous-sol de l'ancienne tourbière.

Le long du canal d'Ureterp, le sol n'est également que du sable, qui repose sur de l'argile à blocs ordinaire; on observe e. a. le long du canal et à côté des fossés plusieurs gros erratiques, qui diminuent en nombre et disparaissent entièrement à Dalen; ici le canal a été creusé entièrement dans le Diluvium sableux, qui s'épaissit donc de l'E. à l'O. Quant à la tourbe, elle n'a été enlevée qu'incomplètement le long du canal; on en voit des restes à chaque

moment, ainsi que dans le hameau de Selmien, entre Ureterp et Beetsterzwaag, où la partie inférieure en a été convertie en prairie et ressemble fort à la tourbe de marais. Des restes épars nous rappellent l'état primitif et nous apprennent qu'il y a au moins 4 d.M. d'enlevés.

Entre Ureterp et Olterterp, le sous-sol est partout encore le Diluvium sableux sans aucun caillou; plus loin au S. le Diluvium scandinave incontestable revient à la surface et y constitue un dos très apparent, avec des dunes et des marmites de géant, et parallèle à la vallée du Koningsdiep.

Nous sommes donc revenu ici à notre point de départ, la petite vallée de l'„Oude Dreit.”

Avant de résumer les différentes observations que nous avons faites dans cette haute tourbière et sur ses limites, nous voulons mentionner ce qu'en dit la carte du „Waterstaat.”

La partie septentrionale correspond assez bien au „Waterschap der Compagnons van Surhuisterveen”, dont le niveau de l'eau est en moyenne à 1 M. + A. P. Au sud se trouve une autre partie, dont la moitié occidentale correspond au „Water van Rottevalle (laagste pand),” d'un niveau de 0.50 M. — A. P., et la moitié orientale au „Water van Rottevalle (bovenste pand),” dont le niveau de l'eau n'est pas indiqué sur la carte du Waterstaat, mais qui est naturellement plus élevé que le précédent.

La partie méridionale de l'ancienne tourbière est partagée entre trois „Waterschap.” Celui de l'ouest s'appelle „Noorder- en Zuider-Dwarsvaart” et a un niveau de 1,75 M. + A. P.; celui du N.E. s'appelle „Compagnons-Dwarsvaart” et est plus élevé (sans chiffre indiqué), et celui du S.E. s'appelle „Ureterper-Vaart” et a un niveau de 2,8 M. + A. P.

On peut en conclure qu'il y a deux parties plus élevées, séparées par une partie plus basse, que la partie septentrionale est moins élevée que la méridionale, qui monte de l'O. à l'E. et au S.E.

Résumons maintenant nos propres observations. Le sous-sol de notre haute tourbière est le Diluvium scandinave dans les parties orientale et septentrionale et assez près du dos de Drachten et du terrain élevé d'Ureterp. C'est le Diluvium sableux, mince vers les bords, plus épais au milieu, e. a. à Dalen.

Les terrains voisins sont en partie plus élevés et constituent ainsi une limite naturelle pour la tourbière. C'est d'abord le dos de

Drachten, qui est du moins un peu plus élevé que le sol avoisinant de l'E., jusqu'au „Dwarsvaart.

Ensuite nous avons la colline bien prononcée de Vierhuizen et la colline plus petite de Buweklooster; puis, le vaste terrain entre Surhuisterveen et la vallée de l'Oude-Dwarsdiep et finalement les environs de Friesche-Palen, Ureterp et Olterterp.

La pente du sous-sol est en général à l'ouest; mais au nord de Surhuisterveen elle est à l'est et au nord, à cause de la colline de Vierhuizen.

Les terrains plus élevés, que nous venons de mentionner, sont séparés par des intervalles plus bas qui ont pu fonctionner comme centres de la formation de la tourbe. Ce sont: la dépression entre Surhuisterveen et Blauwhuis, accentuée dans l'étang „Wijde Pet," la vallée peu profonde de l'Oude-Dreit et la partie supérieure de la vallée de l'Oude-Dwarsdiep. Or, ces deux premières se dirigent à l'O., ce qui est aussi la pente générale du sol; la dernière, au contraire à l'E., donc en sens inverse, puisque nous sommes ici tout près du bord septentrional du plateau de Drenthe. À cette exception près, le sous-sol a une pente très faible du S.E. au N.O., ce qui produit un sol humide, propre à la formation d'une haute tourbière. Les dépressions sus-nommées, ainsi que les marmites de géant, que nous avons citées à plusieurs reprises, ont favorisé sans doute le développement de la haute tourbière, quoique la pente générale, trop faible pour laisser s'écouler à la surface l'eau de pluie, ait été la principale cause de son grand développement.

La limite septentrionale du plateau de Drenthe étant irrégulière, notre haute tourbière se trouve en partie sur une protubérance de cette limite. La conséquence en est que le sous-sol de cette partie baisse des trois côtés, par conséquent aussi à l'est, tandis que la pente de la plus grande partie est à l'ouest. Cet état du sol a causé aussi un écoulement des eaux de fonte quaternaires au nord-est, et par conséquent la formation d'un chenal beaucoup trop large pour les besoins actuels. Comme de coutume, ce chenal (Oude-Dwarsdiep) s'est rempli de tourbe de marais, qui s'est couverte peu à peu d'une haute tourbière dans sa partie supérieure.

II. HAUTE TOURBIÈRE DE ROTTEVALLE.

Nous venons de mentionner ce village, situé sur le bord de l'ancienne haute tourbière de Drachten. Or, la carte géologique en représente une autre, à quelque distance à l'ouest, entièrement enlevée et entourée principalement de Diluvium sableux, excepté au sud-ouest, où s'observe la tourbe basse. Cette dernière a été enlevée à son tour en partie, comme la haute tourbe l'a été en son entier, et a été remplacée par un étang „De Leijen.” Le Diluvium scandinave ne figure sur la carte que plus au sud ; cependant nous avons vu près de Drachten qu'il n'arrive pas directement à la surface, mais reste caché sous 2—3 d.M. de sable fin, faisant partie du terme géologique hétérogène du Zanddiluvium. Il en est précisément de même en quelques points le long de la chaussée de Drachten à Nyega, où nous avons observé l'argile à blocs ordinaire sous une mince couche de sable, ainsi qu'au nord de cette chaussée, le long de l'„Opeinder-Vaart” et dans plusieurs fossés du „Zwartveen” (tourbière noire), la partie méridionale de notre tourbière. Près de ce canal, l'argile contient même un grand nombre d'erratiques. Si donc le dos de Drachten a le droit de figurer comme Diluvium scandinave sur la carte, il en est parfaitement de même d'une bonne partie du terrain jusqu'à la tourbière, qui nous occupe, et de son sous-sol.

Le canal sus-nommé passe tout près de la limite méridionale de ce „Zwartveen”, avant d'aboutir à l'étang „De Leijen” Elle coïncide assez bien avec une petite route „Voormalige Leidijk” et avec un abaissement très visible du sol, au bord d'une terrasse de quelques décimètres de hauteur. On peut la tracer facilement sur la carte en réunissant les extrémités des fossés larges et étroits, qui aboutissent au lac et on conçoit facilement qu'il se soit formé autrefois une tourbière en bas de cette petite terrasse, où le sol doit naturellement être plus humide.

De quelle manière cette terrasse s'est elle formée ? Nous croyons devoir la considérer comme le produit de l'érosion d'un ruisseau de fonte de la glace quaternaire pendant son retrait. Après avoir pris comme tels les vallées de la Linde, du Tjonger et du Koningsdiep, il n'est que conséquent d'y joindre les tourbières basses allongées, bordées de Zanddiluvium, entre Bergum et Suameer et entre Buitenpost et Augustinusga, et il est naturel que de temps à autre on y rencontre un bout de rive plus raide qu'ailleurs.

Entre ce bord de la terrasse et le lac on observe dans les fossés et à fleur d'eau d'abord l'argile à blocs, ensuite le sable fin, appelé Zanddiluvium, et finalement la tourbe basse des environs du lac.

Vers le nord-est nous n'avons plus observé ce bord de terrasse, mais bien une pente très distincte vers le N.O. Il en a été de même dans la vaste prairie, appelée „Het Bildt,” à l'ouest de Rottevalle, où nous avons trouvé quelques faibles traces de l'ancienne tourbière et à plusieurs reprises l'argile à blocs. La pente du sol au N.O. y est aussi démontrée par la présence d'un fossé en cul-de-sac, dirigé vers le S.E., ayant probablement servi autrefois au transport de la tourbe.

La partie septentrionale de notre haute tourbière porte sur la carte topographique le nom de „Witveen” (tourbière blanche), dû aux sphagnes mortes. Or, cette ancienne tourbière est traversée en sa longueur par un fossé semblable, se terminant en cul-de-sac au N.E. En raisonnant d'après le dessin de la carte topographique, qui montre des prairies sur le sol de l'ancien Witveen (du moins avec peu d'exceptions), mais des terrains labourés (donc plus secs) vers l'O., le N. et l'E., on tirerait la conclusion que le sol y constitue un ancien chenal relativement court et large, allant du N.N.E. au S.S.O. L'eau de fonte glaciaire aurait donc coulé dans cette direction et aurait fait une courbe vers l'O. ou le N.O., en produisant ainsi la terrasse du „Zwartveen.” Dans le terrain du „Witveen,” nous n'avons pas pu faire d'observations directes, vu le peu de temps que nous avons à notre disposition. Il y avait tant de fossés, de bosquets, de haies, etc., qu'il était impossible d'avoir une vue tant soit peu satisfaisante sur cette contrée, de sorte que nous devons nous contenter des conclusions tirées de l'examen des cartes.

En somme, une pente au S.O. et à l'O. est très distincte; on voit facilement que le village de Rottevalle est situé plus haut. Cette pente fait descendre le sol assez bas à l'O., pour qu'il s'y développe une tourbière basse, sur le bord de laquelle s'est développée une tourbière haute, qui s'est étendue graduellement sur le terrain avoisinant. Au S.E. elle s'est étendue jusqu'à la terrasse sus-mentionnée, au N.E. jusque dans un ancien chenal d'érosion quaternaire. Elle s'est donc étendue jusqu'à ce que le sol est devenu trop sec ou bien trop humide. Le premier cas se présente au S., à l'E., au N. et au N.O., le second au S.O.

Il faut relever encore que le bord septentrional de notre tour-

bière se trouve assez près de la partie la plus basse de la tourbière de Drachten et qu'il y a peut-être un rapport quelconque entre les deux dépressions.

III. HAUTE TOURBIÈRE DE ZEVENHUIZEN.

C'est à peu près au centre de cette tourbière qu'est situé le village de Zevenhuizen, qui lui prête son nom. Commençons l'examen des limites à l'extrémité S.O., dans le village de Bakkeveen. Les environs en sont plus élevés que la haute tourbière, p. e. le long du canal dit „Friesche Palen-Vaart.” A peu de distance du village, on voit pourtant le sol baisser assez vite vers la vallée du „Konningsdiep.” A côté de la tourbe de marais ordinaire s'est développée une haute tourbière, étroite d'abord, (sur les rives de la vallée), mais s'élargissant et s'épaississant en amont jusqu'à ce qu'elle remplit la vallée entière. Elle constitue en cet endroit le court rejeton, qu'indique Staring sur sa carte géologique, qui est traversé par un canal, le „Lange-Wijk” et repose, vers De Wilp, sur l'argile à blocs, gris-blanchâtre, pauvre en erratiques et dans laquelle on voit plusieurs marmites de géant.

Le sol avoisinant, constitué par le même Diluvium, se relève de l'autre côté de la vallée au-dessus de la tourbière et baisse visiblement à l'ouest, ainsi que l'indique le courant du canal, de sorte qu'au nord du „Kromhoeksterbrug” la différence de niveau est devenue invisible et que la tourbière y touche à sa fin. Nous avons trouvé, pour l'épaisseur de la tourbe, 1 M. dans le fossé de la limite provinciale et, plus près du canal même, 4 et 2 d M. Dans cette contrée il nous a paru, que la limite de la haute tourbière devra être avancée vers le canal et vers l'O, de sorte qu'il y a probablement une continuité accidentelle, ou plutôt secondaire, avec celle de Drachten; la chaussée de „Friesche Palen” à Marum en Groningue e. a. passe en partie sur la haute tourbière, qui repose sur l'argile à blocs. Elle s'étend jusqu'à la colonie de „Trimunt,” où elle est marécageuse en partie, exploitée comme tourbière ou bien cultivée de blé sarrasin, etc. Cette colonie est une colline de Diluvium scandinave assez étendue, portant aussi des sables mobiles et entourée de la haute tourbière.

En allant plus loin, au N.E., on observe encore, près de De Haar (au S.O. de Marum) une rive plus élevée, qui porte quelques tour-

bières locales. Il n'est pourtant pas facile d'y indiquer partout la limite de la tourbière, parce qu'on y améliore en plusieurs points le sol cultivé au moyen des abatis floconneux de la tourbière (turfstrooisel), ce qui fait penser d'abord que c'est la tourbe primitive. Le Diluvium scandinave y est représenté, près de la crête, par l'argile à blocs.

En dépit de cette rive ostensible, l'eau dans le canal, dit „Akkermans-Wijk” a, dans une écluse, une chute de 0,5 M. du S. au N. La cause de cette contradiction est pourtant bien simple, le canal traversant un dos sableux peu large, pour déboucher ensuite dans une vallée plus profonde, celle de l'„Oude-Dwardsdiep,” dans laquelle est bâti le village de Marum.

En continuant notre examen à l'est, nous arrivons à la belle ferme „De Linde,” située tout près de la limite et sur la crête étroite de la rive; le sol sableux descend au N. ainsi qu'au S. et reste visible dans quelques fossés de la tourbière. La surface de celle-ci est assez convexe, la tourbe augmente donc rapidement en épaisseur. Nous observons la même particularité — synclinale visible des surfaces sableuse et tourbeuse — dans la tourbière de Wijnjeterp, qui montre le mieux la convexité bien connue.

En suivant le canal, dit „Jonkers-Vaart,” l'argile à blocs se montre à plusieurs reprises comme sous-sol, ainsi qu'à Zevenhuizen. L'eau du canal coule à l'E., donc dans une direction opposée à celle des canaux que nous venons de mentionner. Cet état de choses n'a pourtant pas l'importance que nous y attachons habituellement, car nous nous trouvons non-seulement sur la pente occidentale du plateau de Drenthe, mais aussi tout près de sa pente septentrionale et près d'un centre de commerce important, la ville de Groningue. Ces deux circonstances ont dû peser lourd dans la balance pour décider la direction de descente dans la basse plaine, contre nature, il est vrai, puisque la pente du sous-sol est la même que dans les autres tourbières analogues, savoir du N.E. au S.O.

La rive septentrionale de la tourbière garde le même aspect, tout à Nuis qu'à Oldebert, où son caractère de dos plus élevé saute aux yeux à cause du voisinage de la vallée vivante de l'„Oude-Dwardsdiep” au nord. Près de ces villages, le Diluvium scandinave est probablement caché sous du sable fin; on n'en observe que de rares traces. Ces relations de niveau sont plus ostensibles encore dans le village de „De Leek,” sur la frontière des provinces de

Drenthe et de Groningue et à la base de la pente septentrionale, relativement raide, du plateau de Drenthe. Elle est accentuée dans trois écluses, l'une près de l'autre, établissant la communication entre les canaux de la tourbière et ceux de la basse plaine de la Groningue.

De l'autre côté de ce village on observe un rejeton de la couche de tourbe basse, dont une grande partie a été détruite par les vagues de la mer. Une autre partie a été enlevée par l'homme et très souvent la nature a continué son travail, en réunissant et agrandissant les trous creusés pour y faire naître des étangs et des lacs. Telle est l'origine du lac „De Leyen,” dont nous venons de parler, ainsi que du „Lac de De Leek,” qui se trouve assez près du village du même nom et est entouré partout de la basse tourbe.

La partie voisine (N.E.) de la haute tourbière commence par deux racines, séparées par un dos très prononcé de Diluvium scandinave, qui se continue dans le sous-sol de la tourbière, comme le prouvent nombre d'erratiques sur les bords du canal. Ce dos n'est à son tour qu'un rejeton de la bruyère de Roden et de „Ten-Heyl,” qui descend en pente plus graduelle vers De Leek et d'une manière plus sensible à l'ouest, pour disparaître sous la tourbière.

Au commencement la tourbe y est mince, comme le démontrent les monceaux coniformes de tourbes de gazon; plus à l'ouest, on y voit bientôt les monceaux rectangulaires de tourbes ordinaires et en même temps la surface y devient plus élevée, conséquence de la convexité bien connue. De l'autre côté, par conséquent à l'E. et au S.O. du village de Roden, on observe également des tourbières en exploitation. Ce ne sont d'abord que quelques marmites de géant, mais il y en a aussi de plus grande dimension, qui ne sont autre chose que les commencements peu profonds des vallées qui convergent vers Roden. Il y a ici une faible crête de séparation entre les bassins hydrographiques des ruisseaux, qui coulent vers Groningue („Peizer-Diep”) et vers Akkrum en Frise (haute tourbière de Zevenhuizen et „Konings-Diep”).

Nous avons suivi les contours de la haute tourbière de Zevenhuizen, dont la constitution est assez simple. Ainsi que plusieurs autres, elle se trouve sur la pente occidentale du plateau de Drenthe et dans une dépression dirigée du N.E. au S.O., qui est assez large en proportion de sa longueur. Le fait qu'elle commence par deux racines, séparées par une crête ostensible, n'est nullement

surprenant et s'observe aussi ailleurs. Les rives plus élevées en sont en général bien visibles; tantôt la pente en est plus forte, tantôt moins. Elle débouche dans la vallée du Konings-Diep près de Bakkeveen; ses relations avec la haute tourbière de Drachten et peut-être avec celle de Haulerwijk ne sont qu'accidentelles. Staring (l. c. pag. 188) ne parle de cette tourbière qu'en passant, pour mentionner que „la quantité de sapins et de chênes qui gisent pêle-mêle, est étonnante, telle même que leur valeur comme combustible égale peut-être celle de la tourbe”. C'était „au sud de Marum, où le Jonkers-Vaart rencontre le canal de Bakkeveen et de Drachten (Friesche Palen-Vaart), donc près du hameau de De Wilp”.

IV. HAUTE TOURBIÈRE DE WIJNJETERP-GORREDIJK.

Nous sommes arrivé à l'examen d'une des tourbières les plus simples et se prêtant par conséquent parfaitement à une comparaison avec les autres. Les villages nommés dans le titre s'y trouvent aux deux extrémités; nous voulons commencer par le premier pour faire le tour de notre tourbière.

La carte géologique nous montre qu'elle est dirigée du N.E. au S.O. et nous donne une idée suffisante de l'allure générale du terrain.

L'extrémité supérieure s'étend plus loin au N.E.; elle coupe même le canal dit „Compagnons-Vaart” et la chaussée parallèle de Donkerbroek, au-delà de laquelle la tourbe n'est qu'une couche peu épaisse et peu large, qui s'éteint bientôt contre la bruyère sableuse un peu plus élevée. Tout près et à l'O. du canal quelques restes de la tourbière originale ont encore une épaisseur de 1 M.; le sous-sol immédiat y est du Diluvium sableux, gris-bleuâtre, peu épais, car l'argile à blocs ordinaire se rencontre déjà dans les „Wijken” (canaux latéraux). C'est surtout dans cette partie qu'on peut parfaitement observer la convexité, à laquelle les différents auteurs font continuellement allusion et qui fait paraître l'église de Wijnjeterp sensiblement plus basse. Elle cause aussi les pentes synclinales des surfaces tourbeuse et sableuse, non loin de la chaussée de Donkerbroek à Hornsterzwaag, et donne ainsi naissance à un marais en miniature, plein de joncs et d'Eriophorum. Cette convexité est produite par la pente relative-

ment raide de la rive et du sous-sol, puis par la rapidité avec laquelle la tourbe augmente en épaisseur. La rive gauche est donc distincte en ce point et montre encore dans les fossés l'argile à blocs sous le sable.

Tout près de Donkerbroek débouche la prolongation marécageuse du rejeton de la haute tourbière de Haulerwijk, dans la vallée du Tjonger. Le dos intermédiaire s'élargit par conséquent ; il constitue généralement une bruyère à pente bien visible, se dirigeant vers la petite rivière, et montre à tout moment l'argile à blocs, surtout dans le sol du nouveau canal. La route, dite „Binnenweg”, d'Oudehorne par Jubbega à Hornsterzwaag, suit à peu près la crête du dos entre la vallée de la haute tourbière et celle du Tjonger ; tantôt elle se trouve sur la rive de l'une, tantôt sur celle de l'autre. Entre les hameaux de Jubbega et de Schurega, la chaussée passe sur la haute tourbière, qui a donc ici plus d'étendue que sur la carte géologique. Celle-ci, il est vrai, indique en cet endroit une petite tourbière isolée, qui, en réalité, est plus étendue et en connexion avec la tourbière principale, jusqu'au delà de la route, dite „Bruggelaan”, de Gorredijk à Oudeberkoop. A la hauteur de l'écluse de Jubbega, dans le canal du Tjonger, elle est aussi en continuité avec la tourbière de marais de la vallée et repose sur une pente assez distincte.

Pour nous elle a aussi un intérêt tout particulier, puisque c'est ici que nous avons observé pour la première fois des sables mobiles bien reconnaissables, entièrement entourés de la haute tourbière, sans continuité par conséquent avec ceux de la bruyère sableuse voisine, ce qui nous prouve qu'il s'y est formé de la haute tourbe après le déplacement du sable par le vent. Il n'y a aucune raison pour admettre en ceci une limite de temps dans le passé : nous en avons donc conclu qu'il s'est formé des sables mobiles sur les terrains des hautes tourbières, antérieurement à celles-ci, hypothèse qui sera fort utile par la suite. Elle forme un pendant intéressant à la relation qui existe entre les dunes et les basses tourbières (Contributions V), où nous avons trouvé exactement la même chose. Il existe des dunes (intérieures), qui sont plus anciennes que les basses tourbières continues et qui se trouvent immédiatement à côté des dunes (maritimes) plus récentes. Souvent on en peut reconnaître la plus grande ancienneté aux formes moins raides ; souvent aussi l'aspect est tout à fait le même, puisqu'elles sont restées ou revenues en mouvement, et elles peuvent

alors très bien servir à observer les passages graduels du caractère juvénile dans celui sénile.

D'autres sables mobiles séparent parfois les deux hautes tourbières l'une de l'autre, ainsi que la latérale des marais du Tjonger, sur le „Bruggelaan,” p. e. On observe aussi facilement la pente de la vallée de la haute tourbière, vers Gorredijk, dont la crête se trouve un peu au sud du Binnenweg. Ici la tourbe repose généralement sur l'argile à blocs, qui est couverte plus près de Gorredijk du Diluvium sableux. Dans ce village même nous l'avons observée à une profondeur de 1—2 M., lors de la construction d'une nouvelle écluse; elle y était bleu-grisâtre et contenait peu de cailloux. Près du hameau d'Oudehorne la tourbière est encore intacte sur plusieurs points, tant comme bruyère originale que comme prairie ou terrain cultivé; ailleurs on y creuse de la tourbe, plus près de G. elle a entièrement disparu. Le sous-sol en est du Diluvium sableux, épais d'environ 2 M. tout près du Compagnonsbrug (chaussée Gorredijk-Oudeberkoop et Schoterlands-Compagnonsvaart), où il repose sur l'argile à blocs avec plusieurs cailloux de granit.

En s'approchant de Gorredijk, on voit le terrain baisser lentement vers le N.O. ou vers l'axe de la vallée. Les fossés y sont barrés à plusieurs endroits et montrent dans leurs versants d'abord des restes de tourbe haute, ensuite du sable et au-delà du canal „Dwarsvaart,” de la basse tourbe ordinaire. Dans l'axe de notre vallée la basse tourbe succède également à la haute tourbière, mais il n'est plus possible de dire si à l'origine elles ont été en continuité directe ou bien séparées par une zone neutre de Zanddiluvium, comme le figure la carte géologique. Cette condition n'est ni impossible, ni improbable; elle se présente souvent dans la réalité, mais de l'autre côté ce Zanddiluvium est aussi la surface de la haute tourbière complètement enlevée. Or, on ne peut pas constater facilement si, dans une parcelle quelconque, on a affaire au Zanddiluvium original, qui est toujours resté nu ou qui l'est devenu après avoir été couvert de tourbe. En tout cas, les deux tourbières se trouvent dans la prolongation l'une de l'autre et constituent une seule dépression inclinée, large et courte en comparaison avec les deux vallées vivantes qui lui sont parallèles. L'une est celle du „Konings-Diep” et se trouve au nord, l'autre est celle du „Tjonger” et se trouve au sud; nous ferons encore plus d'une fois allusion à une pareille disposition du terrain.

Près du village même de Gorredijk la pente de la vallée vers le S.O. est encore perceptible; il en est de même de la pente de la rive droite vers Lippenhuizen. Ça et là on découvre encore quelques restes de la haute tourbe dans les fossés, surtout au milieu, mais généralement la surface ne présente que du sable.

En amont la rive droite est encore un peu plus élevée et montre distinctement le Diluvium scandinave; la route dite „Buitenweg”, p. e., n'est que le sol primitif, l'argile à blocs ou un sable plus ou moins graveleux. De même que sur le côté opposé, la pente de la rive septentrionale de la haute tourbière est plus raide en amont, p. e. à Wijnjeterp, qu'en aval. L'apparition et l'augmentation du Diluvium sableux en sens inverse est probablement d'accord avec ce phénomène; à mesure que la rapidité et la force du courant d'eau érodant diminuaient, la déposition du sable devait naturellement augmenter.

La haute tourbière, que nous venons d'étudier, est donc une des plus simples; elle doit son origine à une cause unique, l'érosion d'un chenal large et court dans l'argile à blocs, produit par les eaux de fonte du glacier quaternaire.

V. HAUTE TOURBIÈRE DE SMILDE.

C'est une des plus étendues des Pays-Bas; elle atteint presque la ville d'Assen à l'est et le village de Donkerbroek à l'ouest; au sud elle s'étend jusqu'à la hauteur de Beilen. Elle montre distinctement sa composition de 3 ou 4 membres primitivement indépendants, qui se sont confondus plus tard et qui sont encore reconnaissables dans les rejetons de la masse principale.

Commençons notre exposé par la rive droite ou septentrionale et à la ville d'Assen, située sur la pente de la petite vallée de l'„Anrijper-Diep”, confluent de la „Drenthsche-Aa”. Le canal de Smilde y envoie une branche vers le nord, du nom de „Norger-Vaart”, dirigée vers le „Huis ter Heide” et ici, de même que vers le hameau de „Ter-Aard”, au N. de la ville, on observe sans trop de peine une inclinaison imprévue du sol vers le nord, très visible dans l'écluse au commencement du canal de Veenhuizen, qui se dirige à l'ouest. Cette partie de notre haute tourbière forme aussi une courbe du Norger-Vaart, par Ter-Aard à Assen, et c'est probablement entre ce hameau et celui de „Zeyerveen” que passe la faible

la crête du sous-sol cachée sous la tourbe très mince. Nous avons à nous représenter ici une dépression à pente très faible, qui s'est remplie peu à peu de tourbe, jusqu'à ce que celle-ci ait débordé en s'étendant sur le sol humide. L'épaisseur peu considérable en est démontrée par quelques fossés, qui montrent l'argile à blocs à 2—3 d. M. de profondeur.

La lisière de la haute tourbière a aussi enveloppé quelques marmites de géant, qui sont redevenues visibles après l'éloignement de la tourbe plus épaisse qu'elles renfermaient. La bruyère sableuse en contient également, e. a. tout près de la route de Norg.

La faiblesse de la pente des deux côtés de la crête sus-nommée est aussi cause de la largeur de la zone de tourbe à gazon, qui la borde et qui s'incline de même vers le nord.

Passons à la colonie de „Veenhuizen” et à la rive gauche du „Peizer-Diep”. Dans cette colonie, la tourbe a presque disparu, sauf quelques restes épars; le sous-sol y est presque toujours le Diluvium scandinave bien reconnaissable. La pente opposée, ou centrifuge, dont nous venons de parler, s'y observe le long d'un petit canal (Zesde-Wijk), qui passe tout près du „3e Gesticht” et se dirige vers le N.E., pour se terminer entre deux digues non loin de la vallée du Peizer-Diep. Ici l'eau est élevée d'environ $\frac{1}{2}$ M. au-dessus du sol voisin, tandis qu'au S.O., on la voit peu à peu devenir égale au sol et s'y enfoncer ensuite, de 1—2 d.M. La pente générale de la tourbière à l'ouest y est ostensible et accentuée à son tour dans les écluses du canal principal, qui longe les deux églises. Ainsi, dans cette direction, on trouve à l'écluse 2 une chute d'eau d'environ 2 M. et à l'écluse 3, une de 1 M.

Passons au hameau de „Boven-Haulerwijk,” bâti à l'extrémité supérieure du canal de „Haulerwijk,” dont l'eau s'écoule à l'ouest, comme le fait déjà présumer le nom de „Beneden-Haulerwijk” sur le même canal. Au nord du premier commence une zone de Diluvium scandinave, plus élevée que les deux hautes tourbières qu'elle sépare. La crête, que nous avons mentionnée près de Norg et de Veenhuizen, est sortie de dessous sa couverture de tourbe, mais la différence de niveau y est considérablement exagérée par les dunes assez élevées. En se plaçant sur une d'elles, on reçoit une aussi vive impression que sur le rejeton de Langeveen (près de Hardenberg) du plateau d'Uelsen. De chaque côté on voit la tourbière brun-foncé, morne et parfaitement plate, à l'exception de quelques monceaux de tourbe. Au milieu s'étend la longue zone de dunes,

en partie mobiles encore et blanches, en partie couvertes d'un peu de végétation. En tout cas, il y a beaucoup de variation, tant dans le niveau que dans la couleur du sol, variation qui ne laisse pas de contraster vivement avec la monotonie de la haute tourbière. Tantôt ses rejets s'étendent entre les dunes, tantôt les sables mobiles envahissent çà et là la tourbière et entourent aussi quelques tourbières de panne. La chaîne de dunes, avec des restes peu importants de la surface diluviale primitive, s'étend jusqu'au village de Bakkeveen, qui a été bâti sur le Diluvium, montrant parfois de l'argile à blocs bien reconnaissable, surtout dans les fossés des nouvelles cultures de l'ancien château.

L'extrémité orientale du rejeton de Haulerwijk a comme sous-sol presque exclusivement le Diluvium scandinave, avec plusieurs marmites de géant, remplies de tourbe ou d'eau. L'une d'elles est de très grande taille et porte le nom de „Ganze-Meer.” La tourbe mince touche ici à sa fin et recouvre plusieurs petites dunes nivelées, qui viennent parfois à la surface et portent alors de petites fermes. On peut, sans trop de peine, suivre les vestiges de la couche de tourbe jusque bien au-delà des limites de la carte et tout près du canal „Compagnons-Vaart,” près de Donkerbroek. La haute tourbière se rétrécit en rejeton, baisse lentement et se change en une tourbière de marais allongée, avec des prairies, qui forme une des vallées latérales de celle du Tjonger vers Hornsterzwaag. Ce rejeton est assez parallèle à la haute tourbière de Wijnjeterp-Gorredijk et s'en approche beaucoup; mais d'après notre examen et les informations obtenues, il n'y a pas de continuité entre elles.

La limite méridionale de la tourbière de Haulerwijk est parallèle à la route de Donkerbroek à Haule, qui suit le Diluvium sableux avec plusieurs sables mobiles; les étangs du „Malle-Meer,” du „Hauler-Poel,” etc. ne sont encore ici que des vestiges d'une tourbière enlevée. Les traces du Diluvium scandinave dans le sous-sol et à la lisière sont distinctes; elles disparaissent au sud sous le sable fin, en partie mobile, du village de Haule. Celui-ci se trouve plus bas que la surface graveleuse près de la tourbière; nous avons donc ici de nouveau un sol incliné, sableux et sec, entre une haute tourbière et une vallée vivante, comme nous l'observerons encore tant de fois.

Le Tjonger prend sa source, tout près et au S.E. de Haule; sa vallée de tourbe de marais se rétrécit graduellement dans la haute tourbière. L'une comme l'autre sont employées comme prairies, ce

qui rend le passage plus graduel encore. La différence est pourtant visible et on arrive facilement à la conclusion, que la dernière empiète peu à peu la vallée, de haut en bas et des rives à l'axe, par conséquent du terrain plus sec à celui plus humide. La surface y est un peu plus basse que le Diluvium, qui la borde et qui monte faiblement du S. au N.; par conséquent le sous-sol de la haute tourbière au N. de Haule est plus élevé que celui du S.

Nous avons maintenant contourné le rejeton de Haulerwijk et nous sommes arrivé tout près d'un point que nous avons déjà visité, savoir l'écluse 3 du canal de Veenhuizen à Haulerwijk. La surface de cette partie de la haute tourbière baisse sensiblement à l'ouest, vers la vallée du Tjonger; à l'est et au sud elle conserve à peu près le même niveau.

La zone sableuse de Fochteloo sépare la haute tourbière de la vallée tourbeuse du „Groote-Diep,” confluent du Tjonger. A son extrémité N.E., cette zone est visiblement plus élevée que la haute tourbière, mais elle baisse graduellement vers le S.

Tout près de Fochteloo, nous avons visité un bois fossile, enterré sous la tourbe; il est à une distance d'environ 400 M. à l'est du point, où la route dite „Mardijk” aboutit à la route de Fochteloo. Le bois a environ 300 M. de longueur et autant de largeur; autrefois on n'y voyait qu'une bruyère marécageuse, mais la surface s'en est abaissée par suite du drainage et de la culture du blé sarrasin, pour laquelle les paysans brûlent la surface de temps à autre. La conséquence fut que les arbres devinrent visibles et déboutent maintenant le sol de 1—4 d.M. ce sont presque tous des chênes avec quelques trembles. La plupart ont été rompus près du sol, probablement après leur mort et gisent presque toujours du S.O. au N.E.; ils ont un diamètre de 4—6, parfois de 8 d.M. Quelques-uns sont tombés en leur entier, dans toutes les directions, mais souvent vers le S. ou le S.O.; leur diamètre est plus considérable, très souvent il monte à 1, parfois à 2 M. D'après mon guide „Dorprigter” le plus gros a eu une circonférence de 36 pieds, soit un diamètre de 3—4 mètres; aussi selon lui tous les arbres sont enracinés dans le sous-sol. D'après mes propres observations cependant ils le sont à quelque distance au-dessus, dans la tourbe, dont l'épaisseur ne dépasse pas 1 M. Ce sous-sol est encore l'argile à blocs, couverte d'un peu de sable.

M. van Cappelle, de Sneek, a donné dans la Nouvelle Gazette de Rotterdam du 17 octobre 1890, une description de ce bois,

qui rend le passage plus graduel encore visible et on arrive facilement à l'empierrement peu à peu la vallée, de hauteur par conséquent du terrain plus sec à y est un peu plus basse que le Diluvium faiblement du S. au N.; par conséquent le sous-sol de la haute

tourbière au N. de Haule est plus élevé que celui du S. Nous avons maintenant contourné le rejeton de Haulerwijk et nous sommes arrivé tout près d'un point que nous avons déjà visité, savoir l'écluse 3 du canal de Veenhuizen à Haulerwijk. La surface de cette partie de la haute tourbière baisse sensiblement à l'ouest, vers la vallée du Tjonger; à l'est et au sud elle conserve à peu près le même niveau.

La zone sableuse de Fochteloo sépare la haute tourbière de la vallée tourbeuse du „Groote-Diep,” confluent du Tjonger. A son extrémité N.E., cette zone est visiblement plus élevée que la haute tourbière, mais elle baisse graduellement vers le S.

Tout près de Fochteloo, nous avons visité un bois fossile, enterré sous la tourbe; il est à une distance d'environ 400 M. à l'est du point, où la route dite „Mardijk” aboutit à la route de Fochteloo. Le bois a environ 300 M. de longueur et autant de largeur; autrefois on n'y voyait qu'une bruyère marécageuse, mais la surface s'en est abaissée par suite du drainage et de la culture du blé sarrasin, pour laquelle les paysans brûlent la surface de temps à autre. La conséquence fut que les arbres devinrent visibles et déboutent maintenant le sol de 1—4 d.M. ce sont presque tous des chênes avec quelques trembles. La plupart ont été rompus près du sol, probablement après leur mort et gisent presque toujours du S.O. au N.E.; ils ont un diamètre de 4—6, parfois de 8 d.M. Quelques-uns sont tombés en leur entier, dans toutes les directions, mais souvent vers le S. ou le S.O.; leur diamètre est plus considérable, très souvent il monte à 1, parfois à 2 M. D'après mon guide „Dorprigter” le plus gros a eu une circonférence de 36 pieds, soit un diamètre de 3—4 mètres; aussi selon lui tous les arbres sont enracinés dans le sous-sol. D'après mes propres observations cependant ils le sont à quelque distance au-dessus, dans la tourbe, dont l'épaisseur ne dépasse pas 1 M. Ce sous-sol est encore l'argile à blocs, couverte d'un peu de sable.

M. van Cappelle, de Sneek, a donné dans la Nouvelle Gazette de Rotterdam du 17 octobre 1890, une description de ce bois,

N.R.C. 19. X. 1890

I.C.

Men schrijft ons uit Oosterwolde:

De gevonden steenmassa in het Weperveld blijkt, nu men bij wijze van werkverschaffing met de delverij is aangevangen, nog belangrijker te zijn dan men aanvankelijk dacht. Uit eene kleine oppervlakte is reeds 350 H. L. grindsteen losgemaakt. Tot op eene diepte van 3 Meter heeft men den steen opgegraven. De steen is met leem vermengd. Op enkele plaatsen treft men een zuiver steenlooze witte zandlaag er tusschen. Het opdelfen gaat moeilijk en moet met een breeklep geschieden.

Voor beoefenaars der geologie zou een onderzoek in dit veld wellicht zijn nut kunnen hebben.

qui a été la cause de notre visite, l'année suivante. Ses observations diffèrent en quelques points des nôtres. Selon lui, les arbres sont tous des chênes, dont la plupart sont couchés dans la direction du N.E. La tourbière est mise en culture depuis trente ans, la forêt est connue depuis dix ans. Le sous-sol n'est pas l'argile à blocaux, mais un gravier sableux, reposant sur une argile stratifiée (d'ordinaire l'argile à blocaux véritable est plus ou moins décomposée vers le haut et est devenue plus sableuse). Le bois s'est développé dans un lieu bas, bordé, tant à l'ouest qu'à l'est, par des hauteurs sableuses.

Du reste, le bois fossile de Fochteloo n'est pas une découverte des dernières années. Staring (l. c. pag. 188) en parle déjà avant 1856 dans ces termes: „Un bois de chênes colossaux est venu à la lumière, il y a deux ou trois ans, dans la tourbière de Fochteloo, vis à vis d'Oosterwolde. La couche de tourbe peu épaisse s'est amincie par suite d'incendies, nécessités par la culture du blé sarrasin. Ils y gisent par centaines à côté des lourds tronçons. Plus au sud du bois de hêtre en grande quantité est venu à la lumière.”

Un peu plus loin (pag. 197) il fait observer que c'est une erreur de croire que les troncs soient toujours couchés dans la même direction, et mentionne spécialement la tourbière de Fochteloo, où ils sont couchés dans toutes les directions. Celle du N.E. n'est même pas la prépondérante et plusieurs auteurs donnent des directions assez divergentes.

Revenons à nos propres observations! La surface de la tourbière baisse visiblement à l'ouest et entoure çà et là un ancien sable mobile.

Comme nous l'avons observé aussi ailleurs, la limite de la tourbière n'est pas une ligne simple, mais des langues de tourbe se prolongent parfois jusqu'à la tourbe de marais de la vallée du Groot-Diep. Le long de la route de Fochteloo des parties plus élevées de sable alternent donc avec des parties plus basses de tourbe. Le sous-sol y est partout du Diluvium scandinave, caché sous une mince couche de sable et contenant nombre d'erratiques. Sur bien de points, il est impossible de remarquer une différence de niveau entre les champs sableux à côté de la route et la haute

tourbière à l'est; pourtant plus au sud, près du canal, le terrain monte plus visiblement, de sorte qu'il semble que la route de Fochteloo à traversé une dépression peu profonde.

Le long du „Compagnons-Vaart”, à partir de la vallée du Groot-Diep, le terrain monte sensiblement de l'O. à l'E.; on en voit la preuve dans les écluses. Cette pente visible d'un côté et celle de la vallée du Tjonger de l'autre rend probable l'existence à Fochteloo d'un chenal extrêmement large en proportion de sa profondeur, rempli dans sa partie supérieure d'une haute tourbière et drainé à sa partie inférieure par la vallée transversale du Groot-Diep.

Le long du canal précité la bruyère sableuse du sud est sensiblement plus élevée que la surface de la tourbière; il y a donc ici de nouveau un bout de rive gauche plus élevée.

Sur la frontière des provinces de Frise et de Drenthe, la hausse du terrain est démontrée à la rencontre du Compagnonsvaart et d'un canal latéral „Witte-Wijk” du Canal de Smilde, dont le niveau est plus élevé de 1,5 M. (11,70—10,25 M.). Pendant de longues années des querelles inter-provinciales ont empêché d'y établir une écluse, que le bon-sens exigeait, jusqu'à ce que celui-ci ait fini par triompher. En suivant ce beau canal vers le S. E., on voit que le sous-sol est partout l'argile à blocs plus ou moins sableuse gris-clair.

La carte géologique fait voir dans cette contrée deux protubérances de notre haute tourbière. La première est dirigée au S. O., dans la direction du hameau de Doldersum, non-loin de Frederiksoord. Ce que nous avons pu y observer de tourbe n'était que peu de chose, quelques décimètres tout au plus; probablement il y en a eu davantage autrefois. Des deux côtés, au S. E. et au N. O., les rives sableuses sont un peu plus élevées, de sorte qu'on est ici réellement en présence d'un chenal de profondeur minimale. La petite tourbière, entamée en grande partie, se prolonge aussi plus loin que sur la carte géologique. Elle est en continuité avec la petite tourbière entamée et isolée (selon la carte) et on peut suivre la tourbe jusqu'au-delà du point, où la frontière provinciale fait un angle droit, du S. O. au N. O. Elle est traversée dans sa longueur par cette frontière, appelée „Friesche-Scheid”, formée par un fossé rectiligne, de 3 M. de largeur, dirigé au S. O. et prolongé jusqu'à un ruisseau latéral du „Vledder-Diep”, qu'il faut considérer comme le prolongement de notre rejeton tourbeux. Les bords de ce ruisseau se composent souvent de tourbe, qui est pourtant

interrompue à plusieurs reprises par d'anciens sables mobiles et touche à sa fin.

Nous n'avons donc eu affaire ici qu'à un rejeton assez accidentel de la haute tourbière, qui se continue dans une autre direction.

L'autre protubérance de la haute tourbière de Smilde se trouve dans le voisinage, au S. E. et se dirige au S. S. O. Elle est traversée dans sa longueur par le canal de Smilde (Drenthsche-Hoofdvaart), qui suit plus loin la vallée de l'„Oude-Smildervaart” et ensuite celle du „Beiler-Stroom”. Le rejeton tourbeux, que nous avons ici en vue, n'est encore que la partie supérieure d'une vallée latérale du dernier ruisseau.

Le canal de Smilde, dont nous avons parlé à plusieurs reprises, aboutit à la ville d'Assen. A partir d'ici, il est creusé dans la haute tourbe, qui repose presque exclusivement sur l'argile à blocs jaune-clair, parfois sur du sable fin. Sur tout ce trajet, d'Assen à la première écluse (Veenesluis), long de 20 K.M., il a un seul niveau; la direction (N. E. — S. O.) est donc perpendiculaire à la pente du sol (N. O.). Or, au „Veenesluis”, il y a une chute de 1,75 M. et 2 K.M. plus loin seulement (Haarsluis) il y en a une seconde égale, preuves d'une autre pente du plateau de Drenthe (vers le S. O.), indiquée déjà par notre rejeton. Quant aux terrains, qui le bordent au N. O. et au S. E., une hausse du sol dans la dernière direction est très visible vis-à-vis de la barrière au N. E. du Veenesluis; pourtant les sables mobiles sont encore en jeu. Il en est de même de l'autre côté du canal, mais en sens contraire, p.e. entre l'écluse et Diever, où la vallée avec des prairies, branche de celle du Beiler-Stroom, saute aux yeux. Il en est encore de même plus en amont, derrière l'école de Hooger-Smilde, vis-à-vis du canal de Beilen. Nous pouvons donc considérer comme démontrée la présence d'un chenal peu profond, rempli de tourbe (enlevée de nouveau pour la plus grande partie).

Les deux rejets du sud-ouest de la grande tourbière jouent un rôle analogue. Ce sont tous les deux des chenaux peu profonds et peu importants, qui se prolongent dans deux vallées de ruisseaux également insignifiants et confluent, l'un du Vledder-Diep ou Steenwijker-Aa, l'autre du Beiler-Stroom ou Oude-Hoofdvaart. Ni l'un ni l'autre ne doivent être considérés comme le prolongement de la masse principale de la haute tourbière de Smilde; tous les deux sont des appendices assez accidentels.

A l'est de cette partie de la haute tourbière les sables mobiles

prennent un certain développement et, comme d'ordinaire, les deux terrains empiètent l'un sur l'autre sans régularité. Le sous-sol est le Diluvium scandinave, qui vient à la surface plus au nord-est et constitue une zone de séparation plus élevée que la haute tourbière et qu'une vallée latérale du Beiler-Stroom. Celle-ci est basse et humide et en disproportion ostensible avec le mince filet d'eau qu'elle renferme.

Entre les deux canaux (Beiler-Vaart et Oranje-Kanaal) la position plus élevée du Diluvium n'est pas très frappante; la pente générale de la tourbière à l'ouest, vers le Canal de Smilde, est au contraire bien prononcée. Les marmites de géant n'y font pas défaut, on en observe aussi bien sur la bruyère sableuse que dans le bord de la haute tourbière même.

L'inclinaison du Diluvium vers la haute tourbière est encore accentuée dans la première écluse du Canal-Orange, tout près de celui de Smilde; selon la carte du Waterstaat il y a une chute d'eau de 1,8 M. A côté de ce canal l'argile à blocs, gris-blanchâtre, draguée, se montre partout et contient un grand nombre des petits erratiques ordinaires.

Vers le nord, un canal latéral à celui de Smilde coule assez parallèlement au Canal-Orange. C'est le „Suermonds-Wijk” que longe la route de Hooghalen et dont le niveau est de 1,3 M. plus haut que celui du Canal de Smilde. La pente de la tourbière y est à peine visible et ce n'est que vers la fin de ce „Wijk”, dont le sous-sol est presque toujours l'argile à blocs, que la surface de la haute tourbière monte un peu plus. Elle passe presque imperceptiblement dans la bruyère sableuse, dont la pente devient bientôt plus forte. On y observe aussi plusieurs sables mobiles, ainsi que des dépressions circulaires, remplies d'eau. Ici encore, l'aire de la haute tourbière, d'après la carte géologique, devra être étendue de quelques centaines de mètres à l'est, à l'exception d'une courbe autour du hameau de „Witten”, près d'Assen. La rive gauche, plus élevée, est donc visible sur la route de Hooghalen; mais plus au nord elle disparaît sous la tourbe, qui incline à l'est, par conséquent en sens inverse, vers la vallée tourbeuse de l'„Anrijper-Diep”, colossale de nouveau en proportion du filet d'eau insignifiant. Les deux terrains sont même en continuité sur une certaine étendue au sud de „De Haar”; plus près de ce hameau ils sont séparés par le Diluvium et les sables mobiles. De l'autre côté le même phénomène se répète, la

tourbière y envoie un rejeton qui descend au N. E., vers la même vallée, sans l'atteindre toutefois. Nous avons donc ici une autre analogie avec les glaciers, qui, en croissant, envoient parfois des rejets dans des vallées, où ils n'ont rien à faire, et cela par-dessus la crête de séparation des bassins hydrographiques.

A Witten le Diluvium scandinave est bien développé, mais la position élevée des terres est due principalement aux sables mobiles, autour desquels la limite réelle de la haute tourbière fait une courbe et rejoint celle de la carte au nord du hameau. Dans cette courbe les relations normales se rétablissent et avec elles la pente de la tourbière au S. O., ce qui met de nouveau à découvert la crête de séparation.

Nous sommes revenu à la ville d'Assen, point de départ de notre tournée. Abstraction faite de la transgression, peu importante, des crêtes par la tourbière, nous avons vu qu'elle est bordée sur toute sa limite septentrionale, d'Assen à Veenhuizen, Bakkeveen et Duurswoude, par une rive plus élevée de Diluvium scandinave, couronnée parfois de sables mobiles. Il en est de même sur la rive orientale, plus ou moins parallèle au Canal de Smilde, et sur les parties méridionale et moyenne de la limite occidentale, à Nieuw-Appelscha et Weper. La tourbière baisse en général à l'ouest, suivant la pente générale du plateau de Drenthe. Cette pente est le plus ostensible: 1°. à Donkerbroek, où un rejeton prend la forme d'un chenal distinct et débouche, entre Hornsterswaag et Makkinga, latéralement dans la vallée du Tjonger; 2°. au commencement du Tjonger même. Comme d'ordinaire cette rivière a érodé une vallée assez profonde et draine facilement ses deux rives. Or, ce drainage est cause que sa rive droite ou septentrionale (Haule) n'a pas été envahie par la haute tourbière, quoique la pente du sous-sol de celle-ci se continue régulièrement vers la rivière. Quant à la rive gauche, à Weper, elle est plus élevée que la haute tourbière et offre un obstacle plus naturel encore à son extension.

Les environs de Fochteloo paraissent être situés dans un chenal très large et peu profond, qui s'est partagé en deux autour des hautes terres d'Oosterwolde, pour former les deux vallées du „Kleine-Diep” et du „Groote-Diep”, qui débouchent également dans le Tjonger. C'est la vallée du Groote-Diep, qui a drainé, tant bien que mal, sa rive droite, portant le village de Fochteloo et a ainsi élevé un obstacle à l'extension de la haute tourbière, analogue à celui de Haule. Le chenal de Fochteloo—Groote-Diep est la pro-

longation de la haute tourbière à gauche, celui de Haulerwijk—Hornsterzwaag à droite, celui du Tjonger au milieu; la vallée de cette rivière est par conséquent la continuation directe de la haute tourbière et son principal chenal de drainage naturel, sinon l'unique.

Certes, sous un point de vue, la haute tourbière de Smilde ne nous a pas occasionné de difficultés; partout nous avons vu clairement pourquoi elle ne s'est pas étendue plus loin. Si elle avait été abandonnée à l'état sauvage, elle aurait certainement empiété sur les vallées du Tjonger, du Groote-Diep et de l'Anrijper-Diep, qui sont des vallées bien prononcées et non des terrains sableux presque horizontaux, paraissant prédisposés à porter des hautes tourbières importantes. Nous en signalerons, e. a. à Nieuw-Leusen et près d'Almeloo.

VI. HAUTE TOURBIÈRE DE MAKKINGA.

Le village de Makkinga est bâti sur un terrain peu élevé de Diluvium scandinave (argile à blocs), à côté de la vallée tourbeuse du Tjonger. Le même sol s'y étend le long de la vallée, tant au nord-est qu'au sud-ouest, et est facile à observer; il est caché parfois sous quelques décimètres de sable, parfois sous du sable mouvant.

A 3 K.M. au sud du village est situé le hameau de Tronde, dont les alentours diffèrent sur la carte géologique de ce qu'ils sont en réalité. Elle fait voir du Diluvium sableux et une tourbière de marais, réunissant les vallées de la Linde et du Tjonger; le Diluvium scandinave n'y est représenté que plus à l'est; la haute tourbière et le sable mouvant font entièrement défaut, quoique ces deux terrains y soient faciles à observer.

Commençons par la doi-disante tourbière de marais entre les deux vallées. C'est un terrain trempé, employé à la culture du foin. Il baisse presque imperceptiblement au nord, débouche dans la vallée marécageuse du Tjonger et est limité au sud par les terres sableuses du hameau de Veeneburen. Il est coupé par la chaussée de Makkinga à Oosterwolde et 2 K.M. plus au sud par une digue de sable, appelée „Veenebuurster-Dijk”. Or, en suivant ces deux routes, on voit facilement la position plus élevée des deux rives à l'ouest et à l'est, formées d'argile à blocs, cachée sous 1—2 d.M. de sable, qui forme en plusieurs points de petites

dunes. Le long de cette digue on voit aussi, que le terrain n'est qu'une haute tourbière, presque plate, avec une pente imperceptible au nord. Au sud, au hameau de Veeneburen, on voit la haute tourbière se rétrécir, devenir plus sèche et passer par la tourbe de gazon, pour se changer en bruyère ordinaire.

Non loin du hameau se trouve un étang assez étendu (4—500 M. en diamètre), appelé „Stobbepoel.” L'origine n'en est pas équivoque; comme on y observe des îlots et çà et là des rives de tourbe, ce n'est qu'une partie d'une haute tourbière enlevée. Des restes assez importants se continuent au sud, jusqu'aux tourbières de marais de la vallée de la Linde, que coupe la chaussée d'Elsloo à Makkinga. A l'est de l'étang se trouve un terrain étendu d'anciens sables mobiles, mis en culture et portant le nom de „Tronderhaar;” à l'ouest est un terrain également élevé, mais composé de Diluvium scandinave. C'est le hameau de Tronde, tout près duquel nous avons observé un troisième terrain tourbeux, assez compacte, traversé par la route de sable de Tronde (Elsloo) à Twytel (Gorredijk). Il est orienté du S.O. au N.E., parallèlement à la vallée de la Linde; mais il est bordé au S.O., ainsi qu'au S., par des terrains sableux élevés, sables mobiles en partie. Au S.O. il n'est donc pas en continuité avec la vallée de la Linde, comme nous l'avions cru d'abord; mais il l'est de l'autre côté, autour de Tronde et du Stobbepoel.

Entre Veeneburen et cet étang on observe une faible crête de partage entre le Tjonger et la Linde. Il s'y trouve, ainsi que sur les deux rives des prairies de Veeneburen, à Langedijk et dans les prairies du Kleine-Diep, appelées „Appelscha-Maden,” un mélange assez chaotique de parties basses et tourbeuses, souvent en continuité entre elles, et de parties plus élevées. Celles-ci sont les inégalités primitives du paysage morainique ou bien des sables mobiles. Il est donc assez probable que nos trois hautes tourbières sont en continuité entre elles et avec les tourbières de marais du Tjonger, de la Linde et du Kleine-Diep. Ce n'est pourtant qu'une continuité secondaire et accidentelle, résultant du mélange de nombre de petites tourbières locales. On pourrait appeler ce terrain en son entier une „haute tourbière dispersée”. Elle se trouve sur un petit plateau mal drainé, entre les sources de plusieurs ruisseaux.

Dans Staring (l. c. pag. 91) nous avons trouvé un passage, où il prétend que les hautes tourbières de Smilde, Zevenhuizen, Drachten, Wijnjeterp et Makkinga ont autrefois formé un entier. Il aurait

été limité par la ligne „Diever, Beilen, Assen, Norg, Roden, De Leek, Marum, Surhuisterveen, Rottevalle, Drachten, Hemrik, Nijberkoop et Noordwolde”.

Or, nous avons vu qu'en maint endroit les limites de la haute tourbière sont plus étendues que celles de la carte géologique. Cependant nous sommes convaincu qu'ici Staring s'est laissé entraîner par son imagination, surtout quand il écrit „qu'elle n'a pu avoir été coupée qu'en un seul endroit, par les terres un peu plus élevées de l'ancienne route de poste de Beetsterzwaag par Ureterp à Marum”. Il relève pourtant que les vallées (Konings-Diep et Tjonger) l'avaient partagée en plusieurs promontoires dirigés à l'ouest. „La plupart ne portent plus de tourbière actuellement, mais il est plus que probable” (nous sommes d'avis contraire) „qu'ils en ont été couverts autrefois”.

VII. HAUTE TOURBIÈRE DE FREDERIKSOORD.

Nous avons donné ce nom à la haute tourbière au N. de Steenwijk, dont la majeure partie a été enlevée et mise en culture.

On peut commencer l'examen des relations topographiques à la station de Peperga, sur la chaussée de Steenwijk. De là à la colonie agricole de Willemsoord, on ne remarque ni tourbe, ni vallée, ni ruisseau, mais bien une colline de Diluvium scandinave, qui porte cette colonie et dont la surface descend par une bruyère vers les prairies de la vallée de la Linde, qui se continuent dans celles d'un petit confluent, le „Schipsloot”. La colline de Willemsoord nous présente quelques marmites de géant, remplies de tourbe et l'argile à blocs, bien reconnaissable, mise au jour dans un petit canal, le „Kolonie-Weg-Vaartje”, qui se continue dans le „Kolonie-Vaart”, canal plus large et mieux navigable, creusé jadis pour le transport de la tourbe. Partout le long de ce canal on observe facilement la pente du terrain vers le N.O.; cette pente est naturellement plus ostensible en certains endroits qu'en d'autres.

On peut très bien suivre un des restes de la tourbière au village de Finkega. On y observe déjà de la tourbe à une faible distance au N.O. de la chaussée et tout près du village, de sorte qu'il est assez probable que la tourbe de marais de la vallée de la Linde a été en continuité directe avec celle du versant du plateau, peut être dans une dépression transversale. On la voit aussi au S.E. du

village, où on la creuse encore actuellement. En avançant dans la même direction, on voit distinctement le terrain monter; il se compose encore de tourbe noire, ayant probablement constitué autrefois le fond de la haute tourbière. Plus loin cette tourbe fait place à la tourbe brune ordinaire de nos hautes tourbières, tantôt prairie, tantôt bruyère originale. Elle entoure quelques terrains sableux un peu élevés, que nous tenons pour d'anciens sables mouvants, dénudés par le temps. Quant au sous-sol, il vient à la surface à Noordwolde, etc.; ce n'est que le Diluvium sableux ordinaire (comme l'indique aussi la carte géologique), qui disparaît sous la tourbière, du moins à la base de la pente; plus haut on voit dans les fossés des traces de moins en moins équivoques du Diluvium scandinave. D'abord on a de la peine à se convaincre que le sable y est réellement l'argile à blocs, très maigre en effet et presque privée de cailloux; mais en s'avancant, on la voit devenir de plus en plus typique, plus argileuse et parfois riche en cailloux. Dans le „Kolonie-Vaart” elle est gris-clair et caractéristique, à la surface de la prairie adjacente elle est modifiée et plus sableuse.

Le long de ce canal on observe aussi plusieurs restes de la haute tourbière primitive et quelques anciennes dunes, en partie encore mobiles, e. a. près du pont de la chaussée de Noordwolde à Frederiksoord. Au delà de ce pont la tourbière est plus intacte et plus étendue à l'est que sur la carte. D'après nos observations, la limite fait une courbe entre Vledder et Doldersum, s'approche de la maison de campagne de „Boschlust”, suit, avec quelques ondulations, la route extérieure (N.O.) de la Colonie 7 et forme une anse jusqu'à 2—3 K.M. de la colonie de „Zorgvlied,” pour s'approcher de plus en plus de la chaussée et l'atteindre à 1—2 K.M. à l'ouest du village de Beuil. Au S.E. de ce village la tourbière est sensiblement rétrécie par quelques sables mobiles, portant la ferme de la „Snelshutte”, non-loin de la Colonie 7.

En somme, la haute tourbière de Frederiksoord est située sur un des rejetons de Diluvium scandinave, qui s'étendent depuis le plateau de Drenthe et sont séparés par de petites rivières et des ruisseaux, coulant dans des vallées relativement larges. Or, le rejeton qui nous intéresse ici se trouve entre les vallées de la Linde et du Steenwijker-Aa; sa crête passe un peu au N. de Frederiksoord, qui se trouve déjà sur la pente se dirigeant vers le dernier ruisseau. Vledder et Doldersum, au contraire, sont bâtis

à peu près sur la crête même. La pente dirigée vers la haute tourbière porte quantité de marmites de géant, remplies de tourbe ou d'eau, rarement vides. Au N., ainsi qu'au S.O. de Doldersum, les sables mouvants prennent un grand développement et constituent la limite naturelle de la tourbière, dont le passage à la bruyère est tantôt graduel, tantôt plus abrupt, suivant la pente du terrain. Dans le premier cas, il y a une zone plus ou moins large de tourbe de gazon; dans l'autre, on voit dans les fossés la tourbe atteindre une épaisseur d'un mètre et davantage tout près de la bruyère sableuse.

Les causes de la naissance de la haute tourbière en cette localité sont simples.

Nous avons affaire à une pente très faible, formée en haut de l'argile à blocs, en bas du Diluvium sableux. Or, le niveau de l'eau souterraine était très élevé sur cette pente (comme d'ordinaire), ce qui a rendu le sol humide et propre à porter une haute tourbière. A la base, le sol était suffisamment drainé par les vallées du Schipsloot et de la Linde; au sommet, il était plus sec par suite de l'infiltration de l'eau de pluie. Les nombreuses marmites de géant ont donné naissance à un grand nombre de centres; les sables mobiles plus anciens ont constitué des limites naturelles, quoique accidentelles en plusieurs endroits. Peut-être la partie nord-est, près de Beuil, doit être considérée comme produite dans un chenal d'érosion.

VIII. HAUTE TOURBIÈRE DE KOEKANGE.

Nous voulons terminer l'examen des hautes tourbières du versant occidental du plateau de Drenthe par la plus méridionale et une des plus petites. Elle est située près du village de Koekange, sur le chemin de fer de Meppel à Assen, le point de départ le plus commode pour en faire l'examen.

En son entier elle a une direction du N.E. au S.O., parallèle à la vallée du „Wold-Aa”, qui se trouve sensiblement plus basse, surtout à la hauteur du village de Ruinen, près du sommet de la haute tourbière. Elle a ici une grande analogie avec le sommet de la haute tourbière de Hoogeveen, en ce qu'on peut y observer des chenaux parallèles, remplis de tourbe, qui se confondent vers le bas. Ils sont séparés par des rejets du Diluvium scandinave,

facilement reconnaissable, qui se continue dans le sous-sol de la tourbière et montre à plusieurs reprises l'argile à blocs. Ces rejets sont assez larges pour porter une ou deux fermes et montrent, ainsi que la bruyère continue, quelques marmites de géant, remplies de tourbe. Le chemin de fer suit un de ces rejets, auquel la tourbe succède de nouveau au S. Or, ce terrain d'alternance est ostensiblement plus élevé que la vallée de l'„Oude-Diep” et la tourbière est dans un même rapport avec les deux vallées qui l'accompagnent.

Comme d'ordinaire, la surface descend graduellement du N.E au S.O ; mais on ne peut suivre la tourbe que jusqu'à la route du hameau de „Weerwille”, où elle est encore présente en grande partie. Au-delà de cette route, au contraire, nous n'en avons observé que des traces et elle paraît y avoir été enlevée complètement, comme dans les autres tourbières de la Frise. Le sous-sol est partout du sable, probablement en couche assez mince. Il n'y a donc pas moyen de distinguer sur le sol, si la haute tourbière s'est arrêtée entre les routes de Weerwille et de Koekange, comme le figure la carte, ou bien si elle s'est continuée jusqu'à la vallée marécageuse du „Koekanger-Aa”, ce que nous ne croyons nullement improbable. Nous en avons du moins trouvé quelques traces tout près de la gare de Koekange.

La pente de la tourbière n'est plus visible près de ce village et la vallée oblitérée du milieu est arrivée au même niveau que les vallées encore vivantes des deux côtés. C'est cette association, qui donne à notre tourbière une autre analogie avec celle de Hoogeveen, qui est également flanquée à des distances variables de deux vallées vivantes, celle de l'Oude-Diep à droite et celle du „Loo-Diep” ou „Geeser-Stroom” à gauche.

Les relations topographiques sont peu équivoques. Nous avons affaire à un chenal, à une vallée large et courte, creusée par l'eau de fonte de la glace quaternaire et qui n'a eu qu'une existence éphémère. Non drainée par un ruisseau, elle est devenue marécageuse et il s'y est facilement formé une haute tourbière.

Seconde Partie.

Les Tourbières des deux Côtés du Vecht.

IX. HAUTE TOURBIÈRE DE HOOGEVEEN-COEVORDEN.

Une très grande partie de cette vaste tourbière est déjà en exploitation et le combustible en a été transporté, tant par les canaux de Hoogeveen que par ceux du Dedemsvaart. Ses contours sont suffisamment représentés sur la carte géologique, qui nous montre d'un coup d'oeil, que la tourbière se compose d'une masse centrale et de plusieurs promontoires. Commençons par celui, qui se dirige au N.E. dans le voisinage de Westerbork en Drenthe. En suivant la chaussée depuis ce village à Zweeloo, on voit le terrain monter assez rapidement et on se trouve bientôt au milieu de trois vallées de ruisseaux, le „Beiler-Stroom” à l'ouest et au nord, le „Drosten-Diep” à l'est et l'„Oude-Diep” au sud-ouest; la haute tourbière se trouve au sud. Près des bornes kilométriques 24 et 25 de cette chaussée on observe plusieurs de ces petites dépressions plus ou moins circulaires, ou marmites de géant, remplies d'eau ou de tourbe.

La haute tourbière commence bien plus près de chaussée que ne le figure la carte géologique; on y voit d'abord un archipel de petites bosses de bruyère, entourées d'une boue tourbeuse, le tout plus bas que la bruyère sableuse, voisine. Ensuite la tourbière n'est pas immédiatement continue, mais elle est partagée en quelques racines, séparées par de petits dos sableux, qui se partagent au sud en îlots et finissent par disparaître sous la tourbe. Il y a par conséquent un petit nombre de chenaux qui se réunissent au S.S.O. en un seul plus large, contrastant avec la bruyère sableuse de l'est et de l'ouest, e. a. sur la ligne Mantinge—Meppen.

On observe assez souvent une sorte de passage graduel de la bruyère tourbeuse à la bruyère sableuse; la tourbe s'amincit et passe par une tourbe de gazon (*plaggenturf*, *plaggenveen*) à la terre végétale ordinaire.

Le sous-sol de cette tourbière (Witteveen, Groote-Veld) nous est montré d'abord par un îlot de sable, portant quelques erratiques scandinaves de 2—3 d.M., situé à quelque distance au nord de la route de Mantinge à Gees. Il est naturellement un peu plus élevé que la tourbe environnante, mais plus bas que la tourbe des bords.

Celà nous prouve que la *concavité* de la surface de cette tourbière, que l'on observe aussi plus au nord, est originelle et non pas uniquement la conséquence du drainage par le canal dit „Middelraai.” On pourrait considérer le Witteveen comme une haute tourbière non adulte, qui ne s'est pas encore émancipée du relief concave du sous-sol et qui serait probablement devenue convexe avec le temps, ainsi que les autres tourbières.

Le sous-sol, qu'on aperçoit également le long du Middelraai, est l'argile à blocs ordinaire, sableuse et blanchâtre, ne paraissant contenir que peu d'erratiques.

Nous voulons maintenant suivre le bord occidental de la racine (Witteveen) et de la masse principale.

Nous sommes bientôt frappés du développement des sables mobiles, autour du hameau de Mantinge et plus au sud. Comme cela arrive très souvent dans nos hautes tourbières — et pour de bonnes raisons —, la route du Middelraai (Mantinge—Hoogeveen) suit ces sables mobiles et ne passe que de temps à autre sur un petit terrain de tourbe.

Ils sont encore mobiles en partie, aussi bien sur les bords de la tourbière (à Mantinge) qu'au milieu (près du canal), où on les voit reposer parfois sur la tourbe elle-même. Il s'en présente aussi d'autres plus anciens; le canal sus-nommé en traverse une petite colline, au nord de Nieuwer-Oord, au point où il se réunit à la „Verlengde-Hoogeveensche-Vaart.”

Le village de Hoogeveen est situé sur le ruisseau de l'Oude-Diep, qui coule du N.E. au S.O. dans une vallée sensiblement plus basse que la haute tourbière, qui a par conséquent la même pente. Les prairies de la vallée touchent à d'autres sur les restes de la haute tourbière, qui ont été probablement conservés, le sous-sol étant situé trop bas pour un drainage facile. À quelque distance au N.E. de Hoogeveen la tourbe a cependant tout à fait disparu et le sous-sol est à nu. D'abord c'est du Diluvium sableux, mais bientôt on voit apparaître plusieurs cailloux et de temps à autre un erratique peu volumineux de granit ou de diorite. Plus loin encore, dans la même direction (N.E.) vers les hameaux de „Stadtery” et de „Stuifzand” (sable mouvant), le sol monte à vue d'œil et le sable fait place à la tourbière originale, à mesure qu'on s'éloigne du centre de population. Le sous-sol est devenu visible dans les canaux; c'est toujours l'argile à blocs, recouverte d'une mince couche de sable.

La tourbière est séparée de la vallée de l'Oude-Diep par une bruyère sableuse ordinaire, qui se trouve au même niveau que le sous-sol de la tourbière adjacente; nous n'avons du moins pu observer aucune différence.

Tout près de Hoogetveen, le sous-sol baisse à l'ouest (comme nous venons de le dire); mais nous avons affaire ici à une vallée de ruisseau bien prononcée; au sud de Hoogetveen, au contraire, on observe une rive, qui devient de plus en plus prononcée à mesure qu'on s'avance vers le sud. C'est la vaste colline de Zuidwolde, composée entièrement de Diluvium scandinave et portant des sables mobiles sur sa pente. La partie la plus élevée n'en porte point, quoiqu'elle soit naturellement plus sèche et cela pour une cause bien simple: l'eau de pluie a lavé le sable fin de haut en bas et n'a laissé en arrière que du sable graveleux, qui résiste facilement au vent. Il en est de même de toutes les collines de notre Diluvium, p.e. la Veluwe, où les parties les plus élevées ne portent point de sables mobiles.

Au sud de Hoogetveen, le long du „Zuidwolder-Sloot”, le sous-sol de la tourbière est encore l'argile à blocs. Plus loin la limite de la tourbière est de 1—1,5 K.M. plus étendue que sur la carte géologique et tombe dans la prolongation de celle au S. de Hoogetveen. Elle passe ainsi tout près de l'école au S.E. de Linde (au S. de Zuidwolde), située sur le Diluvium de la colline, et se courbe ensuite au S.O. vers le hameau de Nolde et la vallée du Reest.

On peut faire encore quelques observations isolées dans cette contrée. D'abord on voit plusieurs petites tourbières locales dans des marmites de géant. Dans la vallée du Reest on rencontre un assemblage assez bizarre de petits îlots peu élevés de Diluvium sableux, épargnés par l'érosion, de terrains de tourbe de marais de la vallée et de lambeaux de tourbe haute, qui a empiété sur la vallée. Ces derniers sont généralement couverts de bruyère et le sol y a une couleur brune; ils ont été plus étendus autrefois, car on y creuse encore actuellement de la tourbe, mais il est fort difficile de distinguer les parcelles de tourbe de marais de celles de haute tourbe entamée, toutes les deux ayant été converties en prairie. De temps à autre (p. e. entre les bornes kilométriques 6 et 6½ de la chaussée de Zuidwolde à Dedemsvaart) on retrouve les troncs d'arbre habituels.

Nous avons par conséquent constaté que le bord occidental de la haute tourbière est limité par un terrain plus élevé au nord et

au sud, par un terrain plus bas (vallée de l'Oude-Diep, près de Hoogeveen) et par un terrain de niveau égal, à l'est de cette vallée et au N.E. de Hoogeveen. Nous observerons des différences tout à fait semblables sur le bord oriental, que nous avons quitté sur la route de Mantinge à Gees, où nous allons reprendre nos observations.

Le sol sableux y est visiblement plus élevé et porte quelques dépressions circulaires de tourbe, ainsi qu'à l'ouest du pont sur le „Geeser-Stroom.” Ici la limite de la haute tourbière est encore assez éloignée de la vallée de ce ruisseau et ne l'atteint probablement qu'au point, où il s'infléchit de l'O.S.O. au S. La haute tourbière possède donc d'abord une rive plus élevée, à laquelle succède plus au sud une vallée plus basse, comme de l'autre côté.

La chaussée de Hoogeveen à Coevorden passe le long du „Canal de Drenthe,” presque entièrement sur la haute tourbière jusqu'au hameau de Zwinderen. Le „Geeser-Veld,” au nord du canal, est donc une haute tourbière encore sauvage ou seulement cultivée de blé sarrasin, dont le sous-sol n'est encore que l'argile à blocs gris-blanchâtre ordinaire, avec une quantité assez considérable de cailloux de quartz blanc. Le Diluvium vient à la surface à la troisième barrière et y constitue un îlot dans la tourbière, à l'ouest du hameau de Zwinderen, qui est lui-même situé sur un autre îlot, isolé par la vallée du Loo-Diep ou Geeser-Stroom, de la bruyère sableuse continue de Gees. Or, cette colline, nommée „Kleine-Esch”, est un bout de rive plus élevée de la haute tourbière (Zwindersche Veld), qui touche plus au sud à la vallée tourbeuse du Loo-Diep. Le Diluvium sableux de la carte géologique devra être converti par conséquent en haute tourbière. A l'O.S.O. de Dalen et à l'O.N.O. de Coevorden la réalité est aussi fort différente du figuré de la carte, où les localités de „Vossebelt” et de „Steenwijksmoer” sont situées sur la „haute tourbière entamée” et sur le „Diluvium sableux”. On s'attendrait donc à y trouver un terrain bas et marécageux, du sable horizontal et des prairies. Or, il en est en partie ainsi, notamment dans la région appelée „Zaadvenen”. Peut-être est-ce de la tourbe de marais (ou de vallée), peut-être une haute tourbière, dont on a enlevé la partie supérieure. Pourtant en suivant, à partir du pont 4 du canal de Coevorden à Slagharen (Lutter-Hoofdwijk), d'abord le „Wijk” de Steenwijksmoer à l'O.N.O., puis une route de sable au N.E. dans la direction de Dalen, on quitte bientôt la tourbe pour le sable et le terrain monte visiblement. On se trouve sur une

colline allongée, dont la surface est d'abord plus élevée que celle de la haute tourbière à l'ouest; plus loin elle est ondulée et tantôt plus basse, tantôt égale, tantôt de nouveau plus élevée. Il y a même quelques bras de tourbe, qui croisent la route et réunissent ainsi celle du versant sud-est à la haute tourbière, de la même manière que nous l'avons observé à Schoonebeek. Or, cette colline, qui s'élève aussi ostensiblement au-dessus des environs plats de Coevorden, n'est pas composée de Diluvium sableux seulement; car on y découvre près des maisons plusieurs erratiques scandinaves, que les habitants ont trouvés dans le sol. Près de la ferme de „Hooge Haar” les erratiques gisent en profusion dans la bruyère, qui s'élève de 1—1,5 M. au-dessus de la haute tourbière.

D'ailleurs les noms de „Hooge Haar” et de „Ballast” (un hameau) ne font nullement penser à une tourbière, mais bien à un terrain sableux élevé.

Examinons maintenant la lisière méridionale de notre haute tourbière entre Coevorden et Ommen, qui est assez parallèle au cours du Vecht. Nous voulons ajouter à cet examen quelques petites observations isolées, quoiqu'elles n'aient pas strictement rapport au même sujet.

Le long de la limite orientale de la tourbière nous avons surtout constaté une rive plus élevée, excepté à son point de contact avec la vallée marécageuse du Loo-Diep (Geeser-Stroom). Nous verrons qu'il en est bien autrement le long du bord méridional, que le terrain sableux adjacent est toujours plus bas (à l'exception des sables mobiles) et qu'il est la prolongation de la pente générale de la tourbière vers le Vecht.

Dans nos courses à l'est et au sud de Coevorden nous n'avons pu constater que vers Gramsbergen la présence d'argile fluviatile. Pour la déposer, l'eau du Vecht a donc dû monter dans la vallée fort large de son confluent le „Petit-Vecht”, phénomène qui arrive d'ailleurs assez fréquemment. Et là même, où nous avons pu constater ce dépôt, il était loin d'y couvrir toute la zone relativement large de la carte. En réalité cette zone constitue un lit entièrement sableux, dans lequel le Vecht a érodé son lit actuel, plus étroit et très sinueux, en épargnant certaines parties de l'ancien, qui ne sont que les „*esschen*” actuelles (petites collines cultivées). C'est entre ces *esschen* que l'argile s'est déposée en réalité. On peut fort bien suivre les différentes phases de ce phénomène en s'éloignant du Vecht vers le N. ou vers le S. C'est tout près de la

rivière que les *esschen* sont le plus élevées par rapport aux intervalles qui les séparent; mais on voit diminuer sensiblement cette différence de niveau, qui disparaît entièrement à une distance de 1—2 K.M., où l'on se trouve sur la bruyère plane.

Le Dedems-Vaart coupe, tout près de la rivière, une de ces „*esschen*” et entre ensuite dans un terrain parfaitement plat, sans pente visible, qui nous a paru être le lit d'un bras oblitéré du Vecht, représenté actuellement plus ou moins par le ruisseau „De Ziele”, qui s'élargit plus loin dans les „Collendoorner-Kolken” et se continue sous le nom de „Molengoot.” C'est une eau presque stagnante, qui est en communication avec le Vecht actuel tout près de Hardenberg.

A la bifurcation des chaussées de Hardenberg à Ommen et au Dedems-Vaart on observe facilement la rive de la vallée actuelle du Vecht, et en allant plus à l'O.N.O. on voit apparaître bientôt des sables mobiles peu élevés, qui augmentent graduellement en nombre. Il en est de même des flaques d'eau, avec lesquelles ils alternent et qui sont la conséquence naturelle du déplacement du sable et du drainage superficiel obstrué. D'abord ces flaques d'eau ont un fond blanc de sable, qui est par conséquent encore en mouvement dans les temps de sécheresse. On en rencontre ensuite, qui ont un fond noir de boue ou d'une mince couche de tourbe et qui ne se dessèchent donc plus aussi complètement. En augmentant en nombre, elles tendent et réussissent à se confondre; la couche de tourbe qui s'y est formée croît en épaisseur; les sables mobiles s'effacent graduellement et ne constituent que des îlots dans la tourbe continue, qui deviennent de plus en plus rares ou sont cachés sous la tourbe qui les a envahis. On est ainsi parti du sable continu pour passer par des îlots de tourbe, entourés de sable, aux îlots de sable, entourés de tourbe, et finalement à la tourbe continue sans sable. Une limite nette entre les deux roches est donc très difficile à tracer; en tout cas celle de la carte de Staring est trop étroite et devra être avancée d'environ 1 K.M. au sud. Les colonies de „Rheezerveen” et de „Heemserveen” ne se trouvent point sur le Diluvium sableux, mais sur la lisière de la tourbe, qui a été enlevée en grande partie. Les terrains cultivés de ces deux colonies sont en partie du sable, — il est vrai —; mais en regardant de plus près on voit à plusieurs reprises, qu'un champ de sable est cultivé et que dans un autre, immédiatement à côté, on creuse de la tourbe. Ce n'est

done que du sable que l'homme y a mis expressément pour améliorer le sol.

En faisant cette promenade on n'aperçoit pas la pente du terrain, d'abord parcequ'elle est fort faible et ensuite parceque les sables mobiles empêchent de bien distinguer les petites différences de niveau. Pourtant, en regardant de temps à autre la tour de Heemse, on acquiert la conviction que le terrain monte réellement. Abstraction faite de la vallée proprement dite, facile à distinguer et humide, le terrain le plus près du Vecht est donc le plus aride et l'humidité du sol augmente à vue d'oeil, à mesure que le terrain monte. Cette contradiction apparente s'explique, comme en tant d'autres endroits, par le drainage devenant de plus en plus difficile à cause de l'éloignement croissant de la vallée relativement profonde. L'eau souterraine y a une pente plus forte que le sol; leur différence de niveau, nulle dans la vallée même, plus grande au sommet du versant visible de cette vallée, diminue de plus en plus vers la tourbière. Ceci explique aussi pourquoi les dunes sont plus petites près de la haute tourbière et souvent si petites, que la tourbe a pu les masquer en les envahissant.

Nous avons aussi examiné la lisière méridionale de la tourbière près de la chaussée d'Ommen à l'Ommerschans. Ommen se trouve sur les bords du Vecht et a été bâtie sur une de ces collines peu élevées (*esschen*), dont nous venons d'indiquer l'origine. La hauteur d'Ommen est bordée d'un côté par le Vecht actuel et des autres par un ancien lit, plus ou moins marécageux et formant des prairies argileuses. C'est probablement à cette situation que la petite ville doit sa fondation, puisqu'elle était ainsi facile à défendre et se trouvait en même temps sur le bord d'une rivière navigable. Il en est précisément de même de la petite ville de Hardenberg, bâtie sur un îlot, qui est entouré par le Vecht actuel et un ancien lit très reconnaissable, utilisé par le ruisseau de Radewijk, qui s'y divise. Le bras droit conserve le même nom; celui de gauche prend le nom de „Slotgraven” et est actuellement plus ou moins isolé.

A Ommen, de même qu'à Hardenberg, la différence de niveau entre les îlots épargnés et les chenaux qui les séparent (*esschen* et prairies) diminue à mesure qu'on s'éloigne de la rivière, pour devenir nulle près de l'ancienne route de Zwolle. Les prairies près de la rivière sont encore argileuses; celles qui en sont plus éloignées sont sableuses et par conséquent comparables aux prairies dans les anciens chenaux plus en amont, p.e. au delà de Gramsbergen.

Ils ont tous été érodés par une eau plus vive que le Vecht tout près d'Ommen, les uns en aval par l'ancien Vecht plus puissant, les autres en amont par le Vecht d'aujourd'hui.

L'ancienne route de Zwolle est la limite des derniers effets de l'érosion fluviale et par conséquent la zone la plus aride du versant de la haute tourbière. On y voit aussi apparaître des dunes importantes, qui sont en partie boisées et occupent une zone de largeur variable (1--2 K.M.).

D'après la carte géologique cette zone est bornée au nord par une zone de tourbe entamée. La tourbe y est présente en effet; mais le figuré de la carte est trop schématique. On y voit une bruyère horizontale et marécageuse, avec des flaques d'eau et des monceaux de tourbe. La majeure partie, de forme conoïde, ne contient que des tourbes de gazon; quelques-uns, de forme pyramidale allongée, contiennent des tourbes véritables, provenant d'une couche plus épaisse des petites dépressions locales.

La bruyère tourbeuse se continue encore plus à l'ouest de cette route, à en juger d'après les nombreux monceaux de tourbe et les noms de „Het Veen” et „Het kleine Veen” au S. de Nieuw-Leusen. En somme ce n'est pas un ancien chenal mais plutôt une bruyère plate et mal drainée, limitée au sud et au nord par une zone de dunes.

Cette dernière est indiquée sur la carte géologique comme Diluvium sableux horizontal, quoiqu'une chaîne de collines y soit figurée très distinctement. Elles sont fort apparentes et rangées de l'O.S.O. à l'E.N.E., une partie en a été mise en culture (colonie de „Withaar”). L'existence de ces dunes est due peut-être à la zone suivante plus basse, qui constitue un véritable chenal d'érosion peu profond. Cette zone paraît avoir possédé une couche de tourbe plus épaisse que la précédente; elle a du moins été mise en communication par un petit canal avec le réseau du Dedems-Vaart.

Au nord de cette zone tourbeuse se trouve une deuxième zone sableuse, plus large que la première mais dépourvue de dunes. Elle est moins aride et porte aussi quelques marques d'érosion sous forme de petites prairies ou de petits marais tourbeux, qui sont en miniature ce que la dépression tourbeuse adjacente, que nous venons de quitter, est en grand. Cette bruyère, appelée „Ommer-Veld”, n'est pas non plus sableuse en son entier mais couverte en partie d'une mince couche de tourbe de gazon.

En résumé nous pouvons distinguer dans ce promontoire de la haute tourbière, entre le Vecht et l'Ommerschans, deux zones moyennes d'un caractère bien prononcé et deux zones latérales d'un caractère mixte. L'une des deux premières est très aride et porte des dunes (Withaar); la seconde se trouve au nord de la première, porte réellement une tourbière continue plus basse et représente un ancien chenal d'érosion: l'„Oude-Veen”.

Elle est bornée, à son tour, au nord par la première des deux zones latérales (Ommer-Veld), qui est *plus sableuse*, tandis que la seconde zone latérale, qui se trouve au sud de la première zone moyenne, est *plus tourbeuse* (Zuid-Ommer-Veld). Au fond elles ne diffèrent guère et montrent toutes deux de la tourbe de gazon et des dépressions locales remplies de tourbe plus épaisse, alternant parfois avec de petites dunes.

Plus à l'ouest on voit ces différences de niveau aller en s'amoin-drissant, d'où il résulte une prairie humide, étendue, formée de sable fin ou de tourbe de gazon. En étudiant la carte du Waterstaat on voit, que le niveau n'est pas partout égal et qu'on peut plus ou moins bien suivre les zones alternativement plus élevées et plus basses. Ainsi sur la route de sable de Nieuw-Leusen, près du Dedems-Vaart, à Oud-Leusen, près du Vecht, la première (aride) est représentée par le chiffre de 4,65 M. + A.P., la seconde (tourbeuse) par le chiffre de 3,4 M., la première latérale (plus sableuse) par le chiffre de 3,7 M., la seconde (plus tourbeuse) par le chiffre de 4 M. Sur la route de sable, dite „Dedemsweg”, de Ruitenveen, au nord, à Engeland, au sud, ces chiffres sont de 2,3, de 2,25, de 2,4 et de 2,2 M.; on voit donc que les différences s'effacent graduellement.

En même temps, de l'est à l'ouest, les relations du Vecht et du sous-sol de la haute tourbière se modifient. Entre Hardenberg et Ommen le terrain baisse graduellement vers la rivière, comme nous l'avons vu (pag. 37); tandis qu'il monte à la hauteur du village de Daltsen, etc., tout près duquel on voit les chiffres de 3 et de 3,4 M. + A.P., et les chiffres inférieurs de 2 et de 2,2 M. + A.P., plus près de Nieuw-Leusen. Le long de ce dernier village coule un ruisseau, le „Hermelijn Tolgracht”, qui s'efforce de drainer un terrain très étendu. Il est l'axe d'un chenal très large et peu profond, qui contraste fort avec le chenal étroit et plus profond du Vecht. La cause de ce contraste est bien simple; le Vecht est une rivière très active encore, tandis que le terrain de Nieuw-

Leusen est probablement la partie inférieure du lit d'un cours d'eau de l'époque glaciaire.

Le long du Dedemsweg, dont nous venons de parler, le terrain, appelé „Dalfser-Veld,” est généralement très mouillé, quoiqu'il contienne quelques parties plus élevées. En approchant du „Hessenweg”, le sol devient bruyère et monte sur le dos, qui partage cette vallée de celle du Vecht. En somme, tout le terrain à l'E. et au S.E. de Nieuw-Leusen est très propre à porter une haute tourbière et nous ne comprenons pas trop pourquoi il n'en a pas été ainsi. Peut-être la haute tourbière se serait étendue bien au-delà de ses limites occidentales actuelles, si elle en avait eu le temps et si l'homme n'était pas intervenu en défrichant la surface. C'est une difficulté à résoudre.

Staring pourtant (l. c. pag. 49) est d'avis contraire et prétend que le „Leusener-Veld” en question est une haute tourbière enlevée. „Le hameau de Nieuw-Leusen a aussi l'apparence d'une colonie de tourbière” (nous n'avons pas fait cette observation) „et la tourbière de marais passe à l'ouest en tourbière basse.” Ceci est vrai, mais ne prouve nullement qu'il y ait eu autrefois une *haute* tourbière. Plus loin (pag. 189) il parle encore de la haute tourbière, dont nous venons de parler, pour donner quelques détails sur le bois fossile. „On rencontre des tronçons de sapins près de Zuidwolde. „Le bois fossile se trouve en grande quantité dans le „Hollandsche „Veld” (au centre de la tourbière) „et sur la limite des provinces „de la Drenthe et de l'Overijssel” (un peu plus au sud); mais la „quantité en est énorme au sud de Westerbork (racine de la „tourbière), on y trouve partout, en creusant les canaux secondaires, une couche régulière de troncs épais. Dans les tourbières „du Dedems-Vaart, il est plus rare, mais on l'y trouve régulièrement, quand la tourbe est éloignée jusqu'au sous-sol. Près de „l'Ommerschans on emploie les tronçons des sapins, munis de longues „racines, comme palissades des pâturages.”

En récapitulant ce que nous avons observé pendant l'étude de cette tourbière, nous avons vu qu'elle commence au nord par un chenal d'érosion très prononcé, qui s'élargit rapidement au sud. Le long de ce chenal les rives sont toujours plus élevées, et il en est généralement de même le long de la masse principale de la tourbière.

Des deux côtés la tourbière est accompagnée d'une vallée de ruisseau: l'Oude-Diep à l'ouest et le Geeser-Stroom à l'est; elle s'est étendue par-dessus la crête de séparation et a atteint les deux vallées vivantes. Il en résulte en ces endroits une pente centrifuge et une continuité de la haute tourbière et de la tourbière de marais des vallées, ainsi qu'un terrain sans pente, peu étendu, qui constitue une transition à la rive normale plus élevée.

Le chenal d'érosion, qui est actuellement rempli de la haute tourbière, s'élargit de haut en bas et s'infléchit, pour devenir parallèle au cours du Vecht actuel. Le chenal montre en bas un partage en plusieurs chenaux, qui portent actuellement les trois rejetons au nord d'Ommen et se prolongent encore à une certaine distance, pour disparaître sur le Leusener-Veld.

Le long du cours du Vecht une rive plus élevée manque entièrement; le sous-sol de la tourbière baisse vers la rivière, qui y a érodé un lit profond. De là provient un drainage radical des rives et une sécheresse du sol, qui empêche la tourbière de s'étendre et a fait naître un ensemble important de sables mobiles.

X. HAUTE TOURBIÈRE DE STAPHORST.

Nous avons quitté la limite occidentale de la haute tourbière de Hoogeveen—Dedemsvaart à la vallée du Reest; comme elle est en même temps en rapport intime avec la tourbière de Staphorst, nous la reprenons ici.

Près de Kruizinga's-Wijk la vallée du Reest se sépare de la haute tourbière par une zone sableuse de largeur peu variable. D'ici à Oosterhuis la différence de niveau entre le Zanddiluvium horizontal et les prairies tourbeuses de la vallée est assez apparente, pour qu'on puisse la considérer comme étant la cause de la sécheresse de cette zone sableuse, qui est du reste suffisamment prouvée par le développement des sables mobiles.

La route que nous avons suivie jusqu'ici (Balkbrug—Kievitshaar—Staphorst) coupe celle d'Avereest à Dedemsvaart (pont 6), qui suit également un terrain de dunes et descend visiblement, pour arriver sur le Diluvium sableux horizontal près du canal. Ce sont donc les sables mobiles, qui entourent en partie le rejeton d'Avereest de la haute tourbière de Dedemsvaart. Ils nous expliquent pourquoi la tourbière de Staphorst ne s'est pas étendue plus

à l'est pour se confondre avec sa voisine, ce qui eût été assez naturel.

Ici encore la haute tourbière s'étend en réalité bien plus loin que ne le figure la carte géologique, surtout au nord et au nord-est, quoiqu'elle y soit interrompue à plusieurs reprises par des dunes; les deux terrains y sont enchevêtrés de la manière connue. Les colonies de „Kievitshaar” et de „De Punt” se trouvent tout près de ces dunes et la tourbière s'étend de la première colonie aux hameaux de „Yhorst” et de „Klein-Oever,” sur le Reest. En allant p. e. du dernier à Kievitshaar on quitte la vallée, dont les rives sont assez raides. La route monte sensiblement, traverse une zone assez étroite de terres cultivées et à une distance de moins de 1 K.M. du Reest on se trouve déjà sur la haute tourbière. Ce n'est d'abord qu'une tourbe de gazon, au lieu du Diluvium sableux, qu'y dessine la carte géologique. La couche de tourbe devient graduellement plus épaisse et entoure plusieurs petites collines de sable. La cause du développement de la tourbe est facile à concevoir; c'est la difficulté du drainage, augmentant avec l'éloignement du Reest. Le nom de Kievitshaar est lui-même déjà une preuve de l'humidité d'un certain terrain; le nom de „Zwarte-Veen”, entre Yhorst et Staphorst, n'a certainement pas rapport à un terrain de Diluvium sableux.

La petite colonie „De Puntlanden”, entre Kievitshaar et „De Hulst”, sur le Dedems-Vaart, se trouve sur la haute tourbière entamée, mais assez près d'un terrain de sables mobiles, devenus tranquilles en partie depuis longtemps et plus ou moins envahie par la haute tourbière.

La carte géologique figure, à l'est de Staphorst et de Rouveen, un terrain de „tourbière entamée,” sur la limite orientale duquel se trouve une petite route, portant le nom de „Leidijk” et formant la limite entre la „Staphorster-Esch” à l'ouest et „De Punthorst” à l'est. Or, la première est une vaste colline élevée et cultivée, qui nous a paru n'avoir jamais porté de la tourbe; les informations prises auprès de quelques paysans ont confirmé cette supposition. (Staring dit pourtant, l.c. pag. 49, de ce terrain, qu'il est terre labourée, „établie sur du „dalgrond”, (sol de vallée) ou sous-sol de la haute tourbière; près des maisons de Rouveen (et de Staphorst) le sol a l'apparence de tourbe de marais, mais est également du *dalgrond*, d'après la tradition, et plus à l'ouest, les prairies passent en tourbières basses”).

Le terrain en question est vraisemblablement une colline de

sable mobile, nivelée et cultivée depuis de longues années, comme nous en avons observé e. a. près de Rhede, non loin de l'Eems. Le point d'intersection de ce Leidijk et du chemin de fer se trouve sur la limite méridionale, qui sépare la haute tourbière du Zand-diluvium plat, qu'on voit facilement descendre vers le Dedems-Vaart; quelques rejets de la tourbière s'avancent encore davantage vers le sud.

Le centre de la haute tourbière est donc le terrain, appelé De Punthorst, la tourbe y a en plusieurs endroits une épaisseur de 6 d.M., e. a. près du chemin de fer. Le sous-sol est partout le Diluvium sableux, déplacé parfois par le vent; nulle part nous n'avons observé de trace du Diluvium graveleux.

Il est donc facile à concevoir, pourquoi il s'est formé en cet endroit une haute tourbière. On a affaire à une plaine de Diluvium sableux, peu inclinée et insuffisamment drainée. Dans un temps de sécheresse il s'y est formé un amas de sables mobiles et les dépressions, qui en sont résultées, ont fonctionné comme autant de centres de la tourbière.

XI. HAUTE TOURBIÈRE DE HARDENBERG—ALMELOO.

Cette vaste tourbière est sous plusieurs rapports un image spéculaire de celle de Hoogeveen—Coevorden. Elle se trouve de l'autre côté du Vecht et offre, outre plusieurs analogies, quelques contrastes que nous allons examiner.

De même que sur la rive gauche, le sol s'élève à mesure qu'on s'éloigne de la rivière, p.e. sur la chaussée de Hardenberg à Uelsen. A l'est du pont 7, sur le canal d'Overijssel, on remarque facilement une de ces dépressions sinueuses, portant une prairie, dépressions qui ne sont que des lits de cours d'eau oblitérés; celle-ci montre même quelques bifurcations à l'est, en amont par conséquent. A la redoute du „Veenebrugger-Schans” la chaussée descend, pour remonter à une distance de moins d'un kilomètre; elle a traversé une langue de haute tourbière et se trouve sur le versant du plateau d'Uelsen. La tourbe s'est formée ici dans un chenal d'érosion fort apparent, qui relie la petite tourbière du nord, „Oldeveen”, à la masse principale. A l'ouest elle est bordée par la rive du chenal précité et au sud par la pente du plateau. La limite orientale est moins distincte; la tourbière passe dans

les terrains bas et humides de la petite vallée du „Welle-Beek”, confluent du ruisseau de Radewijk. Très probablement l'Oldeveen s'est formé dans une partie du chenal d'un cours d'eau, qui longeait le versant septentrional du plateau. Ce courant était d'abord à peu près parallèle au Vecht supérieur d'aujourd'hui et faisait une courbe de l'O. au S. O., précisément comme le fait la rivière à Gramsbergen. Une partie de cette eau de fonte de la glace quaternaire a diminué lentement et a creusé un chenal plus profond, qui est encore employé pour le drainage local au moyen du ruisseau de Radewijk. Ce ruisseau, en érodant sa propre vallée, a donné naissance aux sables mobiles qui l'accompagnent et a rendu la séparation de cette tourbière et de la suivante encore plus sensible que ne le font les dunes entre celles de Staphorst et de Dedemsvaart. Les cours d'eau, qui ont créé les dépressions des deux tourbières, se sont déjà séparés à l'est de l'Oldeveen; car le terrain sableux, plat au nord du „Stobbehaar” (ensemble des dunes au nord de l'Oldeveen), est plus élevé que la tourbière. Il y a donc ici une pente visible du N. au S., comme il y en a une autre du S. au N. entre la rive droite de la vallée de Radewijk et la tourbière voisine.

En regardant la carte géologique, on voit que la partie nord-est de notre haute tourbière se divise en trois bras parallèles, séparés par deux promontoires de Diluvium sableux, ceux de „Sibculoo” et de „Langeveen”, d'après les hameaux qu'ils portent à leur extrémité.

Examinons maintenant ces deux promontoires, qui sont bien plus intéressants que ne le ferait croire la carte géologique. En quittant la chaussée de Hardenberg à Uelsen et en prenant le chemin de sable du „Balderhaar”, au S. S. E., on voit facilement la position plus basse de la haute tourbière à droite, qui monte lentement le long de la route, ainsi que le terrain sableux lui-même. La différence de niveau est exagérée — il est vrai — par les sables mobiles du chemin; néanmoins elle existe ostensiblement. A Balderhaar commence le rejeton de Sibculoo, qui est également plus élevé que les deux tourbières adjacentes; la différence de niveau atteint parfois plusieurs mètres. Ainsi que l'on pouvait s'y attendre, ce rejeton est composé en son entier de Diluvium graveleux fort caractéristique (l'argile à blocs y est même visible en plusieurs endroits) flanqué d'un côté ou des deux par des sables mobiles, plus ou moins nivelés par la pluie et la culture. Il ne constitue pourtant

pas un dos continu, mais se compose de collines allongées, séparées par des bras de tourbe. La première colline, portant le moulin à vent, commence au S.O. du hameau de „Kloosterhaar”, qui est encore situé sur le promontoire de Balderhaar. Le bras de tourbe, qui sépare l'îlot du promontoire, sert au passage d'un canal latéral („Molluiks-Vaart”) du grand canal d'Overijssel. Une écluse avec une chute d'environ 2 M., prouve la pente générale à l'ouest.

Le second îlot est plus long; il porte à son extrémité le hameau de Sibculoo, avec quelques restes (cimetière) d'un ancien couvent. A quelque distance du village de Vroomshoop on observe un troisième îlot, avec de l'argile à blocs bien reconnaissable, qui sort à peine de la tourbe. Un peu plus loin encore il y en a un quatrième, entièrement caché, dont la présence se révèle par des fossés; l'argile à blocs gris-verdâtre, contenant un grand nombre d'erratiques cristallins et plusieurs cailloux de quartz, y est mise à découvert.

La colline de Sibculoo est très prononcée et s'élève de plusieurs mètres au-dessus de la tourbière, qui l'entourne de trois côtés. A côté des dunes inévitables on y remarque les effets de l'érosion; la surface y est très ondulée et quelques chenaux se dirigent vers la tourbière, qui y remonte à son tour.

La colline du moulin à vent (première dans cette série) est reliée au rejeton de Langeveen par une bonne route („Groene Dijk”), qui traverse la tourbière adjacente. On y remarque parfaitement la position beaucoup plus basse de celle-ci et son épaisseur plus considérable au milieu qu'aux bords, conséquence naturelle du remplissage d'un chenal d'érosion. On peut très bien aussi observer la convexité de la surface d'une rive à l'autre, relief qui est très inégal dans les différentes tourbières.

Les troncs d'arbres habituels y sont présents en quantité modérée et atteignent souvent la hauteur assez exceptionnelle de $\frac{1}{2}$ M. Tous sont pointus, ce qui est la conséquence naturelle de l'allure de la putréfaction, allant de l'extérieur à l'intérieur et augmentant en intensité de bas en haut, à mesure que l'oxygène de l'air trouve plus facilement accès. Elle cesse naturellement dès que le tronc est entièrement enseveli sous la tourbe croissante. Les racines principales sont toujours horizontales et disposées de la même manière que celles des sapins, qui restent aussi près de la surface; nous tenons donc ces arbres pour des *Pinus sylvestris*; les bouleaux, si facilement reconnaissables, manquent entièrement.

Staring (l. c. pag. 190) donne les détails suivants sur le bois fossile de cette tourbière, près du „Bruine-Haar”. „Une grande „quantité en a été mise au jour par suite des incendies de la „culture du blé sarrasin. Le phénomène si rare des troncs déracinés a pu y être observé sur une étendue de plusieurs hectares „près du bord de la tourbière.”

Le sous-sol, mis à découvert dans quelques canaux secondaires, était du sable avec des cailloux de quartz blanc, etc.

Notre tourbière est bordée à l'est par le promontoire de Langeveen, mentionné ci-dessus, qui est notablement plus large que celui de Sibculoo et forme un dos non-interrompu, qui se rétrécit et s'abaisse graduellement du N. au S. Il s'élève également de plusieurs mètres au-dessus des deux tourbières adjacentes et est composé de Diluvium graveleux facilement reconnaissable, flanqué de dunes plus ou moins évidentes, qui prennent un développement important près de la masse principale du plateau de gravier.

En suivant la route de Bruine-Haar à Langeveen, on est frappé de la différence d'emploi des hautes tourbières des deux côtés de la frontière. Celle du côté Néerlandais (Bruine-Haars-Venen) n'est cultivée que çà et là de blé sarrasin, et pour le reste est à l'état de bruyère. Le contraste, qu'elle offre avec la rive opposée, permet de la comparer à une rivière gelée ou à un glacier. Tout y est morne, sur le glacier comme sur la tourbière, et les monceaux de tourbe pourraient être comparés à des tables de glacier.

Du côté Prussien, au contraire, la tourbière a été mise en culture; elle porte un assez grand nombre de fermes, de bouquets d'arbres et des arbres isolés. Tantôt on y voit des prairies verdoyantes et des vaches, tantôt des champs labourés avec des gerbes jaune-clair. L'aspect entier y est gai, varié et plein de vie; de l'autre côté il est horriblement sombre et monotone. C'est le contraste frappant qui existe entre l'oase et le désert, entre la vie et la mort, dont nous garderons encore longtemps le souvenir.

Comme nous venons de le dire, le dos de Langeveen est continu et non-démembré comme celui de Sibculoo. En réalité ceci n'est qu'une différence de degré; car la surface du premier est très ondulée dans le sens de la longueur (N.-S.), mais les selles restent toujours au-dessus de la surface de la tourbière, tandis qu'au N.E. de Sibculoo elles descendent plus bas et ont été envahies en conséquence.

Au N. et au S. de Langeveen la surface de la colline descend

lentement au S. et on passe imperceptiblement du sol sableux au sol tourbeux, en prenant la chaussée de Tubbergen. Au point de contact la tourbe est naturellement mince, ce dont on s'aperçoit à la présence de deux ou trois gros erratiques, qui regardent à travers. La pluie a probablement lavé le sable environnant, de sorte qu'ils ont été mis à nu et la tourbe croissante n'a pas encore eu le temps de les envahir complètement. La chaussée de Tubbergen passe d'abord sur la tourbe, mais bientôt („Itterbeeksbrug, Haarslootsbrug") sur un terrain cultivé, sableux et plus élevé. Ce n'est de nouveau qu'un sable mouvant ancien, relativement nivelé et entouré de la tourbière, qui se termine non loin de là. Elle fait place à un terrain de Diluvium sableux humide (*broekgrond*), mal drainé par les ruisseaux de l'„Eendebeek" et du „Molenbeek" et interrompu, au village de Geesteren, par un ensemble de terrains sableux plus élevés (*esschen*), qui ne sont que les derniers restes d'un plateau de Diluvium graveleux. Ici encore nous ne pouvons pas trop bien concevoir, pourquoi la tourbière n'a pas avancé davantage; le terrain nous y paraissait très propice.

A l'est de Geesteren le Diluvium sableux sépare la haute tourbière du plateau de Diluvium graveleux. Il se rétrécit du S. au N. et finit par disparaître, contrairement au figuré de la carte géologique, de sorte que, sur la frontière, la tourbière touche directement à une terrasse de gravier, qui s'abaisse doucement à l'est. Le sol devient peu à peu humide et se couvre d'une tourbe de gazon, qui augmente bientôt en épaisseur. Le long de la large route de sable à l'O.S.O. de Geteloh on voit la surface de la tourbière descendre lentement; elle est convertie en prairies, interrompues de temps à autre par des champs cultivés sur d'anciens sables mobiles. Le sous-sol consiste en Diluvium graveleux près de la borne 91, où elle a une épaisseur de 6—8 d.M. On y cultive l'avoine, la pomme de terre et la fève, et, contre la règle, très peu de blé sarrasin. Au sud la tourbe s'amincit de nouveau et passe au Diluvium sableux, un peu grossier. On y observe encore plusieurs tourbières locales sur des terrains plus bas, qui auraient réussi probablement avec le temps à se confondre entre elles et avec la tourbière principale.

Au N.E. d'Almeloo, en allant de Tubbergen à Mander, le Diluvium graveleux a beaucoup plus d'étendue que ne le figure la carte géologique. Il comprend non-seulement les collines de Tubbergen et de Geesteren, mais aussi une grande partie de la bruyère hori-

zontale; l'argile à blocs n'y est nullement rare à une profondeur de 1—2 d.M.

Examinons maintenant la limite N. O, qui offre beaucoup d'analogie avec celle de la tourbière située de l'autre côté du Vecht.

Nous connaissons déjà la pente du sol entre Veenebrugge et Hardenberg. Or, il en est parfaitement de même près du village de Brucht sur le Vecht, en aval de H., où la haute tourbière approche beaucoup la rivière. La pente y est visiblement plus forte près du Vecht que près de la tourbière, ce qui fait que les „esschen” se confondent à peu de distance de la rivière et que le ruisseau de Brucht a érodé un chenal profond.

En longeant le canal d'Overijssel au sud on voit d'abord une formation de tourbe assez faible, qui devient graduellement plus forte (jusqu'à 2 M.); les prairies sur la tourbe font place à la bruyère et on est bientôt au milieu d'un désert. La surface baisse distinctement de l'E. à l'O., comme on doit s'y attendre; le sous-sol, visible çà et là, n'est que du sable ou parfois de l'argile, mais sans cailloux.

Le grand village de Den Ham est situé dans une contrée semblable à celle de Geesteren, où il y a une alternance continue entre les terrains bas et marécageux et les terrains plus élevés. Les cours d'eau, qui ont certainement produit ce résultat, sont devenus tout à fait rudimentaires ou ont entièrement disparu. Quelques-unes de ces parcelles plus élevées ne sont pourtant que d'anciens sables mobiles, e. a. l'„*esch*” fort prononcé près du village et d'autres „esschen” plus petits. On en observe aussi plus à l'est et une petite chaîne de dunes apparentes constitue un bout de limite fort net de la tourbière, qui renferme même quelques dunes isolées. La pente du sol, du Vecht à la tourbière et à la colline de Sibculoo, est facile à observer et est en relation directe avec la nature du sol. De Den Ham à Vroomshoop on voit le Diluvium sableux devenir lentement plus grossier et contenir bientôt un grand nombre de grains de quartz de 2 ou 3 m.M.; de l'autre côté du canal, le changement devient plus intense encore: les cailloux augmentent en taille et en nombre jusqu'à la petite colline d'argile à blocs, cachée sous la tourbe, que nous venons de mentionner pag. 209. Le changement le plus ostensible s'est opéré sur une distance de 500 M. seulement.

Tandisqu'à l'E. de Den Ham la tourbière ne présente pas de rive naturelle, à l'exception d'un bout de sable mobile accidentel,

il en est autrement au sud. Le village de Wierden, près d'Almeloo, est situé sur le versant méridional d'une colline de Diluvium graveleux, qui frappe la vue dans une contrée aussi plate. Elle montre, près de la surface, un sable plus ou moins graveleux, parfois argileux; nous n'avons pas pu y retrouver l'argile a blocs pendant notre courte visite. En descendant du hameau de „Hooge Heksel”, par la pente orientale, vers le village de Vriezenveen, on se trouve bientôt sur une bruyère de tourbe, bordée après quelques centaines de mètres par une seconde colline, parallèle à la première et portant la ferme de „De Keizer”. Ce n'est encore qu'un sable mobile, mis en culture et constituant la limite de la haute tourbière continue de Vriezenveen. Au S. S. E. on observe une colline tout à fait semblable, portant le nom caractéristique de „Kiekenbelt”, que nous tenons également pour une dune cultivée. Autour de Vriezenveen on voit la surface de la tourbe monter (en partie à cause de sa faible convexité) de l'O. à l'E. et du S. au N. Elle passe au S. insensiblement dans la tourbe de marais le long de la „Vriezenveensche-Aa” et a donc ici une limite naturelle, quoique peu distincte. On peut concevoir pourquoi elle ne s'est pas étendue plus loin; elle est arrêtée par un terrain *trop humide*, comme elle l'est en d'autres lieux par un terrain *trop sec*, soit gravier ou dune plus élevée, soit Diluvium sableux plus bas, mais très bien drainé.

Les îlots sableux ne manquent pas entièrement dans ce bout de la tourbière; on en voit quelques-uns très bas le long de la chaussée de Vriezenveen à Almeloo (Kluppelshuizen); le plus grand se trouve même au milieu de la vallée marécageuse de l'Aa et porte une campagne du nom de „Meulenbelt”.

D'ici à Almeloo, on traverse de nouveau un assemblage chaotique d'*esschen* plus élevées et sèches et de dépressions humides, qui communiquent entre elles.

En comparant les deux hautes tourbières, que nous venons de décrire, nous voyons qu'elles descendent toutes deux d'un plateau de Diluvium graveleux vers le Diluvium sableux de la large vallée du Vecht, dont elles sont séparées par des dunes fort développées, ce qui prouve l'aridité du sol. Tandis que la tourbière septentrionale ne commence que par un seul chenal d'érosion apparent, il y en a trois au commencement de la tourbière méridionale. Elles se

terminent aussi toutes deux en partie vers un terrain marécageux, qui semble très propice à la formation d'une haute tourbière, celle du nord vers les prairies de Nieuw-Leusen, celle du sud vers les terrains marécageux autour de Geesteren. Des études ultérieures et comparées devront décider, pourquoi ces terrains et d'autres semblables ne portent pas eux-mêmes une haute tourbière. Peut-être des oscillations d'humidité annuelles, d'une amplitude trop grande, en sont-elles la cause.

XII. HAUTE TOURBIÈRE DE RADEWIJK—WILSUM.

Le ruisseau de Radewijk, que nous avons déjà mentionné ci-dessus, se jette dans le Vecht à Hardenberg. Il prend sa source sur le versant septentrional du plateau de gravier d'Uelsen—Ootmarsum et coule assez parallèlement à la rivière, en amont de Gramsbergen, dans une bruyère sableuse, qui borde et porte la haute tourbière et s'incline vers le Vecht. Comme tant d'autres il s'est creusé une vallée assez profonde, ce qui a favorisé le développement de sables mobiles sur ses deux rives. Ceux de gauche limitent la petite tourbière de l'„Oldeveen”, dont nous venons de parler; ceux de droite limitent celle qui nous occupe en ce moment; ils ont été mis en culture et portent la colonie de Radewijk.

On en voit aussi en différents endroits au milieu de la tourbière, où ils ont été envahis parfois par la tourbe en croissance; d'autres viennent à la surface et portent quelques fermes isolées. Une de ces dunes (en repos actuellement) porte une colonne de grès, la borne 120, appelée par conséquent par les paysans du voisinage „*De hooge Steen*” (la pierre haute); la borne suivante, 121 porte le nom „*De lage Steen*” (la pierre basse) et a été posée sur la haute tourbière même, qui entoure aussi la colline de la première.

Le sol environnant, ainsi que le sous-sol, est presque exclusivement du sable fin. La couche de Diluvium sableux est pourtant assez mince et le sable un peu grossier, en rapport avec le Diluvium graveleux du voisinage. On a creusé quelquefois dans les fossés un sable contenant plusieurs cailloux de quartz ayant jusqu'à 1 c.M. de diamètre; il en est de même le long du „Zwolsche Weg”, entre la tourbière et Gramsbergen. Au milieu de la tourbière j'ai même

observé plusieurs erratiques assez volumineux (1—3 d.M.), que l'on avait trouvés en creusant les fondements d'une ferme.

Le „Zwolsche-Weg” (Laar—Hardenberg) monte lentement de l'E.N.E. à l'O.S.O., perpendiculairement à l'axe de la tourbière et des prairies basses et marécageuses „Holthemer-Broek en Veld”, pour arriver sur les *esschen* des hameaux de „Den Velde” et „Loozen”. Ces prairies se trouvent dans la prolongation de la tourbière vers le Vecht et ont de l'analogie avec celles de Nieuw-Leusen. Ici encore il est facile de concevoir, pourquoi la tourbière de Radewijk ne s'est pas étendue plus au N. et au S., mais non pourquoi elle cesse au N.O. L'intervention de l'homme nous paraît insuffisante pour résoudre cette question.

Le village de Wilsum se trouve sur le versant septentrional du plateau graveleux d'Uelsen et précisément au sud du village d'Emblicheim sur le Vecht. Entre ces deux localités est située une haute tourbière, qui nous a paru s'étendre beaucoup plus loin que les limites de la carte géologique et qui n'a pas été entièrement enlevée.

Le Vecht coule à Emblicheim dans un chenal assez prononcé, quoique moins qu'à Hardenberg, et bordé d'une vallée de prairies. A mesure qu'on s'éloigne de la rivière, on voit le sol monter lentement; les prairies font place aux champs cultivés et ceux-ci à la bruyère, qui porte plusieurs sables mobiles. Plus loin, la pente continue de la même manière, la bruyère devient de plus en plus humide, la tourbe de gazon y apparaît et augmente lentement en épaisseur. Elle s'étend à environ 3 K.M. plus au nord que sur la carte géologique et repose sur un sable, qui est parfois grossier et riche en cailloux de quartz.

Elle est bordé de sables mobiles, qui portent e. a. le hameau d'Echteler. En allant d'ici au S.S.O., à l'extrémité orientale de la colonie de Radewijk, on arrive bientôt sur la haute tourbière dispersée et ensuite sur la tourbière continue, qui n'est que très peu entamée. En suivant la frontière au N.O., on arrive sur la haute tourbière de Radewijk, que nous venons de décrire et qui est par conséquent en continuité avec celle de Wilsum.

Nous y avons vu combien il faut être prudent en admettant une discontinuité de la tourbière, causée par du sable mobile. Un paysan creusait dans une petite colline de la tourbe, couverte de 2 d.M. de sable; la discontinuité de la tourbière n'était donc qu'apparante. Une longue bande de sable s'étend, à l'E. de la

colonie; c'est un sable mobile facile à constater comme tel. Il sépare la haute tourbière en deux; celle du sud est plus basse et convertie en prairies et en champs; celle du nord est couverte de bruyère ou sert à la culture du blé sarrasin. Cette différence de niveau est due probablement à une dépression du sous-sol près de la colline graveleuse d'Uelsen; car la tourbière du nord n'a qu'une épaisseur minime près de la route en question.

Peut-être ne sommes-nous pas loin de la vérité en considérant cette dépression comme un chenal d'érosion, qui se prolonge en partie dans la petite tourbière de l'Oldeveen et en partie dans la vallée du ruisseau de Radewijk, rudiment du cours d'eau quaternaire qui l'a creusée.

La bande de sable, qui porte la route de Radewijk à Wilsom, se termine à la route d'Emblicheim à Wilsom, où les deux tourbières sont donc en continuité.

Au sud, la tourbière s'étend jusque tout près du pied de la colline de Diluvium graveleux d'Uelsen. A l'est elle est bordée à peu près par la route droite d'Emblicheim à Neuenhaus, sur laquelle on observe plusieurs sables mobiles. Ils sont encore partiellement en action et entourent quelques étangs, dans lesquels se trouvent des îlots de tourbe, jusqu'à 1 M. d'épaisseur. Le sable de cette route, surtout où elle s'approche de la colline de Diluvium graveleux, contient un certain nombre de cailloux de quartz de 1—1½ c.M. et forme un passage au Diluvium sableux sans cailloux.

En admettant cette route comme limite orientale de la haute tourbière, qui s'étend au nord jusque près des champs labourés du Vecht et au sud jusque près de la colline d'Uelsen, on obtient un terrain très étendu, concordant assez exactement avec celui qui est dessiné comme marécageux sur la carte topographique de Papen, de 1842. En réalité, cette haute tourbière, embrassant celles de Wilsom et de Radewijk de notre carte géologique, a une surface d'environ 4000 H.A., les deux terrains sus-nommés, de 900 H.A., soit 4½ fois de moins.

Les causes de la formation d'une haute tourbière dans cette localité sont simples. Nous avons devant nous une terrasse humide de Diluvium sableux, bordée par une colline de gravier et par la vallée du Vecht et ses sables mobiles, qui forment des limites naturelles à son extension.

XIII. HAUTE TOURBIÈRE DITE „SYEN-VENNE.”

A une distance notable en amont du Vecht la carte géologique figure une haute tourbière dégradée, située également sur la rive gauche et portant le nom de „Syen-Venne” sur la carte topographique de Papen. Elle est située à quelque distance à l'ouest de la chaussée, qui relie les petites villes de Bentheim et de Nordhorn ; mais les premières traces de tourbe s'observent déjà à l'est de cette chaussée. Le Vecht y coule dans une vallée d'environ 300 M. de large, dont les prairies contrastent nettement avec les champs labourés plus élevés, auxquels succède la bruyère. Comme d'ordinaire celle-ci monte lentement à mesure qu'on s'éloigne de la rivière, devient humide et porte bientôt des parcelles de tourbe de gazon, qui entoure des dépressions sinueuses, converties parfois en prairies. Nous avons vu qu'elle repose çà et là sur de la limonite, compacte vers le bas, désagrégée près de la surface et atteignant une épaisseur de 2 d.M. La tourbière continue ne commence pourtant qu'à quelque distance à l'ouest de la chaussée et est bordée en quelques endroits de sables mobiles. La tourbe augmente assez rapidement en épaisseur jusqu'à 1 M. et au-delà et montre dans toutes les directions des monceaux de tourbe sèche, ce qui prouve qu'elle est en pleine exploitation.

Au N. et à l'O. la tourbière est bordée par la route de Gildehaus à Brandlecht, sur le Vecht, qui suit en partie des sables mobiles constituant un bout de limite naturelle.

Plus au nord, vers Brandlecht, la bruyère est généralement sèche. Parfois elle porte des sables mobiles, accompagnés à leur tour d'étangs plus ou moins étendus, qui ont causé des tourbières locales. Les cartes topographiques en montrent quelques-uns, près du village sus-nommé, qui sont sans aucun rapport avec la tourbière continue, dont le bord occidental se rapproche du ruisseau du „Rammel-Beek” à mesure qu'on avance vers le sud. Il s'agit pourtant de savoir, si ce ruisseau insignifiant, qui prend sa source dans le bois de Bentheim, est réellement la cause de la limite occidentale de la tourbière; mais nous n'avons pas poursuivi ici nos recherches, à cause du manque de temps et à cause des cartes trop peu détaillées.

Au sud-est c'est la pente de la montagne „Isterberg”, composée de grès néocomien, qui forme une limite très naturelle de la tourbière.

Le sous-sol est principalement le Diluvium sableux horizontal, qui devient graveleux vers l'Isterberg. Parfois on le voit plus ondulé, à cause d'anciens sables mobiles, partiellement nivelés par la pluie et envahis ensuite par la tourbière.

À l'ouest, vers le Rammel-Beek, on en observe de semblables, assez insignifiants du reste.

En somme, il n'est pas difficile d'entrevoir pourquoi il s'est formé ici une haute tourbière. Nous avons un sol sableux, très faiblement incliné de l'ouest à l'est et insuffisamment drainé.

L'Isterberg au sud, le Vecht à l'est forment des limites naturelles et peut-être en est-il de même du Rammel-Beek à l'ouest. Ensuite ce sont les sables mobiles, qui ont contribué à la limiter à l'est et à l'ouest, en favorisant en même temps la formation de noyaux de la tourbière dans les dépressions. Il reste encore des questions de détail à résoudre sur l'extension et les limites, comme cela est presque toujours le cas. La carte topographique Néerlandaise est très peu détaillée, puisqu'il s'agit d'un terrain hors des frontières; la carte Allemande est insuffisante à cause de son échelle trop petite (0,00001).

Troisième Partie.

Les Tourbières du Versant oriental du Plateau de Drenthe.

XIV. HAUTE TOURBIÈRE DE SCHOONOORD.

Après avoir examiné les tourbières des versants occidental et méridional du plateau de Drenthe, nous allons nous occuper de celles du versant oriental, caractérisé par le célèbre „Hondsrug”. Ce dos allongé présente un contraste frappant quant à la distribution des hautes tourbières sur ses deux versants. Tandis que sur son côté oriental s'étend la partie nord de la tourbière de Bourtange, la plus étendue de l'Europe, on n'en observe sur son côté oriental qu'une seule bien plus petite, celle de Schoonoord—Odoorn. En réalité, on en observe encore une seconde, plus au sud, celle de Nieuw-Amsterdam; mais elle n'est pas restée indépendante, elle s'est confondue avec celle de Bourtange en s'étendant autour et au-dessus de l'extrémité méridionale du Hondsrug.

Ainsi que la majeure partie de nos hautes tourbières, celle de Schoonoord possède une extrémité supérieure, deux rives et une

extrémité inférieure. On peut facilement étudier la première en prenant la route de Sleen à Odoorn, qui traverse, au pont 14, le Canal-Orange, où l'on observe: 1° la descente du Diluvium au S.O., 2° la position plus basse de la haute tourbière par rapport au Diluvium, 3° la position plus basse encore des prairies de la vallée du „Sleener-Stroom” (confluent du „Drosten-Diep”). La pente générale de la haute tourbière est au N.N.O., celle de la vallée du Sleener-Stroom au S.S.O.; tandis que le cours d'eau de la première est oblitéré depuis longtemps, celui de la seconde sert encore au drainage des terres environnantes; c'est une vallée vivante, marécageuse et tourbeuse, comme ailleurs.

Les deux rives de la haute tourbière ne donnent pas lieu à beaucoup d'observations; elles sont toujours plus élevées que la tourbière même. Le Canal-Orange suivant la rive gauche à quelque distance, on a, en le longeant, une bonne occasion de s'orienter sur le sous-sol, qui est toujours l'argile à blocs, bleu-blanchâtre ou gris-clair-verdâtre ou bien un sable presque blanc, plus ancien, qui contient un assez grand nombre de cailloux bien roulés de quartz blanc. L'épaisseur de la tourbe étant inégale, le sous-sol est ondulé et vient parfois à la surface en îlots. Un de ces derniers, le „*Brammershoop*” a même acquis une certaine célébrité et joue un rôle dans les légendes de la campagne de Drenthe. C'est une colline assez frappante de 3—4 M. de hauteur, située sur la ligne „Eksloo-Westerbork”, au milieu de la tourbière. Elle offre une excellente occasion de suivre des yeux sur une distance notable les deux rives, dont les dunes blanchâtres et les „*esschen*”, portant du seigle jaune-clair, servent de bons points de repaire.

Près de la rive gauche, au hameau de Schoonoord, l'enlèvement de la tourbe a mis au jour un assez grand nombre de troncs d'arbres, tous des bouleaux et par conséquent d'épaisseur médiocre. La pente des deux rives est presque toujours faible. La tourbière descend du N. au S. vers les prairies situées autour de Westdorp, non-loin de Borger, dans lesquelles elle passe graduellement, tant pour le niveau du sol que pour la végétation. La tourbe de marais de Westdorp se couvre lentement d'une couche de haute tourbe vers le sud et passe dans cette substance à mesure qu'elle s'épaissit. Nous avons observé ce passage dans quelques autres localités encore et nous avons vu qu'il ne se fait pas toujours de la même manière. La haute tourbière non-douteuse ne porte que de la bruyère (*Calluna vulgaris* et *Erica tetralix*); mais en approchant

de Westdorp, on voit apparaître des joncs, une herbe très fine (et des sphagnes), qui sont d'abord très rares, puis augmentent peu à peu, naturellement aux dépens de la véritable bruyère.

Au lieu de continuer à entourer les groupes de plantes sus-nommées (à l'exception des sphagnes, qui n'augmentent pas), les bruyères forment bientôt dans l'herbe des îlots, dont l'étendue et le nombre diminuent peu à peu. Les fossés sont d'abord tout secs, mais se remplissent ensuite de boue et plus loin d'eau, indice peu équivoque de la pente du terrain. Comme ils sont barrés à des distances inégales, ce phénomène se répète plusieurs fois. Quant aux prairies, on observe un passage tout à fait semblable; on en voit d'abord une parcelle isolée, mais bientôt davantage avec des bosses de bruyère, qui deviennent peu à peu plus rares et finissent par disparaître.

Les champs deviennent graduellement plus humides, comme le prouvent l'apparition de carices et d'orchidées et la disparition des vaches, les prairies ayant fait place aux champs de foin.

Nous sommes ici en pleine tourbière de marais et tout près de quelques ruisseaux, qui se réunissent autour de Westdorp et forment le „Voorste-Diep”, qui coupe le Hondsrug et se jette dans la Hunse. La dépression ou vallée entièrement fermée de Westdorp a ainsi un drainage très intéressant à travers son barrage et il est bien possible qu'il y ait eu autrefois un lac, qui s'est écoulé au point le plus bas de son bord.

L'origine de la dépression de ce lac est peu douteuse: ce n'est qu'un intervalle entre deux plis de la surface morainique, une vallée entre deux ondes. Comme dans la mer, ces vallées n'ont qu'une longueur limitée; des deux côtés elles cèdent leur place à d'autres ondes.

Nous avons déjà parlé des sables mobiles d'Odoorn, qui sont très intéressants à plusieurs points de vue. Ils constituent un véritable désert à côté de celui de la haute tourbière, qui est pourtant bien plus sombre encore. Elle sert à la culture du blé sarrasin et la surface en est brûlée de temps à autre. Lors de notre visite il n'y poussait presque pas une seule plante, excepté dans les fossés; la surface était généralement brune, avec des taches d'un brun-rougeâtre produites par des mousses, ou d'un gris-clair produites par les cendres encore présentes.

Le désert des sables mobiles est plus clair et un peu plus gai, quoique privé presque entièrement de végétation. Le milieu est le

plus bas et fournit le sable, qui hausse les dunes aux alentours; c'est comme un „maalstroom”, qui devient de plus en plus profond. Le sable, déplacé vers les bords, ensevelit lentement la bruyère; mais celle-ci reste vainqueur sur une zone limitée, où la quantité de sable transporté annuellement n'est pas trop grande. Les tiges s'allongent simplement à mesure que le sol se hausse et poussent de nouvelles feuilles. On reconnaît facilement cette zone, dans laquelle la bruyère peut encore supporter victorieusement la lutte pour l'existence; elle attire l'attention par sa teinte claire, produite par le blanc de la surface et la bruyère d'un vert toujours jeune. La bruyère plus éloignée des dunes a naturellement une teinte plus sombre, résultant du sol végétal noir et des buissons plus vieux et vert-foncé. Le bord du désert s'élève ainsi continuellement, ce qui arrive d'ailleurs également dans une série de points de l'intérieur. Un certain nombre de bosses de bruyère sont restées vivantes et ont arrêté le sable volant entre leurs tiges. Elles atteignent parfois des dimensions considérables, de plusieurs mètres de largeur et de hauteur. Une photographie de ce paysage ressemblerait fort à celle d'une colonie de castors dans un lac.

Pendant nos excursions dans le Brabant et le Limbourg nous avons fait des observations analogues. Les tourbières y sont également accompagnées de sables mobiles, parfois énormes et souvent il n'est pas possible d'indiquer les creux d'où le sable a été enlevé par le vent. Or, comme nous avons expliqué les dépressions de ces tourbières par l'érosion de bras du delta quaternaire de la Meuse, il ne nous fût pas trop difficile de résoudre cette difficulté. Pendant les inondations de l'hiver ces bras déposaient du sable sur le terrain inondé, qui venait à découvert dans les temps de sécheresse et le sable était facilement soulevé par le vent et arrêté par la végétation. Il s'opérait ainsi à travers les plantes une espèce de filtration du mélange d'air et de sable, filtration qu'on peut comparer à celle de l'eau, qui tient de l'argile en suspension. Cela peut nous expliquer pourquoi les tourbières basses des rives du Vecht (de Hollande) et du Lek ne contiennent pas d'argile intercalée, quoique leur niveau soit assez bas pour avoir permis des inondations répétées (avant la construction des digues).

La végétation des dunes de l'intérieur a certainement facilité leur croissance, mais n'est pas strictement nécessaire pour les expliquer. Dès que le vent a élevé un petit monticule, il s'est fait, en amont de celui-ci, un creux, dans lequel il se réfléchit et d'où

*Comparez Zeit.
schrift der deut.
schen geolog.
schen Gesell.
schaft. 1898.
Jag. 152*

il entraîne continuellement des grains de sable, jusqu'à ce que l'eau souterraine l'en empêche pour toujours. Le monticule au contraire n'est qu'effleuré par le vent et attaqué par conséquent à un bien moindre degré.

Puisque nous avons déjà consacré une page aux sables mobiles et que ceux-ci jouent un rôle aussi important dans l'étude de nos hautes tourbières, il nous semble que c'est ici le moment de placer quelques généralités ayant rapport au même sujet. Elles sont empruntées au livre important de M. Joseph Wessely, intitulé : „Der Europäische Flugsand und seine Cultur", Vienne 1873 (le Sable mobile en Europe et sa Culture).

Le mouvement du sable est le résultat de deux causes : le vent et la pesanteur. Les particules en étant incohérents, on peut jusqu'à un certain degré comparer ce mouvement à celui d'un liquide, et plutôt à celui des vagues de la mer, qui dépend aussi du vent, qu'à celui d'une rivière, qui n'est assujetti qu'à la pesanteur. On peut aussi le comparer à celui de la neige ; mais il ne faut pas perdre de vue la différence considérable des poids spécifiques, celui de la neige n'étant que de 0,9, celui du quartz, etc. de 2,6 à 2,9. (Nous ajouterions la différence de forme extérieure ; les grains de sable étant très compactes et les flocons de neige offrant une grande surface au vent).

Si la surface du sable était parfaitement plane et le vent parfaitement horizontal, ce dernier ne produirait aucun effet ; en réalité il n'en est jamais ainsi. Il y a toujours des intervalles entre les grains de sable et dès qu'ils sont desséchés le vent peut y pénétrer et les détacher l'un de l'autre. Ils commencent à rouler, se heurtent à d'autres, commencent bientôt à sauter et aident ainsi à détacher des grains, qui étaient jusqu'ici en repos.

Les plus fins se mettent naturellement les premiers en mouvement et sont portés le plus loin. Quand le vent est faible, le sable s'élève à peine de la surface et coule plutôt qu'il ne saute ; pendant les fortes tempêtes les grains peuvent faire des sauts de plus de 20 M. Les nuages de sable sont une très grande exception, ce qui constitue une différence importante avec la neige.

Le mouvement est généralement ondulé, comme on peut aussi s'en apercevoir à la surface redevenue calme ; les ondes vont perpendiculairement à la direction du vent, donc généralement du N.O. au S.E. ou de l'E. à l'O., puisque les vents d'ouest sont généralement accompagnés de pluies et mettent le sable en repos, plutôt qu'en mouvement.

Quand le sable coulant rencontre un obstacle le mouvement s'épuise et les grains s'arrêtent; c'est le commencement d'une dune. La pente en est d'abord extrêmement faible; mais à mesure qu'elle s'allonge, une quantité croissante de grains s'arrête et la rend plus forte, jusqu'à ce qu'elle ait atteint 5 à 15°. Le vent adopte lui-même cette pente, de sorte qu'il peut transporter le sable avec peu de peine. Du côté opposé abrité contre le vent, le sable n'obéit qu'à sa propre pesanteur et adopte une pente plus raide qui ne dépasse qu'exceptionnellement 30°. Les chiffres plus forts de 45° et 60°, cités par différents auteurs, sont attribués par M. Wessely à ce que ces auteurs n'ont pas *mesuré* mais *évalué* ces angles.

Les objets solides, les plantes p. e., retiennent le sable et haussent la dune, jusqu'à ce qu'ils soient entièrement enterrés. Le sommet de la dune ne croît pas indéfiniment, puisqu'il est aussi attaqué par le vent, plus fort en haut qu'à fleur de terre.

L'irrégularité chaotique des terrains de sable mouvant est dû à une série de causes, e. a. à la direction différente des vents qui élèvent des dunes.

Les fortes pluies et les averses agissent naturellement en sens contraire, en ce qu'elles ramènent le sable de haut en bas et érodent rapidement des entailles raides et profondes. Le sable, se desséchant ensuite, dégringole par suite de la pesanteur. La pluie attaque surtout le sable desséché, puisque l'air, voulant échapper en sens inverse des gouttes, qui veulent pénétrer, offre un obstacle à ces dernières.

De l'autre côté l'eau facilite et prépare aussi l'action du vent en ce que le sable fraîchement desséché est plus incohérent que celui qui est sec depuis quelque temps. L'eau, en pénétrant entre les grains, les éloigne toujours un peu les uns des autres.

M. Wessely n'admet pas de sables mobiles (à l'exception naturellement des dunes maritimes), qui ne soient causés par l'homme. Nous ne pouvons le suivre à cet égard, d'autant plus qu'il cite lui-même les trous de lapins comme une des premières causes. Nous pourrions ajouter les crevasses créées par les averses, les inondations hivernales dont le sable se dessèche après que l'eau s'est retirée et qui peut se mettre en mouvement, avant qu'il ait obtenu une couche protectrice végétale. Actuellement les deux causes principales en sont les ornières et les sentiers de bétail (les brebis en première ligne). La pluie et la gelée continuent le travail de désagrégement, le sol fraîchement dégelé surtout étant très incohérent.

XV. TERRAIN ENTRE L'EEMS ET LE VECHT.

La carte géologique de Staring figure le long du cours de l'Eems une haute tourbière très étendue, dont la partie méridionale a été entamée. C'est le terrain qui se trouve au sud de la colonie de Wietmarschen, que nous voulons traiter séparément de la haute tourbière de Bourtange proprement dite. Commençons par le bord occidental de l'Eems, pour considérer ensuite le bord oriental du Vecht. Nous pouvons ajouter quelques autres observations, quoiqu'elles ne soient pas en rapport direct avec la description des hautes tourbières.

A. Voisinage de l'Eems à Rheine.

En amont de la ville de Rheine, près du village d'Emsdetten, l'Eems touche immédiatement au plateau, dans lequel il a érodé son lit à une profondeur de 12 M. et dont les pentes ne sont composées que de sable. A l'ouest la plaine de Diluvium sableux monte lentement, jusqu'au curieux canal inachevé de Munster au Vecht, qui est actuellement employé comme prairie et qui est en plusieurs points en train de se remplir de tourbe.

Près de la grande métairie de Clemenshafen, située sur ce canal, le sol n'est encore que du sable sans aucun caillou; mais tout près commence une colline très distincte et allongée, qui s'étend jusqu'à la chaussée de Rheine à Burgsteinfurt et se relève de l'autre côté, pour disparaître bientôt sous le Diluvium sableux. Nous y avons trouvé en profusion des cailloux de quartz, de silex, de granit et de diorite, jusqu'à de 8 c.M., dont quelques-uns possédaient des stries glaciaires distinctes. Dans un petit profil, à côté d'un chemin creux, nous avons vu un sable graveleux bien stratifié; mais nous n'avons vu nulle part l'argile à blocs.

La colline a une direction du N.O. au S.E., comme tant d'autres plus au nord et touche presque à la colline de „Thierberg”, de Rheine. Celle-ci, ainsi que la „Waldhügel” de la rive gauche et la „Stadtberg”, de la rive droite, sont composés d'un calcaire gris-bleuâtre d'âge turonien.

La base de la Thierberg est encore enveloppée du Diluvium sableux; plus haut on ne voit que de l'argile, qui contient des fragments anguleux du calcaire, dont elle est le produit de décomposition. A mesure qu'on approche du sommet, on voit l'argile

diminuer à son tour, puisqu'elle est lavée à la base. Pendant ma visite, assez courte du reste, je n'y ai pas trouvé d'erratiques; peut-être ont-ils disparu, peut-être n'y ont-ils pas été déposés par la glace quaternaire.

Il en est un peu autrement de la Stadtberg et de la rive droite de l'Eems, où je n'ai vu à la surface du plateau que le Diluvium sableux; le calcaire turonien ne se montre que sur la pente vers la rivière. Tandis que la base seule de la Thierberg est enveloppée de sable fin, la Stadtberg l'est en son entier. L'origine de la brèche de l'Eems dans le barrage de calcaire est donc fort simple. L'eau de fonte de la glace quaternaire a déposé une quantité énorme de sable fin (Zanddiluvium), qui a enveloppé partiellement la colline de calcaire. L'Eems a coulé d'abord à la surface de ce sable et s'y est creusé un chenal, de plus en plus profond d'aval en amont. A l'endroit où est situé Rheine il a rencontré du calcaire dur et il n'a pu faire autrement que de continuer son travail et éroder la matériel compact aussi bien que l'incohérent (Pl. III, fig. 4). Quant à la troisième colline, la Waldhügel, elle présente le même succession de terrains que la Thierberg, du Diluvium sableux à la base, de l'argile de décomposition au milieu et la roche nue, désagrégée en haut.

Entre Rheine et Salzbergen se trouve l'ancien couvent de Bentlage, dans un entourage boisé et très pittoresque. L'entaille de l'Eems y est très distincte; nous en avons mesuré la profondeur de 11 M. Il est évident que ce chiffre ne diffère que très peu de celui d'Emsdetten (12 M. à peine), quoique la marche régulière de l'augmentation de la profondeur d'Aschendorf à Bentlage eût fait attendre un chiffre plus grand. Or, il est clair qu'il n'en peut pas être ainsi, puisque le chenal n'a pas partout été érodé dans le sable et que la roche beaucoup plus dure de Rheine a dû agir comme régulatrice. Elle retarde l'érosion dans le sable, jusqu'à une certaine distance, tant en aval qu'en amont.

Plus près de Salzbergen, la carte topographique de Papen figure un terrain boisé et marécageux „Das Bruch” et la carte géologique de Von Dechen un terrain d'argile wealdienne, qui y correspond assez exactement. Nous n'avons fait que traverser ce bois et y avons observé une argile jaunâtre avec des erratiques peu nombreux. C'était donc l'argile à blocs réelle; peut-être la carte de Von Dechen est-elle incorrecte et l'auteur — ne connaissant pas l'argile à blocs lors de la construction de la carte — a-t-il fait

de l'argile observée l'argile wealdienne, bien constatée en d'autres endroits. Peut-être l'argile wealdienne y est-elle présente en réalité et la partie supérieure a-t-elle été convertie en argile à blocs. Nous avons observé le même phénomène dans le bois de Bentheim et — pour l'argile miocène — à Winterswijk.

B. Environs de Salzbergen et d'Emsbüren

Salzbergen est un petit village près de l'Eems, connu comme point de jonction des chemins de fer Néerlandais et Prussiens; Emsbüren se trouve à environ 9 K.M. au N.O., également à une petite distance de l'Eems.

Entre ces deux villages une colline s'étend du S.E. au N.O., direction très fréquente plus au N., tandis que dans les provinces Néerlandaises voisines cette direction est plus fréquemment du N. au S.

Elle se compose de Diluvium graveleux, qui est tantôt du sable et du gravier plus ou moins bien stratifié, tantôt de l'argile à blocs plus ou moins modifiée, contenant un grand nombre d'erratiques scandinaves ordinaires. Parfois ils atteignent des dimensions notables comme ceux dont l'homme préhistorique a construit le dolmen (Steinbild) de Mehringen, entre Emsbüren et l'Eems.

La pente orientale de la colline, que suit le chemin de fer de Lingen, est très douce et assez humide par conséquent. Elle ne porte pourtant pas une tourbière véritable, mais seulement un terrain marécageux, dit „Broekgrond” ou „Bruchboden”, qui n'est pas distingué de la tourbière véritable sur la carte topographique du Hanovre de Papen, échelle de 1 : 100 000, dont nous nous sommes servis pendant nos excursions.

A Emsbüren la pente du sol dans la direction de l'Eems est plus facile à observer; elle est interrompue près de la rivière par une étroite chaîne de dunes. Les prairies de la vallée sont exclusivement sableuses; le sable en est tantôt déposé, tantôt enlevé par le courant et n'a rien à faire avec les sables mobiles qui sont tous en dehors de la vallée, sur la terrasse de Diluvium sableux ordinaire. Le village d'Emsbüren même est situé sur le versant occidental de la colline de gravier; les erratiques n'y sont pas fréquents; on en observe davantage dans les parties plus élevées, où le sol environnant a été dénudé par la pluie.

La limite, qui sépare la pente de la colline et la plaine du Vecht, est facile à tracer; celle-ci est très marécageuse et en partie couverte d'eau, déjà près de la chaussée de Salzbergen à Schüttof. Avec quelque attention on observe une certaine régularité dans les dépressions; elles sont allongées, larges de 5 à 6 M. en moyenne, serpentent et ressemblent fort à des fragments de ruisseaux; il faut donc les considérer comme les traces des cours d'eau, qui ont autrefois déposé le sable de la plaine. Plusieurs sont moins profondes que les autres et constituent d'assez bonnes prairies; elles ont probablement été remplies jadis de tourbe, qui a été enlevée ensuite par l'homme. C'est à la hauteur d'Emsbüren qu'on observe les premières hautes tourbières, isolées d'abord, mais se confondant bientôt vers le nord.

C. Environs de Lingen et de Lohne.

Notre colline se termine à 3 K.M. au N.O. d'Emsbüren, où la plaine sableuse du Vecht se prolonge sans interruption vers l'Eems. Elle baisse visiblement et forme quelques terrasses, dont une porte le village d'Elbergen, dans laquelle un petit profil montre des couches horizontales de sable blanc, interrompues par un faible lit d'argile.

Ce village est à peu de distance du hameau de Haneken, où l'Eems est barré à l'entrée des canaux de Nordhorn sur le Vecht et de Meppen sur l'Eems. Le premier devra alimenter dans l'avenir le canal Sud-Nord et indirectement les canaux des provinces de Drenthe et de Groningue, lorsque les hautes tourbières, entièrement enlevées, ne procureront plus l'eau nécessaire.

A Haneken nous sommes au commencement d'une seconde colline, également graveleuse, mais moins longue que celle d'Emsbüren. Le passage, par lequel l'Eems a pu couler dans la plaine des hautes tourbières et du Vecht, a une largeur d'environ 5 K.M. L'espace entre la colline et la rivière est assez étroite; on y observe, près du château de Herzford, une terrasse bien distincte, vestige d'une vallée moins profonde. Les bords de la rivière sont généralement escarpés et très souvent boisés, ce qui, avec les nombreux détours, rend le paysage très pittoresque.

L'extrémité méridionale de cette colline est profondément coupée par le canal de Nordhorn, le long duquel on remarque d'abord le gravier à erratiques, comme sol dragué; mais peu à peu ils dimi-

nient et sont remplacés par un sable avec des cailloux et ensuite par du sable seul ou de l'argile grise. Le Diluvium graveleux disparaît donc graduellement dans la profondeur. On le retrouve encore dans la colonie méridionale du village de Lohne dans des fossés, profonds de 1—1,5 M., qui montrent du gravier et des erratiques en abondance, couverts par le Diluvium sableux.

Assez près du village on remarque en plusieurs endroits l'argile à blocs très distincte; la colline porte aussi des sables mobiles très développés, e. a. sur la route de Lingen; mais le noyau en est le Diluvium graveleux, quoique la carte géologique la représente comme un sable mobile. La colline se termine à 2 K.M. au nord de Nordlohne, près du hameau de Wachendorf, où l'Eems pourrait donc se déverser dans la plaine des tourbières, après avoir rempli le chenal, dont nous avons évalué la profondeur à 4—5 M.

La bruyère à l'ouest de la colline descend très lentement à l'ouest et au nord-ouest et reste sèche et sableuse jusqu'à la colonie de Schwarzenpohl, où commence réellement la haute tourbière. On n'y voit que quelques tourbières isolées de très peu d'importance. Selon la carte de Papen la limite de la haute tourbière se dirige au N.E. à Dalum près de l'Eems et suit la rivière au N., à une distance de 2—4 K.M.

D. Environs de Schüttoorf et de Nordhorn.

Nous voulons commencer l'examen des bords du Vecht également au village de Salzbergen. Comme nous venons de le voir, à côté de la colline voisine s'étend une plaine, bordée à l'ouest par le Vecht, qui n'y a pourtant que très peu érodé son lit et contraste avec l'Eems à Salzbergen. La cause en est simple: l'Eems, qui vient des montagnes, est presque indépendante des terrains voisins, tandis que le Vecht qui n'est pas très éloigné de son origine, n'est qu'un cours d'eau local.

La bruyère intermédiaire est assez marécageuse; la carte de Papen y figure un marais du nom de „Samerner-Rott", au sud et un autre, du nom de „Käse-Venne", au nord du chemin de fer. Nous n'avons visité que le dernier, qui est drainé au moyen de fossés et il nous semble assez probable, qu'il ait été autrefois une tourbière vidée complètement.

En aval de Schüttoorf, à mi-chemin de Nordhorn, le village

d'Engden est situé à quelque distance du Vecht, dans la vallée d'un ruisseau tributaire. Les champs cultivés ne sont encore en majeure partie que d'anciens sables mobiles, qui s'étendent le long de la rivière. D'autres alternent avec des dépressions peu étendues sur la lisière de la haute tourbière, qui coïncide assez bien avec la route de Nordhorn à Emsbüren. On y voit de temps à autre des restes de la tourbe d'autrefois jusqu'à 1 M. au-dessus des prairies; ce ne sont cependant que des tourbières locales, peu étendues, car ailleurs on voit la tourbe s'amincir et disparaître graduellement. Ces dépressions, dont deux d'assez grande taille figurent sur les cartes, sont probablement des restes d'anciens cours d'eau; ils sont parfois sinueux, forment de petites prairies et causent parfois à leur tour de petits sables mobiles.

A Engden et davantage à Nordhorn on voit que la vallée du Vecht est plus profonde qu'à Schüttoorf; l'érosion du chenal va donc en diminuant de bas en haut. On n'y aperçoit pourtant pas encore les „*esschen*” en forme d'îlots de l'Overijssel; la vallée est simple encore, ne contient que des prairies et est nettement séparée des terrains labourés ou de la bruyère d'à côté. Les complications ne se présentent que bien plus en aval.

La ville de Nordhorn est située en son entier dans la vallée, qui a une largeur d'environ 1 K.M. et une profondeur évaluée à 2 M.; les rives en sont parfois escarpées. La bruyère voisine monte lentement, à mesure qu'on s'éloigne de la rivière et se transforme graduellement en prairies isolées, qui se confondent peu à peu. En prenant la chaussée de Lingen on voit à 4 K.M. de Nordhorn le bord de la tourbière, près d'un petit ruisseau tributaire du „*Holländischer-Graben*”. La chaussée la longe sur une distance de 2 K.M. et y entre ensuite. D'abord la surface en est solide et dure, conséquence du drainage par les fossés parallèles à la chaussée; mais à une distance d'une centaine de mètres, l'état normal et marécageux s'établit. Elle n'est pas exploitée, car les monceaux de tourbe ne se montrent qu'à une grande distance au N.E.

Cet angle de la haute tourbière, dans le voisinage de l'écluse II du Canal Sud-Nord, est remarquable par la grande quantité de limonite qui y est exploitée régulièrement. Elle ne se trouve que là où la couche de tourbe est très mince, de 1—2 d.M., et repose directement sur le sous-sol sableux. J'y ai observé des traces du Diluvium graveleux, sous forme d'un sable contenant un certain nombre de cailloux de quartz blanc et de silex jaune.

La limonite s'étend jusqu'à environ 300 M. à l'est du canal; à l'état mouillé elle est entièrement noire et devient brune en séchant. D'après les ouvriers elle a une épaisseur de 20—25 c M. et repose directement sur le sable, qui vient à la surface de l'autre côté du canal. En cet endroit la limite de la tourbière, selon la carte de Staring, doit être rétrécie de $\frac{1}{2}$ —1 K.M.

E. Environs de Neuenhaus.

Le village de Neuenhaus est situé sur la petite rivière du Dinkel, dans l'angle formé par sa jonction avec le Vecht. La carte géologique de Staring figure de l'argile de ruisseau dans les deux vallées, ainsi que dans celle du „Holländischer-Graben”, mais nous n'en avons pu découvrir de trace. Il est vrai que, par suite du sol bas et humide, quoique sableux, il s'y trouve des prairies étendues dans des dépressions, qui ne sont rien d'autre que des lits oblitérés des deux rivières.

Il en est un peu autrement à l'est du Vecht entre les hameaux de Hohenkörben et de Bimolten, où la carte géologique figure un terrain en cul de sac, couvert d'argile fluviatile. En allant du village de Veldhausen (à l'est de Neuenhaus), au S.E., à Bimolten, on n'aperçoit d'abord que le Diluvium sableux, horizontal, converti presque entièrement en champs labourés. En quittant ce hameau pour Hohenkörben, situé au N.E., on observe bientôt des ondulations, des sables mobiles, rentrés en repos depuis longtemps et alternant avec des prairies dans les dépressions. Elles ne contiennent ni argile, ni haute tourbe proprement dite, mais tout au plus une couche de tourbe de marais de 1—2 d.M., sur de la limonite. Ces prairies augmentent en étendue à mesure qu'on s'éloigne du Vecht; la chaussée en traverse e. a. une zone ostensible et longue, à 1—2 K.M. à l'ouest du Canal Sud-Nord. Elle est parfaitement reconnaissable sur la carte topographique, quoique plus large en réalité et traversée par un ruisseau latéral du Holländischer-Graben. Au sud ces prairies ne sont pas en continuité avec la tourbière peu épaisse de Nordhorn; au nord elles se continuent dans la tourbière de Bourtange.

Elles augmentent en étendue de l'ouest à l'est, contrairement à leur différence de niveau avec les parties plus élevées. C'est ce qu'on observe très bien plus près de Veldhausen, où la bruyère cesse

et est remplacée par des terres labourées, séparées par des prairies peu étendues mais bien plus basses. La carte topographique montre distinctement cette alternance, qui est due au phénomène connu des sables mobiles; la différence de niveau peut y monter jusqu'à 2 M. On rencontre souvent de la limonite dans ces dépressions, ainsi que des deux côtés du canal, dans la vallée du Holländischer Graben et de ses affluents.

De l'autre côté du canal s'étend un terrain sableux, sec, plat, avec des champs cultivés, des bois et quelques sables mobiles. C'est la colonie de Wietmarschen, qui borde au S. la haute tourbière de Bourtange. Elle est bordée à l'est par la bruyère ordinaire, sur laquelle on observe çà et là les différences de niveau que nous venons de décrire et des sables mobiles distincts. La tourbe n'y est que sporadique à 5 K.M. à l'est de l'église; elle n'atteint qu'une épaisseur de 8 c.M. et est indépendante de la haute tourbière de Bourtange.

Pourquoi la haute tourbière à l'est de Nordhorn n'est-elle pas en continuité avec celle de Bourtange? C'est une des nombreuses questions si difficiles à résoudre, que nous avons rencontrées à plusieurs reprises pendant nos excursions. La haute colline de Lohne constitue naturellement un obstacle à son extension à cause de sa sécheresse, et il nous eût paru naturel que la lisière de la tourbière eût décrit une courbe autour de cette colline, pour rejoindre la tourbière de Nordhorn-Emsbüren. Mais le terrain entre Lohne et Wietmarschen est très sec et ne porte que quelques tourbières locales très peu importantes, tandis qu'au sud et au sud-ouest de Wietmarschen, jusqu'à la hauteur de Schüttoorf et au-delà, la bruyère est souvent très humide et marécageuse et porte même une haute tourbière assez étendue, quoique peu épaisse.

Une des causes de ce phénomène est probablement la profondeur du canal d'érosion du Vecht, diminuant assez vite d'aval en amont et entraînant la hausse de la nappe aquifère superficielle. Celà explique pourquoi le terrain au sud de Wietmarschen est marécageux, mais non pourquoi la colonie elle-même est relativement sèche. Nous ne voyons d'autre solution que de la considérer comme un ancien sable mobile de grande étendue, qui aurait été tellement nivelé par les pluies que nous n'avons pu le reconnaître pendant nos visites, malgré notre expérience en cette matière. De

nombreux nivellements pourront contribuer à résoudre cette question.

La tourbière de Bourtange ne s'étend donc pas au sud de Wietmarschen et la carte géologique devra être modifiée. N'ayant pas eu le temps de tracer une autre limite, nous avons donné à la tourbière de Norhorn une limite arbitraire, qui n'a d'autre mérite que de montrer le manque de continuité des deux tourbières et est entièrement provisoire.

XVI. HAUTE TOURBIÈRE DE BOURTANGE.

Nous allons maintenant nous occuper de la haute tourbière la plus étendue de l'Europe, qui emprunte son nom à une petite forteresse, fondée en 1593, mais démantelée depuis longtemps.

Nous voulons en examiner successivement:

- 1°. le bord oriental, le long de l'Eems,
- 2°. le bord occidental, le long du plateau de Drenthe,
- 3°. le terrain sableux du pays de Westerwolde, qui divise la tourbière en deux bras.

1°. *Bord oriental et Rive gauche de l'Eems.*

A. Environs de Meppen.

Au sud de la ville de Meppen, situées sur la Haase, près de son embouchure dans l'Eems, on observe facilement, le long du chemin de fer de Lingen, une série de fragments de ruisseaux oblitérés en forme de dépressions sinueuses, tantôt contenant de l'eau et des joncs, tantôt converties en prairies. De l'autre côté de la ville, vers les villages de Versen et de Rühle sur l'Eems, on observe des phénomènes semblables, mais plus près de la rivière et en rapport direct avec elle. Il s'y étend une zone basse de prairies, inondée chaque hiver et constituant clairement un ancien lit, dont la rivière pourrait reprendre possession, une année ou l'autre.

Aux environs de Meppen les sables mobiles prennent un développement énorme sur la rive gauche de l'Eems. A Versen, ainsi qu'à Gross-Fullen, ils s'élèvent visiblement au-dessus des terrains à l'est et à l'ouest; cependant leur surface n'est pas accidentée comme en d'autres endroits; elle n'est que médiocrement ondulée.

Le sable en est très fin et ressemble en tout point à celui des dunes plus typiques, avec lesquelles il est en continuité en plusieurs endroits. La cause de cette différence ostensible n'est pas fort difficile à découvrir: ce n'est que la conséquence du labourage, qui fait disparaître peu à peu les petites inégalités. Pendant les temps de sécheresse le sol est en même temps protégé par la végétation contre les attaques du vent, qui ne peut pas créer de nouvelles inégalités. Or, il est clair que la nature peut en faire autant en les couvrant de végétation pendant quelques années humides, et que les pluies finiront par aplanir les inégalités accentuées. Il s'est formé naturellement des dunes antérieures aux hautes tourbières, partout où il y avait à découvert du sable fin suffisamment sec, dans l'immense désert situé entre l'Eems et le Hondsrug. Nous sommes convaincu par conséquent que la plus grande partie des sables fins, qui s'élèvent au-dessus de la surface de ces tourbières, ne sont que des dunes très anciennes, qui ont été plus ou moins nivelées.

Revenons à Gross-Fullen! La présence de nombreux erratiques dans le village attire l'attention; mais on ne les voit in-situ qu'à quelque distance à l'ouest, sur la route de la colonie de Tuntel, qui traverse une colline allongée du N. au S., où l'argile à blocs avec de nombreux erratiques se montre dans les fossés. Nous pouvons admettre que Gross-Fullen est situé sur l'extrémité méridionale d'une troisième colline de Diluvium graveleux, qui constitue la rive droite du second passage de l'Eems à l'ouest, bordé au sud par la colline de Haneken—Nordlohne.

Ce passage est notablement plus large que le premier et mesure 17 K.M.; le sol y monte lentement à l'ouest, les dunes diminuent en hauteur et disparaissent dans cette direction; en même temps le sol devient de plus en plus marécageux, à mesure qu'on approche de la haute tourbière. Cela vient de ce que le drainage dans la direction de la profonde vallée de l'Eems est en grande partie souterrain; les ruisseaux superficiels sont tout à fait insignifiants.

B. Environs de Wesuwe.

Au N. O. de Gross-Fullen, le terrain monte plus vite, car ce n'est plus la plaine de Diluvium *sableux*, mais une colline de Diluvium *graveleux*, à l'extrémité occidentale de laquelle se trouve la colonie de Tuntel—Neu-Versen sur la lisière de la haute tourbière.

En suivant la colline jusqu'à Wesuwe on remarque, sur le versant oriental à 5—6 M. au-dessus de l'Eems, des cours d'eau obli-térés, en forme de dépressions allongées, sinueuses et plus ou moins parallèles entre elles. Elles ont toutes une direction du S. au N., qui est celle de la colline elle-même et représentent les étapes successives du courant, qui s'est retiré de plus en plus vers l'Eems actuel, en érodant son lit.

Le chenal d'érosion y est devenu moins profond qu'à Lingen et qu'à Meppen; nous en évaluons la profondeur à 3 M. Les prairies dans la vallée se composent encore exclusivement de sable; nous n'y avons trouvé aucune trace d'argile.

La colline elle-même est aussi beaucoup moins élevée que les précédentes; nous l'évaluons à 7 M. au-dessus de l'Eems. L'extrémité septentrionale est entourée et en partie couverte de sables mobiles, qui s'étendent à une distance de 5 K.M. environ dans la direction de Ruitenbroek et tendent à séparer en deux la grande tourbière de Bourtange. Les noms des hameaux „Die Düne” et „Düneburg” (à l'ouest de Haren) montrent que les habitants ne doutent nullement de l'origine de ces masses de sable. Elles sont encore en partie mobiles, escarpées par conséquent, et s'élèvent notablement au-dessus de la haute tourbière, p. e. près de Hümmelsberg entre Haren et Altenberge. Le Diluvium graveleux y est entièrement aplani et recouvert de sable mobile; on peut pourtant encore l'observer dans les champs labourés au sud de la propriété de Dankern. C'est ici le point le plus septentrional, où nous avons observé le Diluvium graveleux près de l'Eems; dans les environs de Haren même nous n'en avons pas retrouvé de trace.

A Wilholte nous avons évalué la différence de niveau de la plaine des tourbières et de l'Eems à 2 M. seulement, de sorte qu'il faudrait peu de chose pour les inonder. Il résulte en tout cas de cette diminution de différence de niveau entre la plaine adjacente et l'eau de la rivière (11 M. à Bentlage, 2 M. à Wilholte), que la plaine descend plus que la rivière, qui a beaucoup plus érodé son lit en haut qu'en bas, ce qui du reste est le cas normal.

C. Environs d'Altenberge.

Revenons à Haren pour examiner le promontoire de terres élevées, qui s'étend jusqu'à un bras étroit de la haute tourbière, traversé par le ruisseau „Alte Schlot” et par le Canal Sud-Nord.

Celui-ci coupe la chaussée de Ter-Apel tout près d'une glaisière, où nous avons été très étonné de ne pas trouver l'argile à blocs. C'était au contraire une argile bleu-clair, dépourvue de cailloux, venant parfois à la surface et renfermant des nodules marneuses, formées in-situ. Généralement elle était couverte d'un sable à erratiques jusqu'à 2 d.M., et renfermait une couche de tourbe presque amorphe. L'argile nous a paru par conséquent être de l'âge préglacial, à cause de son analogie avec les argiles semblables de l'Overijssel, surtout de Rijssen.

Le même Diluvium graveleux est aussi présent dans le hameau d'Altenberge, mais caché à une faible profondeur. A l'est la route monte d'environ 1 M. et aussitôt on voit les erratiques réapparaître dans les fossés et dans la bruyère, où ils se trouvent en grand nombre près des fermes. Un des plus grands, caché en partie, mesurait $10 \times 6 \times 3$ d.M.

Le long du même hameau d'Altenberge la haute tourbière approche de très près de la route, y a été mise en culture et a été couverte, dans ce but, du sable creusé en dessous. Celui-ci contenait un grand nombre de cailloux de granit, de silex et aussi de quartz blanc de petite taille et d'autres jusqu'à 1 d.M. Le Diluvium s'enfonce au nord sous la haute tourbière et au sud sous les sables mobiles, p. e. au petit hameau de „Knuftange”, où le promontoire a son point culminant, ainsi que sa plus grande largeur (3 K.M.). Au S. O. il s'étend jusqu'aux hameaux de „Die Haar” et de „Langenberg”. Dans le premier, où nous avons observé quelques traces douteuses du Diluvium graveleux, le contraste est très frappant entre le sol sableux élevé et ondulé et la haute tourbière basse et parfaitement plane. La dernière montre à l'ouest un certain nombre des troncs d'arbres ordinaires, qui n'étaient pas enracinés dans le sous-sol (invisible du reste), mais dans la tourbe même; c'étaient probablement des sapins.

D. Environs de Rhede.

Le village de Rhede, près de l'Eems est à 4 K.M. au N. O. du village d'Aschendorf, situé au bord d'un ancien lit de la rivière, qui était probablement la rivière même lors de la fondation du village. C'est là que nous avons enfin observé l'argile sur les rives de l'Eems; partout ailleurs en amont nous n'avons pu trouver que du sable. Ce n'est qu'ici que le jeu des marées

se fait sentir et que l'argile peut se déposer pendant le refoulement. Néanmoins il n'y a aucune raison de l'indiquer comme argile marine, ainsi que le fait Staring; l'eau y est encore parfaitement douce et ce n'est que de l'argile fluviatile véritable.

En traversant le village de Borsum, vis à vis d'Aschendorf, on observe une colline étendue, très peu ondulée, assez élevée et entièrement cultivée. Vu son étendue, nous l'avions tenue d'abord pour un monticule de Diluvium graveleux et nous y avons rencontré aussi quelques erratiques de granit d'environ 1 d.M. Tous servent à indiquer les limites des champs et comme on n'y voit aucun caillou plus petit, ils y ont été très probablement apportés à dessein. La colline se compose exclusivement de sable fin, et chaque fois que nous avons cru voir un caillou, ce n'était qu'un morceau de poterie, de verre, de porcelaine ou un fragment d'os. Nous pouvons donc admettre sans danger, que ce n'est qu'un terrain de sable mobile, nivelé par une longue culture. Du reste, son passage en dune sauvage est non-équivoque dans les „Borsumer-Berge”, situées un peu plus loin au nord, dont une partie a été également mise en culture, mais depuis moins longtemps que le terrain situé tout près de Borsum.

Depuis le village de Rhede on peut suivre un rejeton de sable plus élevé à une grande distance au S. S. O. (3 K. M.), jusqu'à la colonie de Neu-Rhede sur la frontière néerlandaise. Ce n'est pas seulement un chemin de sable, artificiellement rehaussé sur la haute tourbière, mais en réalité un dos élevé, tantôt plus large, tantôt plus étroit et portant des fermes et des champs labourés. Ce promontoire s'élève en moyenne de 1—2 M. au-dessus de la haute tourbière et est le plus large et le plus élevé dans la colonie de Neu-Rhede, où il porte encore des dunes mobiles.

F. Niveaux relatifs du Sous-sol de la Tourbière.

Examinons maintenant les chiffres, qui peuvent nous donner une idée exacte du rapport, qui existe entre les pentes de l'Eems et de la plaine d'ouest, en partie surface naturelle, en partie sous-sol sableux de la haute tourbière.

L'Eems n'est plus une rivière libre; car pour en régler le cours et dans l'espoir de la rendre navigable, on l'a barrée en plusieurs points entre 1819 et 1824. En comparant les niveaux du zéro en

différents endroits, on peut pourtant se faire une idée assez exacte de la pente générale de la rivière. Nous devons ces chiffres à l'obligeance de M. Oppermann „*Regierungs- und Baurath*” à Munster en Westphalie.

Zéro („Emspegel”) à Rheine	27,30 M. + A. P.
à Bentlage	22,70 M.
à Listrup	20,90 M.
à Haneken	18,50 M.
à Lingen	17,10 M.
à Meppen	9,50 M.
à Haren	6,60 M.

La distance en ligne droite de R.—H. étant d'environ 60 K.M. et la différence de niveau de 20,70 M., la pente de l'eau est égale à 0,035 %.

M. Oppermann nous a également procuré plusieurs chiffres du niveau du sol à partir de Maxhafen, extrémité septentrionale du curieux Canal de Max-Clemens, qui était destiné à réunir la ville de Munster au Vecht. Maxhafen (métairie) est situé à 9 K.M. à l'O.S.O. de Rheine et à 47 M. + A.P. Le sol descend successivement à 40,5, 36,6, 33,8, 32 et 27,8 M. + A.P., près du Canal „Eems—Vecht” entre Haneken et Nordhorn. Le travail de M. Salfeld, de Lingen: „*Geographische Beschreibung der Moore des nordwestlichen Deutschlands*”, faisant partie des „*Landwirthschaftliche Jahrbücher*” de 1883 et 86, Berlin, Paul Parey, nous donne à son tour quelques autres chiffres. Ils ont rapport au sol sableux à côté des Canaux „Eems—Vecht” et „Sud-Nord”. Nous descendons le long du premier de 27,8, 26,3 et 23,9 M. + A. P. à Nordhorn et ensuite au nord, le long du second, par 22,25, 20, 18,75, 17,50, 16,75, 15,75, 13,75 et 12,35 M. + A.P. Ce dernier chiffre est celui du sol près du Canal Sud-Nord à sa jonction au Canal de Haren à Ruitenbroek. De même que nous avons calculé la pente moyenne de l'Eems de Rheine à Haren, nous voulons calculer celle du sol sableux de Maxhafen à Ruitenbroek; la distance est seulement un peu plus grande — 70,5 K.M. contre 60 — et la différence de niveau l'est par conséquent aussi. Cette dernière est de $47 - 12,35 = 34,65$ M.; le chiffre moyen est donc de 0,05 % et dépasse notablement celui de la pente moyenne de l'eau, savoir 0,035 %. Même en admettant pour le niveau de

l'eau à Rheine celui de 30,4 M. (en amont du barrage), nous n'obtiendrions encore qu'une moyenne de 0,04%.

La surface du sol entre l'Eems et le Vecht répond à ce qu'on en pourrait attendre; il est en forme de dos, descendant des deux côtés, la crête étant tantôt un peu plus à l'ouest, tantôt plus à l'est. Le dernier cas se présente e. a. le long du canal de Haneken à Nordhorn, où les niveaux du sol sont de 23,4, 25,8, 28, 27,8, 27,8, 26,3, 23,9 et 22,5 M., près du Canal Sud-Nord. Le niveau du sol de la plaine tout près de l'Eems (23,4 M. + A. P.) ne diffère donc que très peu de celui près du Vecht (22,5 M. + A. P.), ce qui est assez remarquable, attendu que le Vecht est aujourd'hui une rivière bien plus petite que l'Eems. La „Ruiten-Aa” et sa vallée sont dans une condition différente; elle coule à un niveau bien supérieur à celui de l'Eems, ce qui est rendu évident par la comparaison des niveaux de l'eau dans les différentes sections du canal de Ruitenbroek à Haren. Le niveau du „Stads-Kanaal” près de Ter-Apel est de 10,40 M., celui de la section du canal R.—H. entre la frontière et l'écluse I (prussienne) de 11,40 M. (= dernière section du canal Sud—Nord), entre les écluses I et II de 10,30 M., entre les écluses II et III (à Haren) de 8,30 M., tandis que le zéro de Haren est égal à 6,60 M., le niveau moyen de l'Eems à 7,30 et le niveau le plus élevé à 10,60 M. Actuellement l'Eems ne pourrait donc plus jamais passer de Haren à la Ruiten-Aa, abstraction faite naturellement des dunes et des tourbières.

La faible différence de niveau entre le sol de Ter-Apel ou de Ruitenbroek et la plaine des hautes tourbières a donné lieu autrefois à de curieux démêlés entre les habitants des frontières. M. Oppermann raconte ce qui suit dans son travail „*Uebersicht der Abwässerungsverhältnisse in dem Herzogthume Arenberg-Meppen und den Grafschaften Bentheim und Lingen.*” La ligne de partage hydrographique entre l'Eems et la Ruiten-Aa passe par Hebelmeer, à l'ouest de Ruitenbroek, à l'est de Neusustrum et de Neudersum, par Bourtange et ensuite à peu près le long de la frontière. Une grande partie de l'eau de la tourbière de Bourtange s'écoulait dans la Ruiten-Aa, ce qui était plus facile que dans l'Eems. Par là les prairies de la Ruiten-Aa étaient sensiblement endommagées et même les terres argileuses de Bellingwolde. Pour y remédier, le gouvernement des Pays-Bas fit construire en 1688, une digue, de Ruitenbroek à Bourtange, qui retint l'eau de la tourbière. Elle s'écoula ainsi à Bourtange et de la

dans l'Eems. Tout cela n'était pas bien réglé, de sorte que les habitants de Ruitenbroek et de Neurhede furent souvent incommodés par l'eau. Il y avait bien près de Ter-Apel un siphon sous le „Leidijk” pour conduire une partie de l'eau dans la Ruiten-Aa ; mais il était insuffisant. Les Allemands y remédièrent en perçant chaque printemps la digue, même en dépit d'une garde militaire. Des inondations jusqu'à Bourtange en furent la conséquence et les Hollandais à leur tour percèrent le Leidijk à Sellingen (ce doit être la „Bakovenkade” à Bourtange d'après la carte du Waterstaat), de sorte que l'eau s'écoulait de nouveau par Bourtange et Neurhede dans l'Eems. Depuis 1824 l'état des choses est mieux réglé, mais en hiver il laisse encore beaucoup à désirer.

Résumons maintenant les résultats de nos observations sur le bord oriental de la haute tourbière de Bourtange. D'abord, il n'est pas simple, mais fréquemment entrecoupé par des promontoires considérables de sables mobiles, contenant parfois des noyaux de Diluvium graveleux, comme à Altenberge. Nous pouvons donc y supposer un terrain, dès l'origine plus sec que le sous-sol de la haute tourbière, mais ailleurs, la cause de ces promontoires n'est pas parfaitement claire. En tout cas, ils sont plus anciens que la haute tourbière, quoique ayant été modifiés plus tard. Peut-être ont ils pris naissance dans une période de sécheresse précédant la formation de la haute tourbière.

Ensuite nous avons rencontré trois collines très distinctes de Diluvium graveleux : la première près de Salzbergen, la seconde près de Lingen et la troisième près de Meppen. Ce n'est que cette dernière qui borde immédiatement la haute tourbière et en forme un bout de rive naturelle, plus élevée. Celle de Lingen en est séparée par une zone de Diluvium sableux horizontal, tandis que la première n'a de haute tourbière dans le voisinage qu'à son extrémité septentrionale. A l'ouest elle touche à une plaine assez humide et qui nous a semblé favorable à la formation d'une haute tourbière, mais elle ne paraît pas en avoir porté. Pourquoi ? Nous nous sommes déjà plusieurs fois trouvé en face de cette question et nous avons dû nous contenter de cette réponse (qui n'est pas une solution) : „la tourbière se serait probablement aussi étendue dans cette direction ; mais elle n'en a pas eu le temps.” Peut-être aussi l'humidité a-t-elle des oscillations trop grandes. La cause de la limite de la haute tourbière à l'est est évidente au contraire : c'est la rivière de l'Eems, qui draine ses rives, d'autant plus qu'elle a

plus profondément érodé son lit. En général la tourbière s'en approche davantage au nord qu'au sud; cependant il ne faut pas prendre seulement en considération le cours actuel, mais aussi les lits abandonnés, situés plus à l'ouest, qui drainent également. Ce drainage et l'abaissement du niveau de l'eau souterraine ont aussi causé l'affaiblissement des ruisseaux à mesure qu'ils s'approchent de la rivière, ainsi que le développement des sables mobiles. On croit souvent, et cela paraît assez naturel, que ces sables obstruent le drainage superficiel et favoriseraient le développement de la tourbière; mais en réalité il n'en est pas ainsi. La tourbière s'arrête au contraire et les sables mobiles se développent à la suite d'une même cause, le drainage souterrain dans la direction du profond chenal de l'Eems.

Nous voyons donc que la tourbière s'est développée sur un terrain à pente très faible, tant au N. que à l'E. Cette pente est trop faible pour permettre le développement d'un système de drainage superficiel dans la direction d'un fleuve, qui n'a guère de rapport avec cette plaine sableuse.

2°. *Bord occidental, le long du Hondsrug.*

A. Environs d'Emblicheim et de Schoonebeek.

Lors de notre visite dans cette contrée, en 1891, on creusait le Canal Sud-Nord à la hauteur de la route de Koevorden par Schoonebeek à Meppen. La tourbe y a une épaisseur de 2 M., repose sur du Diluvium sableux sans aucun caillou et est cultivée en grande partie de blé sarrasin.

La colonie de „Rühler-Twist” emprunte son nom au village de Rühle, sur l'Eems près de Meppen et constitue l'extrémité allemande d'une colonie très longue, située sur le territoire néerlandais et composée des villages de „Nieuw-” et d'„Oud-Schoonebeek”, s'étendant — selon la carte géologique — sur une zone de Diluvium sableux et de tourbe de marais, entourée de haute tourbière. En réalité il en est bien autrement, car la haute tourbière n'y est guère interrompue du S. au N. que par le ruisseau même. Cependant la tourbe de marais se trouve tout près du ruisseau, entre les deux villages; mais elle est bordée au nord par la haute tourbière, qui porte aussi la route

et les maisons. En quelques endroits, il vient du sable à la surface, e. a. autour d'une des écoles de Nieuw-Schoonebeek et tout près de l'église catholique; mais ce n'est ici encore qu'un îlot d'ancien sable mouvant dans la haute tourbe.

Celle-ci n'a pas une épaisseur considérable; car plusieurs champs labourés ont été couverts artificiellement avec le sable d'en-dessous, ce qui a peut-être induit en erreur le correspondant de Staring. La colonie est bien drainée et il y croit un grand nombre d'arbres, principalement des bouleaux, mais aussi des chênes, des hêtres et des sapins

Au sud du ruisseau ne se trouve d'abord que la tourbe; mais à l'ouest, il apparaît une zone de Diluvium sableux, humide au commencement et imprégné de limonite près de la surface, qui borde un rejeton occidental de la haute tourbière. En le traversant du N. au S. à Klein-Ringe, près du Vecht, en amont d'Emblicheim, on voit qu'il est relativement sec et situé sur une pente faible du „Diep”. La tourbe n'a pas été entièrement enlevée, comme le veut la carte; elle est labourée ou convertie en prairie; on y creuse aussi une bonne quantité de tourbe. Sur la limite méridionale, près du Canal de Koevorden, la tourbière est bordée par une zone de sables mobiles, sur la crête du terrain, qui descend d'une manière sensible vers le Vecht.

En aval d'Emblicheim, entre Laar et Koevorden, la bruyère marécageuse n'est composée que de sable, qui contient pourtant quelques cailloux de quartz blanc, jusqu'à 1 c.M., de sorte que le Diluvium graveleux n'est pas très éloigné.

Le „Schoonebeeker-Diep” sépare donc une partie de la haute tourbière de la masse principale; mais il est assez probable que cette partie a été à l'origine bien plus indépendante encore et que leur réunion est devenue de plus en plus complète par l'envahissement graduel de la vallée par la haute tourbière.

En suivant la route de Nieuw-Schoonebeek à Koevorden, on voit d'abord la haute tourbière s'étendre en son entier jusqu'au ruisseau. Il y apparaît ensuite des îlots de sable, séparés par des rejetons de haute tourbière, qui croisent la route. Les premiers augmentent, tant en nombre qu'en taille; les derniers diminuent et finissent par disparaître. Nous ne voyons là encore que les effets de l'érosion; l'eau, qui s'écoulait de la haute plaine sableuse vers la dépression du Schoonebeeker-Diep, a creusé quelques chenaux larges et peu profonds, analogues à ceux de l'„Etten-

Zwet" et du „Barger-Beek", qui ont persisté comme ruisseaux.

D'après ce que nous avons pu observer, le sable à la surface naturelle est rare à l'est de la borne kilométrique 9 (dans Oud-Schoonebeek). Ainsi les hameaux, appelés „Oosteind" et „Kerkeind" (avec la vieille église), nous paraissent avoir été bâtis sur le véritable Diluvium sableux, qui prend peu à peu le dessus sur la tourbe, à mesure qu'on avance à l'ouest. Plus près du „Diep", du sable vient aussi à la surface; on aperçoit déjà de loin le „Woltmans-Belt", couvert d'herbe et situé au milieu de la prairie de „Kerkeind", mais ce n'est qu'un ancien sable mobile, analogue à tant d'autres.

A l'ouest de la borne kilométrique 9, près de la barrière, la haute tourbière continue s'éloigne de la chaussée et les sables mobiles deviennent plus apparents. Pourtant la tourbe (locale peut-être) apparaît encore entre les bornes kilométriques 8 et 6; mais l'entourage des hameaux de „Vlieghuis" et de „Weyerswold" est du sable à surface ondulée et assez élevée.

B. Environs de Dalen.

D'ici à Dalen, le sol devrait être couvert de l'argile du Vecht, d'après la carte géologique; mais nous n'y avons observé qu'un sol marécageux sableux ou tourbeux, interrompu par d'anciens sables mobiles, peu étendus et par de hautes tourbières, locales ou bien en relation avec celle de l'est. En plusieurs points nous avons observé également la pente du N. au S.

Tout ce terrain, à l'E. et au N.E. de Koevorden, étant marécageux, nous n'avons pu comprendre pourquoi la haute tourbière ne s'est pas étendue plus loin. Nous rencontrerons encore en plusieurs endroits des terrains semblables, qui ont attiré l'attention aussi de Staring. Il a éprouvé la même difficulté; mais il a cru la surmonter en admettant qu'il y a eu réellement des hautes tourbières, dont la tourbe aurait été enlevée par l'homme. Nous croyons devoir rejeter cette explication gratuite, puisque nous n'avons retrouvé aucune trace de la tourbière d'autrefois et puisque nous avons toujours observé que l'homme enlève la tourbe assez irrégulièrement et négligemment, excepté quand il creuse des canaux. Dans ce cas-ci on devrait retrouver les canaux, tombés parfois en ruine, mais encore facilement reconnaissables.

A Schoonebeek, le sous-sol de la haute tourbière n'est que du sable fin, mais plus près de Dalen, nous avons trouvé une indication du Diluvium graveleux. C'était près d'un petit canal latéral (*wijk*) du „Ruimsloot”, au N. E. de Koevorden, où le sous-sol était composé de sable avec quelques rares cailloux, en majeure partie des quartz blancs.

Le village même de Dalen est situé sur une espèce de promontoire méridional du plateau de Drenthe, bordé à l'ouest par la vallée du „Loo-Diep” et à l'est par celle du „Drosten-Diep”. Dans les environs immédiats on n'aperçoit que le Diluvium sableux, cachant probablement à une faible profondeur le Diluvium scandinave, qui vient à la surface un peu plus au nord. En allant du village à l'est on traverse d'abord deux petits ruisseaux, appelés également „Ruimsloot”, puis la vallée large et profonde du Drosten-Diep, qui est en disproportion visible avec le ruisseau qui y coule actuellement. Elle est couverte de prairies, comme dans la règle; mais le sol n'est pas tourbeux partout, comme l'indique la carte géologique; nous n'avons observé que du sable jusqu'à la rive droite du ruisseau et de la tourbe sur la rive gauche.

Le sous-sol de la vallée contient en même temps une quantité notable de limonite, qui est creusée en plusieurs endroits. La tourbe de marais se continue même au-delà de la limite donnée par Staring et de la route dite „Dwardsdijk”. Ici le terrain monte lentement et la tourbe de marais de la vallée passe à la haute tourbière de la manière suivante.

On voit apparaître dans la plaine tourbeuse quelques champs sableux un peu plus élevés, d'abord prairies, ensuite champs labourés, qui augmentent en nombre à mesure que le terrain monte. Bientôt on les voit alterner avec d'autres, qui ne sont visiblement que de la haute tourbe, mise en culture et qui ne porte dans la règle que de l'herbe. Les paysans y étaient fort contents d'avoir les deux sortes de terrain immédiatement à côté l'un de l'autre; ils me répondirent à plusieurs reprises qu'il en avait toujours été ainsi et que les champs sableux n'avaient jamais été couverts de tourbe, ni n'avaient été tournés expressément. Il n'y avait pas lieu d'en douter, cette condition se rencontrant en plusieurs autres endroits, e. a. à Schoonebeek. L'explication est donc la même; ce n'est que l'effet d'une série de cours d'eau oblitérés, coulant du plateau de Drenthe vers la vallée du Drosten-Diep.

A Dalerveen le Diluvium scandinave est caché à une faible

profondeur; car on rencontre de temps à autre des erratiques en creusant des fossés.

Les anciens sables mobiles ne manquent non plus dans cette contrée; à l'est de Dalerveen on en rencontre un de peu d'étendue et portant une petite forêt de sapins, entourée de haute tourbière.

C. Le Hondsrug.

Le Hondsrug est notablement plus élevé que les hautes tourbières à l'est et que les tourbières de marais de la vallée de la Hunse. Au N. O., il baisse et disparaît sous l'argile marine alluviale; au S. E. il fait de même sous les hautes tourbières de Nieuw-Amsterdam et de Nieuw-Dordrecht.

Le village de Nieuw-Amsterdam est bâti des deux côtés du Canal allongé de Hoogeveen, principalement sur la tourbe, en partie sur le sous-sol. Celui-ci est exclusivement de l'argile à blocs généralement sableuse et presque blanche, contenant souvent de gros blocs erratiques, d'un demi-mètre et au-delà; il n'est pas question encore du Diluvium sableux. Il est clair que la présence d'un sol peu perméable, tel que l'argile à blocs, doit avoir facilité la naissance d'une haute tourbière. A la surface des dos étroits ou des collines peu étendues cette argile est en général décomposée et plus ou moins complètement privée de sa glaise. Dans les vallées elle est souvent érodée en son entier ou couverte de sable et ne se trouve intacte qu'à la surface des vastes terrains horizontaux ou sur les pentes de ces vallées.

A quelque distance au nord du canal et à l'est de N.-A. est situé le village d'Erica, sur un terrain plus élevé, formant l'extrémité du Hondsrug ou plutôt de la crête occidentale. A Emmen, celle-ci est séparée de la crête orientale par un intervalle sableux, qui disparaît au S. E. sous la haute tourbière; les deux crêtes en font autant à 5 K.M. plus loin environ. C'est une partie de cet intervalle, qui formait autrefois le „*Barger-Meer*” (lac de Barge), drainé actuellement par les canaux dans les tourbières du voisinage.

En suivant la route qui conduit du canal à Erica, on peut déjà apercevoir aux arbres le changement du sol; sur la tourbe, ce sont presque exclusivement des bouleaux, qui font place en partie à des sapins, à des chênes et à quelques hêtres sur le sable du Hondsrug. L'argile à blocs est tout près de la surface et

était employée autrefois dans une briqueterie, tombée actuellement en décadence. On voit encore des monceaux de cette argile rougeâtre ou blanchâtre, quoiqu'on se servît dans les dernières années d'une argile gris-clair. En la voyant à quelque distance, je la pris d'abord pour une variété claire de l'argile à poteries; mais bientôt plusieurs coquilles marines m'apprenaient que ce n'était encore que l'argile du Dollart, apportée le long des canaux au point le plus intérieur, où je l'aie vue pendant mes excursions.

La haute tourbière à l'est du rejeton d'Erica est traversée dans sa longueur par la dernière section du Canal-Orange ou Canal allongé de Hoogeveen. Ce canal fait une courbe au N. E. avant cette jonction et approche de Nieuw-Dordrecht, colonie située dans la haute tourbière, également de date récente et formant sous plusieurs rapports le pendant de celle d'Erica. Le canal ne traverse ici que de la tourbe (du moins jusqu'à 2—3 M. de profondeur); aussi la route de N.-D. est-elle construite *sur* cette roche et n'est-elle bordée au commencement que de bouleaux, avec un aune, un hêtre ou un chêne isolé. Dans la colonie même la route passe d'abord sur un îlot de sable, avec quelques erratiques et immédiatement on voit un plus grand nombre de chênes et de sapins. Le dos sableux continu, rameau oriental du Hondsrug, montre l'argile à blocs, facile à reconnaître, tout près de l'église et porte la route de sable d'Angelsloo et d'Emmen, qui ne descend plus sur la tourbe. La carte géologique, au contraire n'y figure qu'un îlot de Diluvium scandinave à l'est de Nieuw-Dordrecht et diffère donc de la réalité.

La tourbe du voisinage est noire et compacte à une profondeur de quelques décimètres et contient de nombreux morceaux de bois, des troncs d'arbres à racines tortueuses, tantôt en grand nombre, tantôt plus isolés. On les reconnaît presque tous pour des bouleaux, qui croissent facilement sur la tourbe bien drainée.

C'est probablement dans le voisinage de Nieuw-Dordrecht, non loin de son centre, que la haute tourbière atteint sa plus grande épaisseur. Nous trouvons là-dessus les données suivantes:

1°. Dans „Dr. A. Salfeld, (l. c.). La puissance de la partie prussienne de la tourbière est en moyenne de 1,5 à 6 M., et même de 7,5 à 8,4 M., près de Gross-Fullen.

2°. M. Borgman dans sa thèse de 1890, dont nous traiterons plus tard, donne, page 127, plusieurs chiffres ayant rapport à l'„*Emmer-Erfscheidenveen*”. L'épaisseur de 5 M. n'est atteinte qu'une seule fois;

tandis que le minimum est de 4,5 M. Pag. 146, nous trouvons une autre liste locale, oscillant entre 4,66 et 5,70 M.

A Nieuw-Dordrecht la masse principale de la tourbière de Bour-tange est en continuité avec la partie de Nieuw-Amsterdam—Nieuw-Schoonebeek. Nous venons de considérer (pag. 241) cette partie comme une tourbière isolée à l'origine, qui ne s'est réunie que plus tard à la masse principale. Ainsi que la haute tourbière de Hoogeveen elle s'est formée sur la pente méridionale du plateau de Drenthe, tandis que la masse principale s'est formée sur une pente au N., beaucoup plus faible.

La position plus élevée des deux crêtes sableuses au-dessus de la tourbière qui les sépare et qui les environne, saute immédiatement aux yeux. Il en est de même à tout moment le long de la pente orientale du Hondsrug, et cette différence de niveau est d'autant plus marquée par l'interposition des tourbières de marais de la vallée de la Hunse, qui sont plus basses encore. Elles commencent à 2—3 K.M. au N. du village de Weerdinge, situé sur la pente très distincte et relativement raide du Hondsrug. A leur tour ces dernières sont séparées plus loin du Diluvium scandinave du Hondsrug par des terrains de Diluvium sableux, que la carte géologique place en grande partie entre Buinen et Zuidlaren.

Nous en avons trouvé quatre autres en forme d'îlots plus élevés au milieu des tourbières de la Hunse, entre Gieten et Wildervank. Les deux plus grands portent même le nom caractéristique de „Zandvoort” (zand = sable) qui ne paraît pas avoir attiré l'attention de Staring. Ils forment un trait d'union entre le Diluvium sableux peu développé de la rive gauche de la vallée (versant du Hondsrug) et celui de la rive droite. Ce dernier (du moins tout près de la chaussée sus-nommée) est sensiblement plus élevé que la tourbière de marais, mais constitue une partie de la pente du sous-sol de la haute tourbière de Wildervank, qui a été enlevée en son entier. Le sol porte quelques forêts de sapins et est assez sec, ce qui n'est pas en contradiction avec sa position plus basse que celle d'un sol humide; c'est la conséquence naturelle du voisinage d'une vallée plus profonde encore, vers laquelle

s'écoule l'eau souterraine. Nous avons déjà observé ce phénomène à plusieurs reprises et nous l'observerons bien des fois encore.

Dans la partie septentrionale de la vallée de la Hunse se trouve le Lac bien connu de Zuidlaren (Zuidlaarder-Meer), qui mérite de nous arrêter quelques moments, d'abord à cause de son étendue, ensuite à cause de son voisinage du Hondsrug et de l'hypothèse peu fondée, à laquelle il a donné lieu. En partant du village de Kropswolde, à l'est de Groningue, qui est situé près de la tourbe basse, continuation directe de celle des marais de la Hunse, on arrive bientôt sur le Diluvium sableux ordinaire, à l'ouest du village. Il est un peu plus élevé et constitue la rive et le fond oriental du lac, qui est bordé de l'autre côté par la tourbière basse. Quant à la profondeur, on devine déjà qu'elle doit être minime; car on y voit pousser des roseaux presque partout, en tiges isolées même tout près du milieu. Nous en avons mesuré la profondeur sur plusieurs points, en nous tenant toujours éloigné des roseaux, et nous n'avons jamais trouvé cette profondeur plus grande que 1,3 M. Le fond était généralement dur (Zanddiluvium), à l'ouest parfois boueux (tourbe).

D'après quelques informations obtenues le Lac de Foxhol (Foxholster-Meer), situé à quelques kilomètres au nord, est décidément plus profond; il est en même temps entièrement entouré de tourbière basse.

Or, l'histoire d'une bonne partie des lacs dans les tourbières basses des Pays-Bas est bien connue. Elles ne doivent leur origine qu'à l'action de l'homme, continuée par la nature. L'homme enlève la tourbe plus ou moins irrégulièrement et négligemment; d'ordinaire il creuse des trous rectangulaires, en laissant des digues ou des isthmes plus ou moins larges pour sécher et conserver les tourbes. Les vagues viennent facilement à bout de ces isthmes peu solides; les petites flaques d'eau se confondent et les vagues, devenues plus fortes, entament les rives pour agrandir peu à peu le lac. Dans une tourbière isolée il en résulterait un étang peu profond avec un fond de boue, produit de la tourbe désagrégée; mais dans une tourbière qui est en communication directe avec la mer (Lac de Harlem), ou qui est traversée par une eau courante (le *Hunse* dans le Lac de Zuidlaren, le *Hellingmade* dans le Lac de Foxhol), la boue du fond peut être éloignée et le lac peut ainsi acquérir une profondeur plus considérable. Nous pouvons comparer le Lac de Foxhol (adulte) à quelques autres lacs

voisins, en voie de formation. Ce sont les assemblages de nombreuses flaques d'eau rectangulaires de Haren, au sud de Groningue, et entre Westerbroek et Engelbert à l'ouest de cette ville, qui pourront produire avec le temps un lac aussi étendu que celui de Zuidlaren. L'origine de ces deux lacs rudimentaires étant évidente et l'histoire de plusieurs des lacs entourés de tourbe étant bien connue, nous soutenons qu'il n'y a aucune raison pour assigner au Lac de Zuidlaren une origine différente. La seule chose un peu remarquable, c'est que les rives sont en partie du Zanddiluvium; mais nous n'avons qu'à nous imaginer le Lac de Foxhol s'agrandissant au sud, pour le voir atteindre également le Zanddiluvium.

M. Blink a, dans le „*Journal de la Société de Géographie*” de 1891, donné quelques observations sur ce lac dans son petit traité intitulé: „*Les Tourbières basses dans les Pays-Bas et l'Origine des Iles flottantes*”. D'après lui, le lac aurait parfois à l'ouest et au milieu une profondeur d'environ 2 M.; les rives orientales sont continuellement attaquées par les vents prépondérants de l'ouest, tandis que les rives occidentales vont en s'étendant dans le lac, par suite de la végétation de roseaux et de l'apport de la boue par les contre-courants du fond durant les tempêtes d'ouest. Le lac paraît donc se déplacer lentement de l'ouest à l'est; il doit très probablement son origine à la cause que nous avons indiquée: l'homme creusant et draguant de la tourbe.

La tourbière de la Hunse a donc eu probablement un élargissement local, convexe à l'est, et la tourbe y a été éloignée graduellement de la manière que nous venons de décrire.

Nous trouvons cette explication si simple et tellement d'accord avec ce qu'on voit se passer en d'autres endroits de notre pays, que nous ne voyons pas la moindre nécessité d'invoquer les eaux de fonte de la glace scandinave quaternaire. Les traces de cette eau de fonte ne sont nullement absentes en d'autres parties de notre Diluvium, mais à Zuidlaren nous nous en passons facilement.

Le sous-sol des „*Veenkoloniën*” de Stadskanaal—Veendam est partout le Diluvium sableux, du moins pour autant que nous avons pu l'examiner. A Stadskanaal même nous avons trouvé quelques cailloux de quartz blanc, d'un centimètre tout au plus, qui nous indiquent le voisinage d'un Diluvium plus grossier (graveleux), p. e. la colline d'Onstwedde.

A l'ouest ce Zanddiluvium vient à la surface le long de la vallée de la Hunse, et il en est de même au nord. Nous voyons sur la carte géologique des vastes territoires de Zanddiluvium à Hoogezand, Sappemeer, Zuidbroek, Siddeburen, Muntendam et Meeden, qui s'élèvent sensiblement au-dessus des basses tourbières et de l'argile marine, qui les a remplacées. Il est en continuité avec celui de la vallée de la Ruiten-Aa et avec la lisière de la grande haute tourbière de Bourtange, dont il constitue le sous-sol.

D. Haute Tourbière de Winschoten.

Mentionnons ici quelques observations faites sur une haute tourbière peu étendue, tout près de Winschoten.

Cette ville, la plus septentrionale de notre pays, est située sur une colline très prononcée, appelée „De Garste”; la carte du „Waterstaat” donne les chiffres inattendus de 3,25 et même de 6,4 M. + A. P. tout près du chemin de fer et à l'ouest de la ville. La colline est composée entièrement de Diluvium scandinave et la pente du S. et de l'O. est plus prononcée que celle du N. et de l'E.

Au N. E. s'en étend une autre, moins élevée, allongée du S. O. au N. E. et portant le village de Beerta. Elle est bordée au N. O. par une vallée assez longue, mais étroite et peu profonde, dans laquelle nous avons pu constater de la tourbe, reste d'un rejeton de la haute tourbière. De l'autre côté s'élève une troisième colline, portant le village de Finsterwold et, plus près de la ville, le hameau et la métairie de Hardenberg. C'est ici que la colline est le plus sensible, de même que le Diluvium scandinave; nous y avons trouvé dans un trou creusé l'argile à blocs gris-clair, contenant plusieurs erratiques de 1--2 d.M., de granit, de gneiss et de diorite, dont quelques-uns portaient des stries glaciaires magnifiques. Elle était couverte de $\frac{1}{2}$ M. de sable et il est assez probable qu'elle constitue aussi le noyau des autres collines, où elle n'est pas visible à la surface.

A l'ouest de Hardenberg le sol baisse plus rapidement vers un terrain bas, ayant constitué autrefois le „Huninga—Meer” (Lac de Huninga) La carte géologique figure du Diluvium scandinave à l'est et au sud, au nord et à l'ouest la haute tourbière, entamée en partie, et remplit la moitié du lac d'une tourbière basse (ou

de marais). Tout cela n'est nullement impossible ou invraisemblable. La moitié orientale du lac, au contraire, serait couverte d'argile marine du Dollart, ce qui nous a paru être moins vraisemblable. D'où serait-elle venue se déposer là ?

Toutefois nous avons cru prudent de prendre des informations précises, qui nous ont été fournies par M. Schippers, professeur au gymnase de Winschoten, à qui nous témoignons ici notre reconnaissance. Il nous a fait observer que le dos de Diluvium scandinave, qui porte les villages de Finsterwold, Oostwolde et Midwolde, n'est pas continu, mais qu'il est assez bas des deux côtés du second village pour que les eaux du Dollart aient pu y pénétrer pendant les inondations et y déposer ainsi de l'argile. En 1545 on y a construit une digue et un moulin à épuisement; plus tard la digue a été rompue une ou deux fois. La présence de l'argile marine dans la dépression centrale n'est donc plus une anomalie, quoique les limites des terrains sur la carte soient assez invraisemblables et peu propres à élucider l'état actuel des choses. Du reste la présence d'une digue artificielle ayant échappé à nos yeux, nous ne pouvons pas en faire un reproche à Staring.

Le „Huninga-Meer” est donc une dépression bien prononcée à l'est et au sud, moins au nord et à l'ouest, où elle est bordée par l'ancienne haute tourbière. Le sous-sol n'est que du sable, avec quelques cailloux isolés et n'est probablement qu'un prolongement direct de celui des collines voisines.

Dans les villages de Finsterwold et d'Oostwolde, la colline s'élève très sensiblement au-dessus des terrains du nord, les polders du Dollart. La pente de ce côté est plus raide que celle du sud, qui s'accroît également à l'ouest jusqu'à Oostwolde, où la colline est le plus étroit. Au S. E. du village, au „Ringweg” de l'ancien lac, nous avons observé dans un fossé sec l'argile à blocs, avec un caillou de diorite et un de silex noir; tout près de là, une petite digue dans un fossé contenait quelques cailloux de silex, de granit et de grès grossier. Plus loin, vers Hardenberg, nous avons trouvé quelques autres cailloux scandinaves; mais du reste le sol ne montrait exclusivement que du sable. Nous pouvons considérer toute la colline de Finsterwold et d'Oostwolde, haute de 2—3 M., comme formée de Diluvium scandinave, dont l'homme a probablement éloigné les cailloux.

A Oostwolde la colline est reliée par un bras étroit à celle de

Midwolde, qui a aussi une pente très distincte au N., vers le terrain des polders; nous n'y avons vu que du sable, avec des traces de cailloux scandinaves.

Il y a une quatrième colline, située entre Midwolde et Winschoten: celle de Scheemda et de Heiligerlee, qui a également des contours bizarres. La surface en est ondulée et la partie qui nous intéresse le plus, et qui s'appelle „Kloosterholt”, porte un ancien couvent et, sur sa pente occidentale, le beau monument de Heiligerlee. Nous n'y avons pas trouvé de cailloux scandinaves, comme près du cimetière de Scheemda. Au dire des paysans la colline de Kloosterholt ne contient que de l'argile à poteries.

Entre ces quatre collines, nous avons trouvé du sable avec ou sans cailloux, parfois argileux, comme dans le bout septentrional de la colonie „Nysiesoord”, où il contenait un assez grand nombre d'erratiques. Il reposait sur l'argile à poteries jaune-clair ou vert-grisâtre-clair et était couvert d'un sable sans cailloux, qui portait à son tour la haute tourbière. L'argile à poteries a une étendue considérable dans cette contrée; elle a été trouvée à une faible profondeur dans le bois d'Enumaborg à Midwolde, où elle forme une colline entière, construite en 1817. Dans la haute tourbière de Nysiesoord elle forme généralement le sous-sol immédiat et repose sur un sable, qui contient parfois des cailloux. Quoique la haute tourbière n'ait pas beaucoup d'étendue, la tourbe y atteint jusqu'à 3,5 M. d'épaisseur, preuve qu'elle se trouve là dans des conditions favorables. Elle est creusée en degrés et contient parfois un grand nombre de gros troncs d'arbres.

Les conditions qui ont fait naître la haute tourbière de Winschoten sont bien simples. Nous avons devant nous un groupe de quatre collines, rangées en cercle, et formant une des bizarreries du paysage morainique. Le sol de l'espace intermédiaire est l'argile à poteries imperméable, couverte ou non d'une couche de sable à blocs. Il est donc très naturel que ce bassin soit devenu aussitôt un marais et qu'il ait fait naître une tourbière, qui atteint une épaisseur considérable en proportion de son étendue, surtout à Nysiesoord et au sud. Elle se serait ainsi confondue avec les hautes tourbières de Pekela et aurait obstrué le drainage d'une partie du terrain, pour former le Lac de Huninga, qui serait ainsi comparable au „Barger-Meer” à l'extrémité du Hondsrug, près d'Emmen.

Récapitulons maintenant ce que nous venons de dire sur la limite occidentale de la haute tourbière de Bourtange. Au sud elle est très naturelle: c'est la vallée du Vecht, puis celles du „Schoonebeeker-Diep” et du „Drosten-Diep”, qui sont, comme de coutume, plus basses que la haute tourbière et accompagnées d'une zone sableuse plus sèche, ornée de sables mobiles. Dans la vallée du S.—D. les sols sont symétriques jusqu'à un certain degré; on trouve de la tourbe de marais au milieu, du Diluvium sableux des deux côtes, avec quelques sables mobiles, puis la haute tourbière.

Mais à l'est, cette dernière empiète de plus en plus et finit par accaparer entièrement les deux autres terrains, bien avant la frontière allemande. Entre Nieuw-Schoonebeek et Nieuw-Dordrecht la haute tourbière est située sur une pente du N. au S. du plateau de Drenthe au Schoonebeeker-Diep et sur une pente de l'est à l'ouest au Drosten-Diep. D'une part ce sont des terrains secs plus bas, qui en constituent la limite; d'autre part les terrains secs plus élevés du Hondsrug agissent de la même manière. C'est le versant de ce plateau, qui forme la limite naturelle jusqu'à la hauteur d'Odoorn, où s'introduit de nouveau une vallée plus basse et marécageuse. Comme toujours la tourbe de marais est en amont en continuité directe avec la haute tourbière, qui l'envahit peu à peu; mais en aval il s'introduit de nouveau une zone intermédiaire de Diluvium sableux, qui s'élargit très lentement du S. au N.

A la limite septentrionale de notre haute tourbière la tourbe basse remplace la tourbe de marais de la Hunse. Peut-être aurait elle été envahie de plus en plus par la haute tourbière, si l'homme n'était pas intervenu. D'un autre côté la mer a aussi apporté un obstacle, en enlevant une partie de la tourbe basse et en remplissant ensuite les creux d'argile marine. De même que dans la vallée de la Hunse des terrains de Diluvium sableux s'interposent souvent entre les deux espèces de tourbe.

3°. *Pays de Westerwolde.*

A. Environs de Ter-Apel et de Sellingen.

La „Ruiten-Aa” est une petite rivière, qui draine la partie S. E. de la province de Groningue, („Kwartier van *Westerwolde*”). Il s'y joint une très petite partie de la commune d'Emmen en Drenthe,

dont le centre est formé par le village de Roswinkel, et une partie de la Prusse, avec le village de Ruitenbroek. La localité la plus connue de la partie supérieure de la vallée est Ter-Apel, célèbre par son ancien couvent. Au S.O. se trouve le village de Roswinkel, entouré de trois côtés par les hautes tourbières et bâti sur le sable fin, qui constitue d'ordinaire le Diluvium sableux.

En s'en approchant du S.E., à partir de la tourbière, appelée „*Emmer-Compascuum*”, on voit la tourbe s'amincir et le sol baisser graduellement, tout en devenant plus sec. De même, en allant de l'église de R. au S.O., dans les champs cultivés, appelés „*Esch*”, on voit le terrain monter insensiblement et on passe du sable à la tourbe, mise en culture et autant qu'intacte. De l'autre côté, en allant de l'église au N.E., le terrain s'abaisse peu à peu et le sol devient plus humide; on y voit apparaître des fossés; les champs labourés sont remplacés par des prairies et le sable par de la tourbe de marais (du moins en plusieurs endroits), épaisse de 2 à 3 d.M. Le terrain entier constitue une plaine égale sans traces d'érosion, excepté près du ruisseau du „*Moersloot*”.

Le sol est donc du sable fin, contenant parfois une quantité notable de limonite, ou bien de la tourbe. Dans le village et parfois à côté des maisons isolées on aperçoit pourtant de nombreux erratiques de granite, etc., généralement d'un diamètre de 3—5 d.M. Après plusieurs informations infructueuses, j'ai obtenu le renseignement suivant. Les erratiques ne se trouvent jamais dans le sol et ne sont pas apportés actuellement; mais il y a cinquante ans l'état des choses était différent. Il n'y avait pas de canaux, par lesquels on put amener facilement des briques et d'autres matériaux de construction; on ne pensait pas à l'introduction de chaussées; mais en hiver, lorsque les hautes tourbières étaient trempées et inondées, les fortes gelées établissaient un excellent moyen de communication. De même qu'aujourd'hui en Russie, les paysans allaient chercher en traîneaux ce dont ils avaient besoin et ils traversaient ainsi les tourbières de Weerdinge, de Valthe, etc. pour transporter depuis le „*Hondsrug*” des erratiques, qui servaient de fondements à leurs maisons. Actuellement, comme on peut facilement se procurer de bonnes briques, les erratiques sont tombés en désuétude et le souvenir de cette méthode de transport est en voie de disparaître.

Le hameau de Ter-Apel est situé tout près du long „*Stads-Kanaal*” (canal de la ville) de Groningue, qu'on a prolongé ces der-

nières années pour aboutir, ainsi que l'„Oranje-Kanaal”, au „Verlengde-Hoogeveensche-Vaart”. Lors de notre dernière visite, en 1890, on y construisait dans le premier une écluse, ce qui mit le sous-sol de la tourbière à découvert. Ce n'était que le Diluvium sableux, visible jusqu'à 3 M. de profondeur, composé d'un sable très fin, gris-clair, presque blanchâtre et très compacte à l'état humide.

Il contenait pourtant quelques petits cailloux sporadiques de granite, qui augmentaient dans le sous-sol du canal au sud et auxquels s'en joignaient d'autres de silex, de jusqu'à 2 c.M. de diamètre, et de quartz. Leur origine s'explique par le voisinage de l'extrémité du Hondsrug, près du village de Nieuw-Dordrecht, et de la colline de Lindloh (ci-dessous). La tourbe elle-même, près de cette écluse, contenait parfois de la vivianite et probablement de la sphérosidérite, qui se change en limonite cendreuse dans les tourbes sèches et les fait fendiller ou désagréger. Nous y avons aussi observé un certain nombre de troncs d'arbres, qui n'étaient pas enracinés dans le sous-sol, mais à la limite de la tourbe noire amorphe et de la tourbe supérieure brune, fibreuse, ou seulement dans cette dernière.

La tourbe noire enveloppait parfois des troncs couchés. Ce phénomène des arbres enracinés dans la tourbe même et à différentes hauteurs n'était du reste pas inconnu à Staring. Dans son ouvrage principal (I, pag. 124) il dit, plus ou moins en passant, que: „des forêts peuvent prendre naissance sur la tourbière même „et le feraient sans conteste sur toutes celles qui n'ont pas atteint „l'épaisseur considérable de 4 M. et davantage. C'est facile à conclure d'après les observations faites dans nos tourbières, où l'on „rencontre des troncs enracinés et des restes de broussaille dans „la tourbe même, parfois à une hauteur de 2 M. et davantage. On „a tâché de faire valoir ce phénomène comme un argument décisif „contre la thèse, qui prétend que les bois sont les précurseurs des „hautes tourbières; mais il prouve seulement que, dans un cas „spécial, un bois s'est formé sur une tourbière. Du reste, on re- „trouve de la tourbe sur les vestiges de bois semblables et assez généralement les tronçons sont enracinés dans le sous-sol.”

Nous ajouterons seulement qu'il est prudent de ne pas généraliser, puisqu'un phénomène qui se présente *souvent*, ne doit pas nécessairement se présenter *toujours*. Il y a quelque différence entre ces deux termes!

Le village de Ruitenbroek est séparé par la haute tourbière de

Ter-Apel à l'occident et du promontoire de Haren-Altenberge à l'orient (pag. 71). La haute tourbière de Bourtange est donc de deux manières en continuité avec celle de l'„Emmer-Compascuum”. Cela est assez clair, plus clair qu'un passage de Staring (l. c. pag. 90): „Entre Ter-Apel et l'Eems, la haute tourbière de Bourtange est actuellement bordée par les champs de Ruitenbroek, „mais des restes abondants montrent que les tourbières de Bourtange et d'Emmen, ont *autrefois* constitué un grand tout”. Nous prétendons qu'il en était encore ainsi ces dernières années, car „les champs de Ruitenbroek” sont en partie la haute tourbière intacte.

Au sud du village se trouve la colonie de Lindloh sur la tourbière, qui entoure trois collines, appelées „Schwarzenberg” (montagne noire). Cette *montagne* n'a pourtant que quelques mètres de hauteur; elle est activement exploitée comme gravière, ce qui fait qu'elle a été divisée graduellement en trois collines isolées. On y voit quelques erratiques scandinaves de 3—4 d.M. et d'autres plus petits; mais la masse principale est du sable grossier, contenant beaucoup de cailloux et passant souvent en un véritable gravier. Les cailloux ne dépassent généralement pas 1 c.M.; ce sont des quartz blancs, des quartzites, des grès, etc. On a donc affaire ici à un Diluvium graveleux, entremêlé, stratifié distinctement, mais irrégulièrement, parfois obliquement, parfois avec des ondulations. Souvent des masses volumineuses sont cimentées par de l'argile brun-foncé ou même noir, ce qui nous paraît être l'origine du nom de la colline (Schwarzenberg). Ce grès est assez dur et reste toujours à 4 d.M. (au moins) de la surface.

La colline est entourée de la haute tourbière et constitue le commencement de la séparation des tourbières de Bourtange et d'Emmen. Elle explique aussi la présence d'un sable avec beaucoup de cailloux de quartz blanc, etc. dans le sous-sol du Canal Sud-Nord. Il en est de même des cailloux, dont nous venons de parler, au sud de Ter-Apel (pag. 90).

Le village même de Ruitenbroek, dans lequel on observe des erratiques assez gros sous les maisons, est bâti sur une colline ostensible de sable fin, dans lequel nous n'avons trouvé que des cailloux sporadiques de quartz blanc, de quartzite et de granit. D'après les informations obtenues on en rencontre pourtant de temps à autre de plus grands.

L'entourage de l'ancien couvent de Ter-Apel repose sur le bord

gauche d'une large vallée de prairies, qui sont souvent inondées, à cause du drainage insuffisant. Au nord ce bord gauche porte plusieurs terrains cultivés (*esschen*), qui s'élèvent sensiblement au-dessus de la haute tourbière de l'ouest, surtout près du moulin du hameau de Ter-Haar. Il en est de même en plusieurs autres endroits le long de la route de Sellingen, etc.; ces terrains constituent donc une limite naturelle entre la tourbière et la vallée proprement dite. Ils sont très distincts à Ter-Wisch et surtout à Ter-Borg, les deux hameaux suivants. La carte géologique figure correctement un petit terrain de sable mouvant, tandis que plus loin, vis-à-vis du village de Sellingen, elle nous présente, comme Diluvium sableux, deux terrains curieux, allongés du S.O. au N.E.

En les visitant, on voit: 1° à chaque moment l'effet de l'action du vent, et 2° que la carte géologique est de nouveau très schématique. En réalité, on observe tant soit peu les deux dos sableux; mais le sable n'est point du tout aussi continu, il y a des collines plus ou moins irrégulières, tantôt en continuité, tantôt séparées par de petites tourbières. Il en est autrement de la zone intermédiaire de la carte, qui se compose principalement de tourbe et ne renferme que quelques petites collines. En somme, on a affaire à un assemblage plus ou moins chaotique de petites dunes et de dépressions tourbeuses, dont les premières sont en majorité dans les deux zones latérales de la carte de Staring et très rares dans la zone du milieu, appelée „Sellinger-Beetse”, qui représente peut-être le lit d'un ancien cours d'eau. Nous n'avons qu'un pas de plus à faire et à considérer également le dos sus-nommé, qui accompagne la Ruiten-Aa, comme un chaînon de petites dunes, qui ont été converties en *esschen*, du moins en partie. La position plus élevée de ce sable par rapport à la tourbière n'est donc point en contradiction avec la position plus basse du sable horizontal de Roswinkel; les deux cas ont chacun une série d'analogies.

Revenons un moment encore à la „Sellinger-Beetse”.

On y creuse de la tourbe, mais irrégulièrement et en trous quadrangulaires, qui se remplissent ensuite d'eau. La formation d'une tourbe nouvelle y était en pleine activité; ils étaient remplis de sphagnes, en bouillie épaisse ou en éponge trempée. Les plantes vivantes s'étendaient sur les bords des trous jusqu'à 2 d.M. au-dessus de l'eau. Dans quelques trous peu profonds il croissait des joncs parmi les touffes épaisses de sphagnes et une herbe très fine sur les points un peu plus secs. D'autres trous plus profonds

paraissaient moins propices aux sphagnes; je n'y trouvai que des Potamogeton.

Avant de continuer notre route au nord, nous voulons examiner quelques points de la vallée de la Ruiten-Aa. Ce ruisseau n'est que la continuation directe de la „Runde”, qui vient de la haute tourbière et donne deux bras, des noms de „Moersloot” et „Molen-Aa”, qui se réunissent au ruisseau principal en amont et en aval de Ter-Apel. Or, le fond de la large vallée est constitué par des prairies marécageuses, tandis que la Ruiten-Aa et même la Molen-Aa coulent à un niveau un peu plus élevé sur la rive gauche de la vallée, donc plus près des terres cultivées. Il en est de même du ruisseau à la hauteur de Ter-Haar, où le fond réel de la vallée est indiqué par le point de réunion des deux routes „Middenweg” et „Tusschenweg”. Cet état de choses anormal nous a pourtant paru être à moitié naturel; peut-être l'homme, en voulant drainer tant bien que mal le fond de la vallée, a-t-il conduit l'eau de la Ruiten-Aa dans un ruisseau tributaire, qui coulait à un niveau un peu plus élevé et en a ainsi fait le ruisseau principal. Le drainage des prairies de la vallée fut ensuite effectué au moyen de fossés, qui se déchargent plus en aval dans l'Aa.

Près de Ter-Apel, il faut donc monter un peu pour aller de l'axe de la vallée au ruisseau et naturellement aussi à l'est, à la limite de la haute tourbière. Cette limite coïncide assez bien avec une troisième route, le „Veenweg”; on y observe de nouveau des sables mobiles, qui, à l'est, sont remplacés graduellement par la tourbière. C'est une partie de ces sables mobiles, un peu plus élevée que le reste, qui correspond au „Doeseberg” de la carte topographique. Il y a encore dans le voisinage de Ter-Apel un îlot de sable analogue, qui s'élève au-dessus des tourbières; c'est le „Schaapsberg”, figuré sur la carte géologique comme Diluvium sableux.

Il en est tout autrement du curieux „Hasseberg”, qui s'élève solitaire au-milieu de la haute tourbière, encore un peu plus élevée que le Diluvium sableux de la vallée dans le voisinage de Sellingen. Ce monticule appartient au Diluvium scandinave, ainsi que l'indique la carte; on y voit en profusion des erratiques peu volumineux, qui portent parfois de très bonnes stries glaciaires; ce sont des granites, des gneiss et des quartzites. Sur le côté occidental un bon profil montre l'argile à blocs bien développée, à une profondeur de 1—2 M.; elle est très sableuse et repose sur un

sable fin, micacé. Sous celui-ci on trouve (selon les informations obtenues) une argile, puis „l'argile à poteries”, mentionnée par Staring dans cette localité, où elle a été rencontrée une ou deux fois en creusant un puits domestique.

Avant de quitter le village de Sellingen, nous voulons encore relever sa position basse à la jonction de deux petites vallées, la „Kleine-Beetse” à l'ouest, la „Koeweide” et les „Molenkampen” au nord. Les rives beaucoup plus élevées, constituant des *esschen*, sont très distinctes. On a probablement à faire ici à une ancienne bifurcation de la Ruiten-Aa, analogue et parallèle à celle de Rijdsdam au nord de S. (Nouvelle Ruiten-Aa).

B. Environs de Vlachtwedde et d'Onstwedde.

En aval de Ter-Apel la Ruiten-Aa n'offre rien de remarquable; les effets de l'érosion y sont encore minimes et n'ont abouti qu'à produire un chenal, large de 2-3 M., profond de 1-2 M. et très simple. Il serpente dans une vaste plaine de prairies, presque horizontale et très monotone. A Sellingen pourtant, nous avons fait remarquer la présence d'un lit oblitéré de l'Aa, qui contraste visiblement avec les terrains labourés voisins, plus élevés. Or, à mesure qu'on avance vers le nord ces contrastes se multiplient; la grande vallée („thalweg”) se rétrécit et la vallée proprement dite constitue des prairies fertiles, boisées et pittoresques, parmi lesquelles s'élèvent les terrains labourés, souvent escarpés. La hauteur de ces *esschen* au-dessus des vallées est inégale; parfois elle dépasse 3 M., et on se convainc facilement que ce ne sont que des fragments du thalweg, dans lequel le ruisseau a creusé sa vallée actuelle. Pourtant on ne peut nier l'action du vent; çà et là des éminences s'élèvent visiblement au-dessus de la surface de la grande vallée. Le drainage est donc très bien réglé dans cette partie du cours de l'Aa, où l'on ne voit pas les prairies étendues et marécageuses de Ter-Apel, où le drainage est imparfait. L'observation d'une érosion, plus forte en aval qu'en amont, nous porte à conclure que cette érosion a commencé de bas en haut, qu'elle est donc rétrograde et que peut-être dans le temps elle aurait aussi drainé de la manière naturelle les marais de Ter-Apel. Aussi, en comparant sur la carte topographique les parties du cours de la Ruiten-Aa des deux côtés de Vlachtwedde et des deux côtés de Sellingen,

on est frappé du contraste, qui existe entre les courbures fortes et peu nombreuses d'un côté, petites et très nombreuses de l'autre. A Vlachtwedde la petite rivière a bien appris le métier de l'érosion et l'a exercé avec succès; à Sellingen elle n'est encore qu'en apprentissage.

En allant de Vlachtwedde à l'ouest, on observe le même phénomène jusqu'à Smeerling; mais après avoir passé la Ruiten-Aa, on voit de nouveau le paysage se modifier; il redevient monotone; les terrains élevés et secs, contrastant avec des vallées profondes et fertiles, font place à des bruyères étendues et à des prairies, dont quelques fragments seulement sont plus élevés que les autres; les contrastes sont redevenus rudimentaires pour ainsi dire. La cause en est bien simple: on a quitté la vallée de la Ruiten-Aa pour entrer dans celle de la „Mussel-Aa” et de son confluent l'„Oosterholts-Diep”. Il en est de même au sud d'Onstwedde, où l'on ne découvre qu'un nombre minime de petites bruyères plus élevées au milieu de la prairie presque horizontale, composée de sable et de tourbe de marais. La dernière roche est plus fréquente au sud, dans le terrain appelé „De Plaaster” et „Nieuwe-Meede”, tout près du bord occidental de la vallée de la Mussel-Aa.

La haute tourbière du bord oriental entoure un terrain plus élevé, près du hameau d'Ellersinghuizen et appelé „Ellersinghuizer-Veld”; il figure sur la carte géologique comme Diluvium sableux; mais sa surface irrégulière nous l'a fait considérer comme un ancien sable mobile. D'ici à Smeerling la prairie de la plaine est de nouveau monotone, tourbeuse et marécageuse jusque tout près de ce hameau, où la vallée de la Ruiten-Aa nous présente les contrastes pittoresques que nous venons de décrire.

Il y a pourtant une partie du cours de la Mussel-Aa, où les contrastes apparaissent également; c'est le cours inférieur, au nord d'Onstwedde, où on les observe fort bien, p. e. aux environs de la métairie de Sterenborg, bien mieux que la carte topographique ne le ferait croire. La longueur de ce „terrain à contrastes” n'est que de 3 K.M., jusqu'à la réunion des deux ruisseaux dans la „Westerwoldsche-Aa”.

La différence du paysage le long de ces ruisseaux tient uniquement à leur différence de capacité. Nous avons vu que l'érosion va en rétrogradant; elle diminue de bas en haut et les effets en sont naturellement plus importants aux endroits où le courant est plus fort. C'est ainsi que la rivière de l'Eems s'est creusée un

chenal très profond à la hauteur où le Vecht plus faible coule dans une vallée peu prononcée; il va sans dire qu'une pareille différence doit se produire entre la Ruiten-Aa et la Mussel-Aa, qui est beaucoup plus faible.

La Westerwoldsche-Aa entre, à deux kilomètres de son origine, dans un polder appelé „Lage-Meede”; c'est, d'après la carte géologique, le plus intérieur qui ait été inondé pendant la plus grande extension du Dollart. Il s'y trouve en effet de l'argile marine à la surface et nous ne voulons pas nier que ce ne soit un sédiment naturel; mais nous y avons aussi vu apporter en bateau l'argile du Dollart, riche en coquilles, de sorte qu'une erreur n'est pas impossible. Faute de temps, nous n'avons pas fait de recherches sur ce point.

Tout près d'ici, entre Wedde et Wedderhofte, la carte géologique indique du Diluvium scandinave et sableux, où il y a en réalité des tourbières hautes et basses. Le versant N.E. de la colline d'Onstwedde porte e. a. un rejeton assez étendu de la haute tourbière de Pekel-Aa, qui a été omis sur cette carte.

Le Diluvium scandinave de la pente occidentale disparaît bientôt sous le sableux, et celui-ci sous la haute tourbière. D'après la carte géologique il se montre encore une fois à la surface vers Pekel-Aa; on y observe une colline isolée, assez élevée, que nous considérons comme un ancien sable mobile. Il s'en trouve plusieurs autres sur la colline d'Onstwedde, p. e. au hameau de Ter-Maarsch, sur la route de Stadskanaal. Les hautes tourbières y sont en grande partie intactes et inclinent visiblement vers la Mussel-Aa.

C. Environs de Bourtange-Bellingwolde.

Retournons de l'autre côté de la Ruiten-Aa à Vlachtwedde ou plutôt au hameau de Wollinghuizen, situé à mi-chemin de Sellingen. A l'est on observe bientôt la haute tourbière, qui est encore en partie intacte et plus étendue que l'îlot de la carte géologique. Elle est bordée au N. E. par un dos sableux, que suit la chaussée de Vlachtwedde à Bourtange. Il est parfaitement plat mais plus élevé que la tourbière, monte lentement, se rétrécit et se partage en îlots séparés par des bras de tourbe. L'ancienne forteresse a été bâtie entièrement sur du sable et est sensiblement plus élevée que les environs de Vlachtwedde. Nous avons d'abord considéré ce promontoire sableux comme Zanddiluvium ordinaire, ainsi que

la carte géologique; mais, depuis que nous avons vu dans nos excursions tous les passages du sable encore en mouvement presque parfaitement nivelés, au sable ancien nous ne pouvons plus hésiter à considérer également comme tel celui de Bourtange. D'ailleurs il est encore mobile en quelques points et ce n'est que cette manière de voir, qui explique sa position plus élevée par rapport à la haute tourbière.

A l'est du village de Bourtange le sable baisse assez vite et reste cependant visible jusqu'à la frontière et au-delà. Lors de notre dernière visite à ce curieux village (en 1893) nous n'avons observé aucune discontinuité entre les terrains cultivés de Bourtange et ceux de Neurhede à Rhede; il se pourrait pourtant qu'autrefois d'étroits bras de tourbe aient traversé ce terrain sableux. En tout cas, la haute tourbière de Bourtange est comme coupée en deux en cet endroit par un dos de sable visiblement plus élevé ($1\frac{1}{2}$ M. — 2 M.), dont la largeur dépasse généralement 500 M. et que nous considérons en son entier comme un ancien sable mobile.

Un peu au S. de Vlachtwedde, la Ruiten-Aa se partage en deux bras, dont le paysage est assez différent. Celui de droite n'a creusé que son propre lit, qui est presque droit ou à faibles courbes et ressemble ainsi, avec son paysage à contrastes rudimentaires, au cours supérieur de l'Aa près de Ter-Apel.

Un peu plus en aval, au hameau de Veele, on observe facilement la position un peu plus élevée de la haute tourbière, ainsi que le passage graduel des sables mobiles à la tourbière, dont nous avons déjà fait mention plusieurs fois.

Plus loin au nord, vers Vriescheloo et Bellingwolde, l'état des choses est parfaitement clair. La chaussée suit une zone sableuse, qui incline graduellement à l'ouest, vers les „polders” du Dollart, ainsi qu'au nord, en suivant la pente générale de la contrée. Elle monte régulièrement vers la haute tourbière, qui a été entamée en plusieurs endroits, sans que le sous-sol ait été mis à nu, comme le ferait croire la carte géologique, qui en place aussi la limite un peu trop à l'ouest. L'épaisseur de la tourbe est assez importante, p. e. 1,5 M. près de Vriescheloo.

La zone sableuse est bordée à l'O. par l'argile marine récente des polders du Dollart, déposée dans les derniers siècles, après la destruction de la tourbe basse, qui s'y trouvait à l'origine. On en trouve pourtant quelques restes au milieu des polders, p. e. entre

Blyham et Winschoten, près de la borne kilométrique 44, où l'on creuse encore une bonne quantité de tourbe. Il en est de même tout près et à l'O. de Scheemda, où elle est couverte de 1 M. d'argile.

Mentionnons ici un petit traité phyto-géologique de la main de M. Hommo Tonkes, intitulé: „*Het Plantenkleed van Westerwolde in Verband met de Bodemgesteldheid*”, faisant partie du „*Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*” de 1890.

Il relève entre autres une inexactitude importante de la carte géologique, en ce qu'elle confond les hautes tourbières mises simplement en culture, avec celles qui ont été totalement entamées et dont le sous-sol est donc à découvert. Il est clair que les premières pourraient être indiquées sur une carte *géologique* peu détaillée de la même manière que les hautes tourbières intactes; M. Tonkes les indique sur sa petite carte par une teinte différente. Il fixe l'attention sur la formation de la tourbe dans de petites dépressions entre les collines, surtout le long de la lisière des hautes tourbières étendues. Or, il est évident qu'on a affaire ici aux sables mobiles, que nous avons observés tant de fois en des endroits semblables et qui font qu'il est si difficile de donner une limite précise à la tourbière. Ils ont été traités un peu en passant par l'auteur, ce qui est assez naturel du reste, puisque Staring les a négligés également en une longue série d'endroits; aussi faut-il en faire une étude assidue pour les reconnaître encore, quand le temps et la pluie les ont plus ou moins nivelés.

Un des points importants du traité est la plus grande extension que l'auteur a donnée au Diluvium scandinave, parmi lequel il range les couches de glaise plus ou moins étendues, couvertes du Diluvium sableux, le Diluvium graveleux étant si riche en couches (ou lentilles) d'argile. Comme nous avons fait de même pour le Limbourg et le Brabant, nous ne pouvons que donner notre adhésion à cette innovation de M. Tonkes.

Comme il n'a pas passé la frontière, les terrains franchement graveleux de Ruitenbroek, de Lindloh et d'Altenberge lui ont échappé; mais il en figure onze, de très peu d'étendue du reste, à l'exception d'un, entre Vlachtwedde et Bourtange, qui est dit avoir une surface de 25 H. A.

D. Récapitulation. Considérations générales et climatologiques. Blytt.

Le Pays de Westerwolde, bassin hydrographique de la Ruiten-Aa, est une vaste plaine de Diluvium sableux. Nous le considérons comme un dépôt de l'eau de fonte de la glace scandinave, dans lequel ce courant s'est érodé ensuite une vallée très peu profonde, mais très large. En s'affaiblissant graduellement, il s'est métamorphosé en un cours d'eau tout à fait local, la Ruiten-Aa actuelle, qui a continué le travail de l'érosion, en épargnant toutefois quelques îlots de Diluvium graveleux, tels que Die Haar, Altenberge, Lindloh, Ruitenbroek et le Hasseberg. La Ruiten-Aa, drainant ses rives, a en même temps empêché la haute tourbière d'empiéter dans la vallée. Sur les parties les plus élevées et les plus sèches des pentes se sont formés des sables mobiles, ce qui est facile à comprendre. Il n'en est pas de même des vastes sables mobiles au milieu de la tourbière, tels que le Schaapsberg, ceux de Selligen, d'Ellersinghuizen, de Ter-Maarsch et de Bourtange. Ils sont, en partie du moins, plus anciens que la tourbière.

Nous ne voyons d'autre alternative pour les expliquer que de supposer une période de sécheresse après la fonte de la glace quaternaire, pendant laquelle les tempêtes ont fait subir à la surface de ces déserts de sable des modifications sensibles. Après cette période de sécheresse une autre, plus humide, aurait causé la formation des hautes tourbières.

Or, nous avons observé que des bouleaux, ainsi que des chênes, des sapins et des hêtres croissent sans peine à Erica, à Nieuw-Dordrecht et à Nieuw-Schoonebeek sur la haute tourbière même, dès qu'elle est bien drainée et sèche. Nous avons ensuite observé au sud de Ter-Apel des troncs d'arbres enracinés dans la tourbe même, mais à différents niveaux, ce qui nous a fait croire à l'interruption (répétée peut-être) de la croissance régulière de la tourbe par des périodes de sécheresse. Celles-ci auraient permis à des forêts d'y prospérer, jusqu'à ce que l'humidité revenue fit de nouveau croître la tourbe. Celle-ci à son tour enveloppa et étouffa les racines et fit périr les arbres, qui succombèrent en leur entier ou furent brisés à fleur de terre, à la séparation du sol trempé et de l'air.

Les conclusions tirées de nos propres observations s'accordent avec celles, beaucoup plus précises et plus détaillées, de M. Axel

Blytt („*Kurze Uebersicht meiner Hypothese von der geologischen Zeitrechnung*”, dans les „*Geol. Fören. Förhandl.*, N°. 127, Band 12, Heft 1). Il relève que „les tourbières les plus anciennes de la Norvège sont „composées de quatre couches de tourbe, séparées souvent par trois „couches intermédiaires de troncs et de racines d'arbres. On retrouve „cette alternance en Suède, en Danemarck et ailleurs. La formation „de la tourbe n'a lieu actuellement que dans les tourbières les plus „humides; d'après Steenstrup et Geikie il en est de même dans „le Danemarck et l'Ecosse. Les tourbières de la Norvège méridio- „nale étant aujourd'hui plus sèches qu'elles ne l'étaient dans le „passé, l'alternance de la tourbe et de restes de forêts ne s'explique „pas par des variations *locales* dans l'humidité. S'il en était ainsi, „beaucoup de tourbières devraient se montrer actuellement plus „humides qu'autrefois, ce que démentent les forages.”

Dans deux travaux antérieurs, M. Blytt a traité cette question plus en détail. Ce sont: „*On Variations of Climate in the Course of Time*”. (*Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlingar*, 1886) et: „*Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate*.” (*Engler's Botanische Jahrbücher*, II, 1882). Le premier travail s'occupe plus de la partie physique et astronomique, le second de la partie botanique et géographique. Nous pouvons leur emprunter les détails suivants, qui ne sortent pas de notre cadre.

On rencontre les hautes tourbières de la Norvège à des hauteurs très différentes et, comme le pays s'est élevé depuis la disparition de la glace quaternaire, les plus anciennes tourbières se trouvent au-dessus du niveau de 180 M. (partie sud-est du pays), où l'on observe encore des traces non douteuses de la présence de la mer. Les tourbières les plus jeunes se trouvent naturellement à une hauteur très peu considérable au-dessus de la mer. Blytt les partage en plusieurs catégories.

1°. Au-dessous de 9,5 M. Elles ont rarement plus de 0,6—1,25 M. d'épaisseur et se composent exclusivement de tourbe.

2°. Au-dessous de 15,5 M. Elles sont épaisses de 1,5 M. en moyenne; la tourbe repose sur une couche de troncs d'arbres, qui est l'équivalent de la couche de troncs supérieure des tourbières plus anciennes.

3°. Au-dessous de 46,5 M. Puissance moyenne de 1,5—3 M. Deux couches de tourbe, séparées par une couche de troncs d'arbres.

4°. Au-dessous de 110 M. Puissance moyenne de 3,1—3,8 M. Deux couches de tourbe et de troncs, dont l'inférieure est enracinée dans le sous-sol.

5°. Au-dessus de 110 M. les tourbières possèdent généralement trois couches de troncs et quatre de tourbe. L'épaisseur en est en moyenne de 4—4,5 M. et, comme elles sont à peu près du même âge, elle est peu variable lorsqu'elles sont situées au-dessus des marques d'émersion les plus élevées.

Certaines tourbières ont pourtant une plus grande épaisseur, qui va jusqu'à 8 M., puisqu'elles ont toujours été tellement humides, que la croissance de la tourbe s'est continuée même pendant les périodes de sécheresse.

Quant aux tourbières danoises, Steenstrup a également distingué quatre couches tourbeuses, séparées parfois par des couches de troncs et caractérisées chacune par une flore particulière. La base en est formée souvent par: 1° une argile à flore arctique—*Dryas*, *Salix reticulata*, *Salix polaris* et *Betula nana*. Ensuite viennent successivement les couches suivantes:

2°. Tourbe avec des feuilles de *Betula odorata* et de *Populus tremula*.

3°. Troncs d'arbres.

4°. Tourbe avec des troncs de *Pinus sylvestris* et des instruments de pierre. Il faut remarquer que les sapins n'ont pas végété sur la tourbe même, mais sur les rives de la tourbière; ils sont tombés sur la tourbe et ont été ensevelis par elle.

5°. Troncs d'arbres, avec des noisettes et des chênes (du moins dans la Norvège méridionale), qui sont des indices d'un climat plus tempéré.

6°. Tourbe avec des troncs de *Quercus sessiliflora*, tombés d'à côté; le chêne était donc autrefois beaucoup plus fréquent qu'actuellement; le sapin n'y croît plus à l'état sauvage.

7°. Troncs d'arbres.

8°. Tourbe, principalement de sphagnes.

9°. Surface actuelle, généralement assez sèche et couverte de bruyères et de forêts. Il s'y forme donc une quatrième couche de troncs d'arbres. D'après M. Blytt, les conditions dans les deux pays sont parfaitement parallèles et prouvent: 1° une amélioration graduelle du climat et 2° une alternance de périodes de sécheresse relative (climat plus continental) et d'humidité (climat plus insulaire).

D'après lui, ces alternances se seraient déjà produites auparavant; il en voit la preuve dans les moraines frontales concentriques de la fin de la période glaciaire. Chaque recul de la glace scandinave correspond à une période continentale et chaque avancement, qui aboutit à la formation d'une moraine, à une période insulaire. Cependant, en général le climat s'est amélioré.

Il fait ensuite entrer dans la comparaison les terrasses fluviales, les lignes de rivage et les bancs coquillers soulevés. Il plaide en faveur d'un soulèvement graduel de la Scandinavie, qui s'est toutefois ralenti avec le temps et il en conteste la périodicité. Selon lui, la formation des dépôts de sable et de gravier dans les fleuves et la préservation des bancs coquillers correspondraient aux périodes de climat insulaire, plus uniforme par conséquent et plus humide. Au contraire les périodes de climat continental, avec des hivers plus rigoureux et des étés plus secs, auraient creusé des vallées et isolé les terrasses dans les dépôts fluviaux. Elles auraient aussi causé la formation de lignes de rivage et auraient empêché celle de bancs coquillers par la profusion de glace marine.

Jusqu'ici les raisonnements de M. Blytt sont extrêmement séduisants et nous ne saurions y faire d'objection, sinon que parfois ses peintures nous ont semblé être un peu schématiques. Il emploie ces considérations pour pénétrer de plus en plus dans le passé obscur et nous nous sommes demandé souvent s'il ne faudrait pas appliquer cette sentence: „c'est trop beau pour être vrai". Du reste ces considérations, à moitié géo-physiques, à moitié astronomiques, ne sont que dans un rapport très éloigné avec le sujet qui nous occupe: les tourbières des Pays-Bas; et nous pouvons les abandonner, après avoir fait observer une dernière fois, que l'étude de nos tourbières présente plusieurs analogies avec celles de la Norvège et du Danemark, analogies qui se multiplieront probablement avec le temps.

En étudiant le pays de Westerwolde et la haute tourbière de Bourtange, nous avons considéré le Diluvium sableux de cette contrée, bordée par l'Eems, comme un dépôt de l'eau de fonte de la glace quaternaire. Ce sable est absolument le même près du Vecht et a été déposé probablement par une nappe d'eau courante d'une largeur très considérable. Or, le Vecht et l'Eems sont à peu près parallèles sur une certaine étendue, jusque près d'Embliehem, où le premier se tourne à l'ouest. S'il faut considérer le Vecht supérieur et l'Eems comme des rudiments de ce courant d'eau de fonte, il en est de même du Vecht inférieur et l'eau de fonte s'est donc bifurquée à l'endroit de Nieuw-Amsterdam et de Nieuw-Schoonebeek. Les deux branches de cette bifurcation n'ont probablement pas toujours fonctionné simultanément; il nous semble

que le bras du Vecht inférieur est plus ancien et a été en fonction pendant que la Drenthe, etc. étaient encore couvertes de glace. Mais quand le promontoire occidental de celle-ci eut aussi disparu, l'eau de fonte a pu s'écouler directement au nord, dans la direction de l'Eems inférieur. Le Vecht ne fut pas rendu tout à coup inactif, mais peu à peu et l'eau diminuante a pu y creuser un chenal, qui fut ensuite employé pour le drainage local. Plus tard la même chose s'est répétée pour l'Eems, quand l'eau de fonte dut s'écouler dans un chenal situé encore plus à l'orient, coïncidant peut-être avec la Weser actuelle. Avant que la zone de l'Eems pût recueillir toute l'eau de fonte, la Hunse et la Ruiten-Aa ont probablement fonctionné, mais pendant un temps très court, ce qui explique leur moindre puissance. L'Eems, au contraire, paraît avoir fonctionné assez longtemps, avant de céder sa tâche, ce dont nous voyons la preuve dans la quantité de ses affluents, qui viennent tous de l'est et ont leur source assez près de la Weser.

Or, nous pouvons pousser ces considérations en sens inverse et regarder la vallée de l'IJsel et la Vallée Gueldroise, peut-être aussi la Betuwe, comme des voies d'écoulement de l'eau de fonte, qui ont été utilisées ensuite par les rivières du voisinage. Jusqu'à un certain degré ces voies avaient été prédisposées par le glacier lui-même, formant le paysage morainique; car, dans la vallée de l'IJsel, à Deventer, nous avons trouvé l'argile à blocs à une profondeur considérable (80 M.—A. P.) De l'autre côté, les vallées ont été rehaussées plus tard par la déposition de sable alluvial fluvial, comme dans la Vallée Gueldroise. Plus tard encore, dans la période historique, le dépôt est devenu essentiellement argileux.

Quatrième Partie.

Les petites hautes Tourbières de l'Overijssel.

XVII. HAUTE TOURBIÈRE DE NIJVERDAL.

En traitant de la haute tourbière de Hardenberg—Almeloo, nous avons parlé de la colline de Wierden, qui forme une partie de sa limite. Elle se prolonge bien davantage (au nord jusqu'à Daarle) que ne le figure la carte géologique et il en est de même des deux hautes tourbières, qu'elle dessine sur la plaine de Diluvium sableux. En réalité elles forment un entier, quoique de peu

d'épaisseur, situé entre la colline de Wierden et la Regge. On aperçoit déjà la tourbière tout près de cette colline, dont la pente sud-ouest est élargie par un terrain de sables mobiles, jusqu'à mi-chemin de Wierden à Hooge-Heksel. A partir d'ici c'est le Diluvium graveleux de la colline, qui constitue la limite naturelle de la tourbière.

En allant de ce hameau à l'ouest, on aperçoit d'abord un faible abaissement du sol vers les prairies du „Heksel-Vlier”, tourbière de marais de 0,5 M. d'épaisseur tout au plus, qui constitue un prolongement partiel de la haute tourbière vers le nord, se continuant dans le „Linder-Beek”. Dans cette partie orientale de la tourbière la tourbe est peu épaisse; un certain nombre d'étangs prouvent cependant, que localement elle doit avoir été plus importante.

Le Heksel-Vlier est bordé à l'ouest par un terrain plus élevé, du nom de „De-Piksen”; c'est un sable mobile, cultivé en partie, qui cause un rétrécissement de la haute tourbière. D'ici à Hulsen sur la Regge le chemin suit un petit dos de sable, entre deux vastes étangs, qui correspondent à une des deux hautes tourbières entamées de la carte géologique. C'est probablement encore un sable mobile.

Les rives de la Regge offrent beaucoup d'analogie avec celles du Vecht; elle s'est creusé une vallée, portant des prairies et des champs plus élevés et cultivés, qui s'égalisent ensuite avec la bruyère des deux côtés de la rivière, où les traces directes de l'érosion détaillée manquent par conséquent. Tous ces îlots cultivés (dans la plaine des prairies) ne sont pourtant pas uniquement le produit de l'érosion; il y en a qui ne sont que des sables mobiles, plus ou moins nivelés ultérieurement.

Tout près de Hellendoorn on n'observe plus ce contraste des deux terrains, conséquence naturelle de la situation du village sur la pente de la colline. Le sol y est du sable avec d'assez gros cailloux, jusqu'à 6 c.M., dérivé probablement de la colline et constituant un passage du Diluvium graveleux au sableux. Nous y avons aussi observé l'argile à blocs au S. E. du village, près du pont et de l'autre côte de la Regge; elle y était draguée dans un fossé. Ce point est à peu près vis-à-vis du pied occidental de la colline de Hooge-Heksel, où nous avons également observé cette argile en quelques endroits; elle y était brune, tachetée de vert-grisâtre.

Le chemin de fer passe, à 1 K.M. à l'est de la gare de Nijverdal, sur la haute tourbe, derrière le petit bois d'Eversberg; ce n'est d'abord que de la tourbe de gazon, mais à $\frac{1}{2}$ K.M. plus loin, on voit des étangs, preuves d'une couche plus épaisse dans le passé. Au sud du chemin de fer la haute tourbière porte le nom de „Notterveen” et s'étend jusqu'à 2 K.M. Dans la direction de l'est elle subit un rétrécissement causé par des sables mobiles, qui s'arrêtent à 1 K.M. du chemin de fer.

Les causes de la formation et des bornes de la haute tourbière de Nijverdal sont assez simples. Elle a pris naissance sur un plan presque horizontal, très faiblement incliné du S. au N. et de l'E. à l'O. et trempé en conséquence. Elle a été arrêtée à l'E. par la colline de gravier de Wierden, élargie par des sables mobiles; d'autres, probablement plus anciens, la rétrécissent au N. et au S. La limite occidentale est la vallée bien drainée de la Regge, dont les bords sont naturellement trop secs pour le développement de la tourbe. Au sud la Regge approche de la colline de Wierden, la tourbière se rétrécit et s'arrête par conséquent. Au nord, le Linder-Beek, confluent de la Regge, agit peut-être de la même manière et offre à l'extension de la tourbière un obstacle, qui cependant ne peut pas être le seul, la distance étant beaucoup plus grande.

XVIII. HAUTE TOURBIÈRE DE RIJSSEN.

La carte géologique de Staring figure, à l'ouest du village de Rijssen en Overijssel, une haute tourbière, enlevée pour la plus grande partie. Voici les résultats de notre visite faite dans l'été de 1893.

La tourbière est traversée par le chemin de fer de Deventer à Almeloo et sur le parcours on voit facilement, qu'elle se trouve entre les collines de Diluvium graveleux de Holten à l'ouest et de Rijssen à l'est et que vers le milieu elle augmente des deux côtés en humidité et en épaisseur, ainsi qu'on pouvait s'y attendre.

En suivant la chaussée de Rijssen à Hellendoorn au N.O., on traverse d'abord un terrain de prairies très étendu, appelé „De Mors” et on se demande: „pourquoi n'a-t-il pas été envahi par la haute tourbière, puisque les conditions paraissent être favorables et que l'humidité du sol est suffisante?” C'est la même question qui s'est présentée si souvent à nous; nous ne saurions y trouver

d'autre réponse que celle-ci: „le terrain est inondé trop longtemps pendant l'hiver et le printemps, de sorte que les plantes qui produisent une haute tourbière ne peuvent y pousser.” La carte géologique figure une tourbière de marais, mais nous doutons fort qu'elle ait pris une telle extension. Plus au nord, près du hameau de Zuna, on voit le terrain devenir de plus en plus sec à mesure qu'on approche d'un canal de drainage, la Regge. Près de la chaussée le sol est tout à fait plat; mais à l'est les différences de niveau s'accroissent de plus en plus: des parties basses (prairies) alternent bizarrement avec des parties plus élevées (champs labourés).

A l'ouest de la chaussée, près de la barrière, le sol sableux est parfaitement plat. On le voit monter lentement à l'ouest et devenir plus humide en même temps. Il s'y présente des fossés remplis d'eau et on voit apparaître dans le sable homogène des cailloux de quartz, assez rares du reste, qui ont jusqu'à 1 c.M. de diamètre. Parfois de petits champs plus secs et plus élevés alternent avec le terrain marécageux, qui devient graduellement tourbeux. Cependant on ne voit que de la tourbe de gazon à cette hauteur, qui est aussi l'extrémité septentrionale de la tourbière, d'après la carte géologique.

Ce qui a empêché la tourbière de s'étendre, c'est: au N. le voisinage de la Regge qui a abaissé le niveau de la nappe superficielle; au N.E., celui d'un terrain, probablement trop trempé; au S.E., au S. et à l'O., celui des collines environnantes. C'est donc principalement la présence d'une vallée, entourée de collines, un des caractères du paysage morainique, qui a donné naissance à une haute tourbière.

Staring (l. c. pag. 95) consacre quelques lignes aux tourbières de Nijverdal et de Rijssen. Il prétend: „qu'une tourbière considérable s'est autrefois étendue dans la vallée située entre les collines de Hellendoorn, Haarle, Holten, Markeloo, Herike, Rijssen, Wierden et Heksel. Près de Hellendoorn on trouve encore un peu de tourbe et on en creuse encore au sud (plutôt S.O.) de Rijssen. La Regge coupe cette plaine, du S.E. au N.O., de sorte que cette tourbière a sans doute toujours été divisée en deux.”

Cette dernière assertion est parfaitement exacte; la Regge constitue un obstacle infranchissable à l'extension de la tourbière par ses rives bien drainées et sèches.

XIX. HAUTE TOURBIÈRE DE DIEPENHEIM.

Dans le premier volume de son „Sol des Pays-Bas” Staring parle d'une haute tourbière hypothétique entre la petite ville de Lochem et le village de Diepenheim.

Il dit d'abord (pag. 96): „il faut admettre que du côté oriental „des „Heriker-” et „Vriesenberg”, il y a eu autrefois une haute „tourbière, à l'endroit où se trouvent actuellement l'„Enterveen” et l'„Elsensche-Broek” et qui a été peut-être en continuité avec „le „Stokkumer-Vlier”. Ensuite (pag. 97): „Dans le „Stokkumer-„Broek” il existe encore aujourd'hui une multitude de hauteurs, „nommées „Horsten”, composées d'une haute tourbe épaisse et „couvertes de houx et de fougères, qui sont probablement les „restes d'une haute tourbière.”

La carte géologique figure aussi une petite haute tourbière entièrement enlevée. La lecture des lignes sus-mentionnées nous engagea à y faire une visite, entièrement infructueuse, comme nous allons le voir.

En voyageant par le chemin de fer de Hengeloo à Zutphen, on traverse, derrière la station de Goor, une vaste prairie où çà et là on creuse de la tourbe. La carte géologique figure de la tourbe de marais, ce qui est correct, mais aussi de l'argile de ruisseau, ce qui nous paraît très problématique. A la station de Markeloo, près du village de Diepenheim, le terrain est plus élevé; c'est une colline d'ancien Diluvium avec des erratiques assez volumineux. Ensuite le chemin de fer coupe une large plaine tout à fait semblable à la précédente et traversée dans sa longueur par le „Schip-Beek”, qui se jette dans l'IJsel à Deventer, et par son confluent, le „Bolks-Beek”. Le tout prouve que ce terrain n'est qu'une ancienne vallée de rivière, trop large pour les ruisseaux qui l'occupent actuellement et qui ne sont que des rudiments de la rivière d'autrefois. De même que de l'autre côté de la station de Markeloo, l'existence de la tourbe est hors de question; on en creuse çà et là, mais ce n'est que de la tourbe de marais, formant le sol de la prairie dans la vallée et épaisse de quelques décimètres tout au plus. Nous avons aussi essayé de prendre des informations au sujet de la haute tourbière disparue; mais personne n'en savait rien.

Or, Staring parle de „horsten”, petites hauteurs, qui seraient des restes de la couche de haute tourbe d'autrefois. On nous en a montré

à notre demande; mais ce n'étaient que de petites collines de sable avec un peu de gravier, probablement d'anciens sables mobiles sur un noyau de Diluvium graveleux. Sur quelques-unes il y avait de petites dépressions ou pannes, dans lesquelles il paraît y avoir eu autrefois une très petite formation de tourbe, extrêmement locale.

Ainsi, pendant notre excursion, de très courte durée du reste, il ne nous a été possible de découvrir aucune trace d'une ancienne haute tourbière, ni sur le sol, ni dans le souvenir des paysans.

XX. HAUTE TOURBIÈRE DE GRONAU.

A plusieurs reprises nous avons relevé combien le figuré de la carte géologique diffère de la réalité, en ce que les hautes tourbières contiennent généralement encore beaucoup plus de tourbe que l'indication de „tourbière entamée” ne le ferait croire. Ici nous sommes dans le cas contraire; la carte figure simplement une haute tourbière, intacte par conséquent, mais dont la tourbe a en réalité disparu pour la plus grande partie.

A l'est de la tourbière coule la petite rivière du Dinkel, confluent du Vecht; la ville de Gronau et le village d'Epe sont bâtis dans la vallée, assez apparente et profonde de 1—2 M. Celle-ci est bordée à l'ouest par une bruyère, qui monte lentement, comme on pouvait s'y attendre, et est couronnée de sables mobiles, tant anciens que récents, qui passent graduellement dans la tourbière, de la manière que nous avons déjà décrite plusieurs fois. Le sous-sol est de 1 -2 M. plus élevé que celui de la tourbière et est constitué uniquement de sable fin; nous n'y avons du moins observé ni erratiques, ni argile à blocs.

Dans la partie septentrionale de la tourbière, on observe en plusieurs endroits des restes de la couche de tourbe, de 0,5—1 M. d'épaisseur (e. a. sur la frontière) et les troncs d'arbres habituels, qui sont distinctement enracinés dans la tourbe même et non (directement) dans le sous-sol.

Au N.E., la différence entre une rive plus élevée et la tourbière même est donc assez facile à constater. Il n'en est pas de même au N.O., où la bruyère limitrophe passe graduellement dans le sous-sol de l'ancienne tourbière, en montant lentement à l'est. Le mauvais temps, qu'il faisait lors de notre visite, fut cause de ce que nous ne pûmes faire que quelques observations fugitives dans

cette partie; et l'étude de la carte topographique ne nous a pas conduit plus loin. La carte du Waterstaat au contraire est plus propre à nous éclaircir sur les relations topographiques; elle montre très bien le haut cours du Glaner-Beek, avec ses affluents de gauche, qui descendent de la colline de Diluvium graveleux d'Enschede. C'est donc moins cette colline que la vallée, qui offre un obstacle à l'extension de la tourbière; comme ailleurs la limite de celle-ci est bordée de quelques petits sables mobiles.

L'allure du terrain s'observe très bien le long de la chaussée; Gronau et Glanerbrug sont les points les plus bas, situés dans deux vallées et séparés par le dos, qui forme la rive orientale de la tourbière. Il y a donc une dépression, un chenal accentué dans la vallée du Glaner-Beek; mais il ne faut pas le considérer comme la prolongation d'un chenal, dans lequel serait situé la haute tourbière, quoique l'étude de la *carte seule* soit assez favorable à cette manière de voir. En réalité il n'y a aucun rapport *direct* entre la pointe septentrionale de la tourbière, qui passe imperceptiblement dans la bruyère ordinaire, et le ruisseau.

En suivant le bord occidental de la tourbière au sud, on voit de plus en plus des cailloux et des erratiques dans le sol, qui devient plus élevé que la tourbière. Il en est parfaitement de même sur le bord méridional, où la limite est constituée par une colline de Diluvium graveleux très distincte, qui se dirige de l'est à l'ouest, parallèlement au ruisseau de l'Aa et est évidemment la cause de son brusque changement (S.-N. en E.-O.) de direction, en aval d'Ahaus. Plus loin ce ruisseau prend le nom de „Ruisseau de Buurse” et ensuite celui de „Schip-Beek”.

Pour autant que nous le permettent nos recherches incomplètes, nous voyons la cause première de la naissance de cette haute tourbière dans les ondulations du paysage morainique. La colline d'Oldenzaal—Enschede se dirige du S. au N., ainsi que le dos entre Dinkel et Glaner-Beek. Entre l'Aa et le bord méridional de notre tourbière est un terrain plus élevé, couvert également de Diluvium graveleux; mais, précisément à cause de cette direction, anormale dans le paysage morainique, nous sommes tenté d'admettre un noyau de calcaire turonien, comme il en vient à la surface à peu de distance.

Le manque de relation entre l'extrémité septentrionale de notre tourbière et le Glaner-Beek est pour nous une raison de ne pas considérer le sous-sol de la tourbière comme un chenal d'érosion,

dont ce ruisseau serait la continuation. Ce dernier ne prend pas sa source dans l'extrémité septentrionale de la tourbière, comme on pourrait s'y attendre, mais en partie près de la rive occidentale et en partie (Floer-Bach) à une distance de plusieurs kilomètres au S.E. dans l'élargissement méridional.

Staring consacre encore quelques lignes à cette tourbière (B. v. N. I. Pag. 96).

„L'Amtsveen" (nom de la partie néerlandaise de cette tourbière) „n'est bordé par des hauteurs qu'à l'ouest; il est au sud en relation „avec le Schip-Beek (qui n'a rien à faire avec la tourbière N.B.!) „et à l'est avec le Dinkel" (ce qui n'est pas vrai non plus), „tan- „dis que le Glaner-Beek y prend sa source au nord. Le défaut de „moyens de transport et les droits d'entrée sur la frontière font, „que cette tourbière ne s'épuise que très lentement."

XXI. HAUTE TOURBIÈRE DE HAAKSBERGEN.

Cette tourbière, qui possède encore une quantité notable du combustible, est dans un rapport bien plus intime avec l'Aa ou le Ruisseau de Buurse, que celle que nous venons de quitter.

La carte géologique figure, vers Eibergen, un terrain de Diluvium graveleux, allongé de l'O. à l'E.; c'est un des nombreux îlots, épargnés par les eaux de fonte de la glace quaternaire. Tout près d'Eibergen, au hameau de Mallem, il forme la rive droite, très prononcée, du „thalweg" du Berkel.

Son extrémité N.E. s'étend encore au-delà de la frontière prussienne et descend dans le sous-sol de la haute tourbière, composé d'un sable fin avec un certain nombre de cailloux, qui disparaissent à l'est.

Quant à la tourbière même, nous y avons trouvé un grand nombre d'arbres fossiles, des chênes, etc., jusqu'à $\frac{1}{2}$ M. en diamètre, rompus au-dessus du tronc et couchés en général à l'E. ou au N. La tourbe diminue en épaisseur depuis le centre jusqu'au bord méridional, pour passer en tourbe de gazon, interrompue çà et là par des parties plus élevées et plus sèches, qui se confondent ensuite. La cause de la limite méridionale n'est pas difficile à trouver; en allant au S on voit la bruyère baisser et devenir plus sèche en même temps, porter même une chaîne de sables mobiles, derrière lesquels on observe la vallée bien prononcée de l'„Emmrich-Bach".

Le chenal a des rives escarpées de $\frac{1}{2}$ —1 M. de hauteur et la vallée a parfois des versants hauts de 1 M. Le Diluvium graveleux, avec des erratiques fréquents, s'y montre à plusieurs reprises, mais reste séparé de celui du versant de la colline, où de temps à autre nous avons observé l'argile à blocs bien distincte, couverte de 1—2 d.M de sable.

A l'est la tourbière diminue plus lentement en épaisseur; elle passe en tourbe de gazon, qui se partage en îlots, devenant de plus en plus rares et plus petits. Des sables mobiles, plus ou moins facilement reconnaissables, sont fréquents; ils portent e. a. la métairie de „Hoge-Lugt” et le hameau de „'t Venn”. La bruyère monte en même temps, mais presque imperceptiblement.

Des sables mobiles assez développés et souvent cultivés accompagnent le cours du Buurser-Beek et de son affluent gauche le „Zodde-Beek”, preuves de la plus grande sécheresse du sol près du chenal de drainage. Ils sont en même temps une cause directe de la formation de la tourbière; la carte topographique indique e. a. un terrain du nom de „Groene-Plas en Horster-Veen” qui est si clairement en rapport avec d'anciennes collines de sable mobile, que nous devons le considérer comme une panne de 0,5—1 K.M. d'étendue. Comme toujours, ces collines augmentent en importance à mesure qu'on approche du ruisseau; elles sont probablement la cause de la fondation de la colonie de Buurse, ainsi que des terres cultivées de Haaksbergen même, où les pentes rapides et la position élevée et bombée de plusieurs champs labourés attirent facilement l'attention. La délimitation septentrionale de notre haute tourbière est donc en grande partie accidentelle et la suite du jeu des vents

La limite occidentale devra être étendue d'environ 500 M. en comparaison avec la carte géologique. La carte topographique figure très bien une chaîne de sables mobiles, parallèles d'abord au Ruisseau de Buurse, mais s'infléchissant ensuite au sud, et derrière (E.) elles quelques pannes, qui font en réalité partie du terrain de la tourbière. La limite de la carte géologique coïncide en partie avec un ancien sable mobile très développé et portant une petite colonie, entièrement entourée par la tourbière. C'est près d'ici, à l'E., que la tourbe acquiert sa plus grande épaisseur, que nous avons évaluée à 2 M.

En somme les conditions topographiques de la haute tourbière de Haaksbergen sont peu équivoques.

Elle est limitée d'un côté (S.O.) directement par un terrain plus élevé de Diluvium graveleux et des autres par un terrain plus bas de Diluvium sableux, qui est drainé à une certaine distance par deux (ou trois) ruisseaux, coulant à l'O.

Or, la sécheresse relative de ce sable est accentuée par la présence de nombreuses dunes, qui sont naturellement accompagnées de dépressions, de pannes. Elles ont à leur tour été la cause de colonies agricoles, comme celle de „'t Venn" à l'extrémité orientale de la tourbière, où leur caractère original est distinct encore. Leur étude conduit à conclure, que les terres labourées élevées de Buurse, de Haaksbergen, e tutti quanti, ne sont que d'anciens sables mobiles, moins facilement reconnaissables par le visiteur peu expérimenté.

Le drainage, suffisant près des ruisseaux et insuffisant dans la tourbière même, est visible sur la carte du Waterstaat, où l'on voit la ligne de séparation des bassins hydrographiques du Buurser-Beek et du Berkel traverser la tourbière.

Cinquième Partie.

Les Tourbières du Sud-est de la Gueldre et de la Province d'Utrecht.

Nous allons maintenant nous occuper de l'examen de cinq autres tourbières, dont deux seulement se trouvent entièrement sur le territoire des Pays-Bas; les trois autres sont traversées par la frontière de la Gueldre et de la Westphalie.

XXII. HAUTE TOURBIÈRE DE ZWILLBROEK.

Cette tourbière est située non loin de celle de Haaksbergen; mais les conditions topographiques n'en sont pas aussi faciles à déchiffrer. Elle se trouve tout près du hameau prussien de Zwillbroek et à une distance de 3—4 K.M. de la petite ville de Groenloo. En partant d'ici, on monte lentement sur une colline de Diluvium graveleux, bien indiquée sur la carte géologique. À l'extrémité nord se trouve le village d'Eibergen et à l'extrémité sud, celui d'Aalten. Ainsi que plusieurs autres de ces collines (ou plutôt terrains plus élevés que la plaine voisine), elle est orientée du N. au S. et non du N.O. au S.E., comme plus loin au nord dans les Pays-Bas.

La base montre en plusieurs endroits l'argile à blocs bien distincte et quelques sables mobiles de peu d'importance. La limite de la haute tourbière est une ligne, ondulée par l'alternance de rejets de la colline et d'autres de la tourbière. La cause en est bien simple: ce n'est que l'effet de l'érosion, qui a créé une série de petites vallées, qui ont été envahies par la tourbière en croissance, comme nous l'avons observé ailleurs, e. a. à Schoonebeek et à Dalerveen en Drenthe, à Fochteloo en Frise, etc.

Tout près de cette limite occidentale, se trouve une digue de tourbe, qui traverse la tourbière du N. au S. et sert de route de Zwillbroek à Winterswijk. Elle offre une bonne occasion de mesurer l'épaisseur minimum de l'ancienne tourbe, égale à 2 M. au moins.

On y voit aussi la tourbe augmenter en épaisseur du N. au S., puis diminuer jusqu'au bord méridional, preuve de sa convexité, comme en tant d'autres hautes tourbières. Nous y avons vu à plusieurs reprises des troncs d'arbres, enfouis dans la tourbe et ramenés au jour par l'exploitation. Généralement il y avait encore de la tourbe en-dessous, de sorte qu'il y avait déjà une tourbière en développement au moment où la semence commença à pousser. En un point nous vîmes même trois troncs, l'un sur l'autre, trois générations d'arbres, par conséquent séparées par une petite couche de tourbe.

Quant à la limite méridionale, les conditions en sont plus compliquées. Au point où la route de Winterswijk s'éloigne de la tourbière on est encore sur le versant de la colline de gravier et on observe dans un petit fossé l'argile à blocs. Le sol monte même encore un peu au sud; mais en suivant à l'est la lisière de la haute tourbière on descend très lentement, toutefois en passant par quelques petites hauteurs de Diluvium graveleux. Vers le milieu, le terrain est le plus bas, comme on pouvait s'y attendre, et se continue au sud dans une zone de prairies avec des fossés. Un petit ruisseau de drainage prend sa source dans la tourbière, traverse les prairies et se continue au sud, pour incliner successivement au S. O., à l'O et au N. O. et s'unir avec le ruisseau, dit „Groenloosche-Slinge”. Celui-ci traverse du S. E. au N. O. une vallée étroite, avec la ville de Groenloo, qui sépare en deux la colline de gravier d'Eibergen-Aalten et qu'on peut donc considérer comme la continuation assez bizarre de la dépression de la tourbière de Zwillbroek.

En suivant la route de la tourbière à Meddeho, on la voit monter

lentement au S. E., sur une nouvelle colline de Diluvium graveleux, qui se dirige d'abord du S. O. au N. E., mais incline bientôt du S. au N. et forme ainsi un pendant à la colline d'Eibergen à Aalten. On peut la distinguer déjà dans la tourbière même, grâce aux champs de seigle vert-clair, qui couvrent son versant occidental.

La carte géologique n'indique que du Diluvium sableux horizontal, tandis que le Diluvium graveleux y est fort facile à constater; nous avons même observé à plusieurs reprises l'argile à blocs. La carte topographique figure trois collines séparées, au lieu d'une seule, qui s'étend encore jusqu'à une certaine distance au N. de la tourbière.

Sur le bord septentrional la chaussée de Zwillbroek à Vreden est en général plus élevée que la tourbière; mais les sables mobiles sont de nouveau en jeu. Un petit ruisseau de drainage les traverse du S. au N. par une entaille artificielle, profonde de 1—2 M.

Lors de notre dernière visite à la tourbière, en Septembre 1893, nous avons voulu nous orienter sur la limite septentrionale et nous avons pu constater ce qui suit.

A l'est de la colline de gravier, appelée „Eibergsche-Veld”, on observe de la tourbe, jusqu'à 2 d.M. d'épaisseur dans un terrain plus bas avec des prairies, qu'on est tenté de considérer comme la prolongation de la tourbière, d'autant plus, qu'il est traversé par un petit ruisseau ou fossé, le „Veengoot” ou „Ramsbeek”, qui joint le Berkel à Eibergen. Il draine la partie septentrionale de notre tourbière et coupe la chaussée presque sur la frontière. La douane allemande est située dans un terrain un peu plus bas de prairies, à l'est duquel on observe des champs cultivés plus élevés et ensuite les sables mobiles sus-mentionnés. Le temps défavorable nous a empêché de nous orienter complètement; mais nos observations, contrôlées par l'étude de la carte du Waterstaat, nous permettent de constater une prolongation de la dépression tourbeuse au nord, vers le Berkel. Nous en avons constaté une autre au sud, vers Meddeho, et la carte sus-nommée indique distinctement une ligne de séparation des bassins hydrographiques de la Groenloosche-Slinge et du Berkel, qui traverse notre tourbière de l'O. à l'E., assez près de son bord méridional.

Les causes de son origine sont maintenant assez claires. C'est en première ligne une ondulation du paysage morainique; deux collines de Diluvium graveleux s'étendent du N. au S., l'une

d'Eibergen (ou de Groenloo) à Aalten, l'autre de Rekken à Meddeho. L'intervalle, insuffisamment drainé au S. et au N., a par conséquent une nappe superficielle très élevée et s'est facilement couvert d'une tourbière pendant une période d'humidité.

Il faut encore faire observer, que les deux ruisseaux suivent de près la colline occidentale; la pente de celle-ci est donc plus raide que la pente ouest de la colline orientale, et la tourbière s'est développée principalement sur cette dernière. Or, nous avons observé précisément la même chose dans la tourbière de Gronau, dont la partie nord se trouve sur la pente occidentale du dos entre Dinkel et Glaner-Beek et qui est bordée à l'ouest par ce dernier ruisseau, derrière lequel s'élèvent les hautes terres de la colline d'Enschede.

Staring ne consacre que quelques lignes aux tourbières de Haaksbergen et de Zwillbroek (l. c. pag. 97). „La tourbière de Haaksbergen „a été peu exploitée jusqu'à ces dernières années" (avant 1856), „mais elle va actuellement au devant d'un meilleur avenir".

„La tourbière de Zwillbroek est à peu près épuisée, ainsi que la „tourbière de Kolenberg" (dont nous parlerons tantôt), „dans laquelle „on creuse presque autant de bois fossile que de tourbe".

„Il ne reste que très peu de chose de la tourbière de Burlo et „de la Tourbière Blanche".

XXIII. HAUTE TOURBIÈRE, DITE „KLOOSTERVEEN".

Les quatre tourbières, qui suivent, sont situées autour du village de Winterswijk. La première, du nom de „Kloosterveen" se trouve presque entièrement sur le territoire prussien, tout près du village de Burlo, entre Winterswijk et Borken, et est traversée par le chemin de fer qui unit ces deux villages. Nous y avons fait quelques observations qui ne sont cependant pas suffisantes.

La ville de Bocholt est située dans la large vallée du „Priester-Beek" ou „Aastrang", qui se jette dans le Vieux IJsel près du village d'Ulft. En allant de cette ville à l'est, au village de Rhede, on s'éloigne du ruisseau et on monte lentement le versant d'une colline assez considérable. D'abord le sol n'est que le Zanddiluvium; mais celui-ci passe graduellement dans le Diluvium graveleux, bien reconnaissable. Nous y avons même observé l'argile à blocs distincte près des hameaux de „Feldboom" et de „Middelkamp" entre Rhede et Burlo, tout près de la tourbière et comme d'ordi-

naire, couverte de 1—2 d.M. de sable à cailloux. Le sol graveleux passe graduellement dans le tourbeux; on n'y voit pas de différence de niveau, mais seulement une faible pente générale à l'O. Le long de la limite S.E. de la tourbière on observe quelques anciens sables mobiles avec des dépressions à côté, qui ont naturellement favorisé la formation de la tourbe. Tout près de Burlo la pente de la colline est plus forte; la tourbe augmente par conséquent plus vite en épaisseur et est plus nettement séparée du sable voisin.

Le Diluvium graveleux s'étend encore plus loin que sur la carte géologique; nous l'avons observé e. a. dans le fossé de la frontière à la borne 770. C'était un sable contenant bon nombre de cailloux, jusqu'à 1 d.M.

Sur le bord septentrional plusieurs sables mobiles se sont développés, alternant avec des couches de tourbe peu épaisses. D'ici au hameau de Kotten le sol est du Diluvium graveleux, pauvre en cailloux; une pente quelconque n'a pas été observée.

XXIV. HAUTE TOURBIÈRE, DITE „WITTE VEEN”.

A 6 K.M. à l'ouest de la tourbière précédente s'en trouve une autre, appelée „Witte Veen” (tourbière blanche), à cause de la grande quantité de sphagnes mortes qu'elle contient.

Le village le plus proche de cette tourbière est Aalten, dont nous avons déjà parlé à l'occasion de la tourbière de Zwillbroek. Il est bâti sur le versant méridional d'une colline importante de Diluvium graveleux, vers la vallée de l'„Aaltensche-Slinge”. En allant du village à la tourbière, on traverse le „Keizers-Beek”, confluent du Priester-Beek, derrière lequel le terrain monte sensiblement sur la „Kiefsche-Heide”, hauteur de Diluvium graveleux, reconnaissable, mais pauvre en cailloux. Sur la frontière prussienne le sol baisse un peu et on arrive dans la prolongation de la tourbière blanche. Le Diluvium graveleux devient plus distinct; tout près de la tourbière nous avons trouvé plusieurs cailloux de 8 et 10 c.M., quoique la carte ne figure que du Diluvium sableux. Il en est de même du bord septentrional où l'argile à blocs s'observe sur quelques points.

La tourbe a disparu pour la plus grande partie; çà et là on en voit encore des vestiges, des digues servant de route dans les temps de grande humidité. Elles ont une hauteur de 1 M. tout au plus,

égale par conséquent à l'épaisseur minimale de la couche de tourbe. On y voit en même temps les troncs d'arbres ordinaires, enracinés sur la tourbe même. Le bord septentrional de la tourbière, ainsi que le bord méridional, étant sensiblement plus élevé que le sous-sol du milieu, nous avons de nouveau affaire à une ondulation du terrain, particularité du paysage morainique, et il est fort probable que la tourbière de Burlo doit son origine à la même cause. La position est parfaitement analogue, mais avec cette différence, que nous n'avons pas réussi à y constater à son bord N. O. une éminence de Diluvium graveleux, aussi distincte que la Kiefsche-Heide au N. O. du Witte Veen.

La carte géologique de Staring figure pourtant une série de petites éminences de Diluvium graveleux du côté néerlandais de nos deux tourbières, indiquées par les localités de Heurne, Miste, Woold, Kotten et Ratum. Elles sont situées sur une ligne, qui a d'abord une direction de l'O. à l'E. pour s'infléchir ensuite au N. E., parallèlement à la colline de Bocholt-Stadtlohn. Or, c'est la même courbe que nous avons signalée déjà en parlant de la limite orientale de la tourbière de Zwillbroek et du changement de cours de son ruisseau de drainage méridional. Toutes ces courbes si analogues ont certainement une cause commune, dont nous parlerons plus bas.

XXV. HAUTE TOURBIÈRE, DITE „KORENBERGER VEEN”.

Cette tourbière, ainsi que la suivante, se trouve entièrement sur le territoire néerlandais et du côté O. de Winterswijk. Sur la carte topographique elle porte aussi le nom de „Corle'sche Veen”, d'après le hameau de Corle, qui est situé à 2--3 K.M. au sud. Elle est traversée diamétralement par le chemin de fer de Winterswijk à Zutphen, tandis que celui de Winterswijk à Groenloo en touche le bord septentrional.

Le bord au N. E. et au N. est visiblement plus élevé que la tourbe; mais la différence est due en partie aux sables mobiles, revenus en repos et couverts de bois de sapins et de terres labourées; des collines de sable mobile alternent de nouveau avec de petites tourbières isolées. Dans cette partie nous avons aussi observé la présence de la limonite, qui forme localement le sous-sol de la tourbe peu épaisse. Plus à l'ouest, elle augmente en puissance et on en voit un grand nombre de monceaux, de sorte qu'ici

encore il n'y a pas de motif pour regarder la tourbière comme entamée. La tourbe intacte y atteint même une épaisseur de 1—2 M.; elle n'est pas seulement creusée, mais aussi draguée, d'où il résulte des tourbes noires, très dures et compactes.

Au sud du chemin de fer elle est plus puissante encore; les restes constituent des digues et des monticules de 2—2,5 M. de hauteur, qui sont naturellement secs et portent par conséquent une végétation particulière: des bouleaux, des *Rubus*, des *Calluna vulgaris*; la tourbe basse et humide porte des *Erica tetralix*, des *Luzula*, des *Carex*, des *Eriophorum*, des sphagnes, etc.

Au S.O. les digues baissent naturellement par suite de la convexité de la tourbière; le sous-sol sableux devient peu à peu visible, porte des chênes et des sapins, et passe dans le bord de la tourbière, qui est d'un mètre plus élevé et ne se compose que de sable sans cailloux. Dans la même direction cependant après avoir traversé le ruisseau de drainage, le „Schaars-Beek”, on voit apparaître des cailloux, qui augmentent à mesure qu'on arrive sur la colline et forment un passage à l'argile à blocs, cachée sous 1 d.M. de sable et contenant de nombreux erratiques. La colline descend au S., ainsi qu'à l'O. et à l'E.; elle a donc une pente analogue au ruisseau Schaars-Beek. Celui-ci prend naissance dans la tourbière, tout près et au N. de laquelle coule la Groenloosche-Slinge. On peut donc conclure a priori que notre tourbière se trouve au bout d'une vallée, tout près de la séparation de deux bassins hydrographiques, et en consultant la carte du Waterstaat, on s'aperçoit qu'il en est ainsi en effet. Les chiffres qu'elle porte le long du chemin de fer prouvent, que le milieu de la tourbière (avec 27,5 M. + A.P.) est notablement plus bas que son bord occidental (avec 30 et même 35) et que son bord oriental (avec 29,3 et 30,9 M. + A.P.).

Elle est donc située dans un chenal (d'érosion en partie), qui n'est actuellement occupé que par un ruisseau insignifiant. Celui-ci coule du N. au S., près de la pente orientale, relativement raide, d'une colline de gravier, pour se jeter dans l'Aaltensche-Slinge, qui coule à l'O., fait ensuite une-courbe au nord et suit la direction générale des ruisseaux de cette contrée. La colline de Diluvium graveleux, que nous avons ici en vue, celle de Aalten—Eibergen, est celle, dont nous nous sommes déjà occupé plusieurs fois et dont nous nous occuperons encore à propos de la tourbière suivante.

On remarque facilement la position analogue des tourbières de

Zwillbroek et de Korenberg; les deux principaux points de différence sont: 1° le Diluvium graveleux à l'est vient à la surface près de la première et est couvert de Diluvium sableux près de la seconde, et 2° la première se draine des deux côtés, la seconde seulement au sud.

XXVI. HAUTE TOURBIÈRE NOIRE OU „ZWARTE VEEN”.

Au S.O. du village de Lichtenvoorde et au N.O. de celui d'Aalten nous trouvons sur la carte géologique une cinquième tourbière, indiquée comme entièrement enlevée. Elle porte le nom caractéristique de „Zwarte Veen” (tourbière noire), tandis que de l'autre côté d'Aalten nous avons examiné le „Witte Veen” ou tourbière blanche. Dans la première les sphagnes sont rares, dans la seconde elle sont fréquentes; de là la différence de couleur.

Notre tourbière est située assez près du hameau de Dalen (au N. d'Aalten) et de la colline d'Aalten—Groenloo, qui descend lentement au N.O. en devenant plus humide, comme on pouvait s'y attendre; en même temps le Diluvium graveleux fait place au sableux. Les champs labourés alternent de plus en plus avec les prairies, qui finissent par prendre le dessus; elles sont entourées de bosquets d'aunes et de bouleaux et sont remplacées à leur tour par des champs de foin, qui deviennent plus sauvages dans la même direction.

Cependant le sol n'est toujours que le Diluvium sableux, dont on voit de temps à autre de bonnes coupes dans les nouveaux fossés. Il est composé de strates fines, qui ne sont pas toujours horizontales, mais aussi ondulées ou inclinées, et présentent de petites failles et parfois des couches synclinales, qui prouvent la présence d'un ancien lit de ruisseau, rempli de sable. Peu à peu l'herbe alterne avec des bruyères, des joncs et même des roseaux, et on voit apparaître çà et là de la tourbe, d'abord dans des dépressions isolées accidentelles, ensuite en couche continue, qui devient de plus en plus épaisse. L'herbe fait place à la bruyère, qui couvre la tourbe en son entier, à l'exception de nombreux champs de foin, mieux drainés. L'ancienne tourbière a perdu la plus grande partie de son combustible; mais des tertres isolés oubliés et les digues déjà mentionnées prouvent, qu'autrefois il y en a eu une couche de 2 M. au moins.

Les points élevés montrent une stratification très distincte dans

la tourbe et par conséquent une interruption d'homogénéité, qui fait qu'il est impossible d'en couper de bonnes tourbes. Au milieu, la surface et les bords des fossés ne sont que de la tourbe; on n'aperçoit le sous-sol sableux que plus près des bords. Nous y avons observé aussi un bon nombre de troncs d'arbre, probablement de sapins, qui sont enracinés sur la tourbe elle-même.

Dans la tourbière nous n'avons pu observer qu'une pente très faible au N. O. La rive droite ou du N. E. paraît être au même niveau que le sous-sol de la tourbière; c'est une plaine sableuse très plate, couverte de prairies et de petits bosquets, auxquels succèdent au N. E. les champs cultivés.

La rive gauche est entièrement différente; la tourbe touche immédiatement à une chaîne parallèle de sables mobiles (bien indiquée sur la carte géologique), derrière laquelle le sol baisse très lentement vers le ruisseau d'Aalten. Le drainage par celui-ci est évidemment la cause de la formation de ces collines, qu'il faut probablement considérer comme antérieures à la tourbière, quoiqu'elles ne soient pas entièrement revenues en repos. Lorsqu'elles commencèrent à se former, le sol de la tourbière était probablement déjà trop humide pour venir en mouvement, et pendant une période suivante d'humidité, la tourbe s'y développa facilement.

Quant au bord inférieur ou du N. O., il tient le milieu entre les deux rives voisines. Du côté de la rive S. O. l'on trouve en plusieurs endroits le passage graduel connu du terrain ondulé et aride au terrain plat et marécageux. Du côté de la rive N. E. au contraire la tourbière passe lentement au sable de moins en moins humide.

La chaussée de Lichtenvoorde à Varsseveld est parallèle à ce bord inférieur, et la carte topographique figure de l'autre côté, plus au N. O. par conséquent, plusieurs terrains aux noms curieux, tels que: „Halsche-Veen, Vilders-Veen, Heeren- of Wolfers-Veen”.

Afin d'avoir au moins une idée de ce terrain, nous l'avons traversé diagonalement de Varsseveld à Ruurloo. A partir du Ruisseau d'Aalten, on aperçoit une très faible hausse du terrain, qui paraît devenir plus forte à Lankhorst, où la route prend une direction plus septentrionale, donc moins parallèle à l'axe des soi-disantes tourbières. Le sable à côté de la route devient plus grossier et à „De Landweer”, sur la limite des terres cultivées et boisées et de la bruyère, se montre la chaîne des anciens sables mobiles, qui se continue aussi le long de la Tourbière Noire.

La bruyère entre De Landweer et „Tolhut” est un peu ondulée,

mais sèche, excepté dans quelques dépressions. Durant notre course nous n'y avons pas observé de tourbe; les noms cités ci-dessus n'avaient probablement rapport qu'à de petites tourbières tout à fait locales.

Si l'on se demande quelles sont les causes de la naissance et de la délimitation de la Tourbière Noire, il faudra répondre qu'elles sont différentes de celles des tourbières que nous venons de décrire. Il est clair que cette tourbière ne s'est pas étendue plus au S. E., puisque le terrain monte visiblement vers la colline d'Aalten et devient plus sec en conséquence. Le côté S. O. est également sec, comme le prouve la série de petits sables mobiles qui sont la conséquence du drainage souterrain vers le Ruisseau d'Aalten. Au N. E., le passage à un terrain plus sec est beaucoup plus graduel et nous n'avons pas affaire ici à un ruisseau de quelque importance, coulant dans une entaille assez profonde, mais à un assemblage des racines du Ruisseau de Lichtenvoorde, appelé plus loin „Ruisseau de Vorden”, qui se jette directement dans l'IJsel. Or, ces racines coulent presque à fleur de terre, drainent plus superficiellement et laissent par conséquent le terrain plus ou moins marécageux. Le bord N. O., en bas de la tourbière, a de l'analogie d'un côté avec le bord N. E., de l'autre avec le bord S. O. Cette partie est drainée par un ruisseau spécial, le „Veengoot”, confluent du Ruisseau de Vorden et dont le haut cours a été allongé artificiellement dans la tourbière.

L'étude de la carte du Waterstaat rend les choses encore plus claires. Elle montre un faible dos de partage entre le bassin hydrographique du Ruisseau d'Aalten, qui se jette dans le Vieux-IJsel et coule un peu plus au S. O., et celui du Ruisseau de Vorden, qui se jette dans l'IJsel et coule au N. O. Or, notre tourbière se trouve tout près de ce dos de partage (couronné par le chaînon de sables mobiles) et par conséquent la nappe superficielle y était jadis tout près de la surface, l'eau ayant naturellement besoin d'une certaine pente, pour s'écouler vers un chenal de drainage. Il est évident que, vu la résistance dans le sable, cette pente doit surpasser sensiblement celle de l'eau à la surface.

Quand la pente du terrain est moindre que celle de la nappe souterraine, il en résulte un sol trempé, qui va porter une tourbière à une certaine distance du chenal de drainage. Cette distance sera d'autant plus grande (et vice versa), à mesure que le chenal de drainage est plus profond et le sol plus perméable (gravier).

Comme nos terrains graveleux, plus perméables, ont ordinairement une pente visible, il en résulte qu'ils ne portent qu'exceptionnellement une tourbière (sauf dans une dépression).

Quand la pente du terrain est plus forte, il sera plus sec dans sa partie la plus élevée; mais il se peut que l'eau souterraine vienne à la surface assez près du chenal de drainage et il en résultera une tourbière de pente (p. e. tourbières de Frederiksoord, de Gronau, etc.)

Avant de quitter les tourbières du S.E. de la Gueldre, il nous faut faire quelques observations sur les directions des cours d'eau de l'est de notre pays. Ces directions offrent une différence remarquable, qu'il serait dommage de laisser inaperçue.

Au nord, dans la Frise et en Drenthe, dans le territoire du Diluvium scandinave de Staring, ils coulent du N.E. au S.O. (Tjonger, Linde, Smilde, etc.), et on peut les considérer comme des rudiments des ruisseaux de fonte de la glace quaternaire.

Ensuite les traces d'une érosion plus ou moins considérable sont abondantes dans notre Diluvium, de sorte qu'il est permis d'admettre que le Rhin aussi a coulé jadis à un niveau plus élevé et a pu déborder facilement à droite et à gauche.

Or, en Gueldre les petites rivières ont une direction du S.E. au N.O., perpendiculaire par conséquent à la première (Vieux IJsel, cours supérieur du Ruisseau de Vorden, du Berkel, du Schipbeek). Quant au Vieux—IJsel, il coule parallèlement au Rhin et à une faible distance, de sorte que nous pouvons le considérer sans danger comme un ancien bras du Rhin, comme une des branches de son delta quaternaire, dans le lit duquel un cours d'eau indépendant a pris naissance, après qu'il a été abandonné par le fleuve principal.

On peut appliquer le même raisonnement aux autres petites rivières, mais seulement jusqu'à un certain degré et avec beaucoup de précaution; car à mesure qu'on s'éloigne du Rhin, tant à l'est qu'au nord, son influence diminue et celles des ruisseaux de fonte de la glace quaternaire augmente. Ainsi, en traitant de la haute tourbière de Bourtange, nous sommes arrivé à la conclusion que l'Eems n'est (en partie) qu'un ancien cours d'eau de fonte et qu'il en est de même du Vecht, tant pour son cours S.—N. que pour celui E.—O. Or, la Regge et le Dinkel sont des Vecht en

miniature, comme le Vecht est un Eems en miniature; il y a donc quelque raison de les considérer également comme des ruisseaux de fonte, qui ont acquis ensuite une existence indépendante. Nous avons même appliqué cette manière de voir à la Vallée Gueldroise et à la Vallée de l'IJssel, qui coulent aussi parallèlement à l'Eems et du S. au N. Pourtant, il ne sera pas possible de tirer une limite nette entre le terrain de l'influence exclusive du Rhin et celui des ruisseaux de fonte; il y a un large espace intermédiaire où l'une des deux va en diminuant, l'autre en augmentant.

Il faut être prudent, surtout quant au Berkel, puisqu'il prend sa source dans les terrains crétacés de la Westphalie, qui certainement n'ont jamais été inondés par les eaux rhénanes.

Les „Slinge” d'Aalten et de Groenloo pourraient passer plus facilement du côté du Rhin, ainsi que peut-être la plus grande partie du cours du Berkel et même du Schipbeek.

Pour ne pas trop nous éloigner du thème que nous traitons ici — les hautes tourbières — nous ne voulons pas approfondir cette question si intéressante, mais l'indiquer et en réserver la solution pour l'avenir.

Certes, les difficultés sont ici plus grandes que celles que nous avons rencontrées en nous occupant des métamorphoses de la Meuse.

XXVII. HAUTE TOURBIÈRE DE SOEST.

Le village de Soest est bâti sur la pente orientale d'une colline jumelle, dont le sommet méridional porte le nom d'„Engeberg” et atteint une hauteur de 18 M.; le sommet septentrional, de 20 M. de hauteur, porte le nom de „Lazarusberg”. Le petit dos ainsi formé a la direction habituelle du N.O. au S.E.; la pente orientale en est plus raide que l'occidentale et cette dernière, bien cultivée, forme une limite naturelle de notre haute tourbière, appelée „Het Veen”.

Le Chemin de fer Central d'Utrecht à Amersfoort, etc. suit la pente septentrionale d'un massif de Diluvium graveleux, beaucoup plus étendu, à l'extrémité orientale duquel se trouve la ville d'Amersfoort. Comme d'ordinaire, l'eau de pluie a lavé cette colline et a transporté de haut en bas du sable fin, qui s'est métamorphosé en dunes assez importantes jusqu'au pied de l'En-

geberg; elles forment ainsi la limite méridionale de la haute tourbière, avec une différence de niveau, qui va jusqu'à 2 M.

Près de la gare de Soest, elles entourent une petite tourbière locale, du nom de „Wittemansveen”, convertie en prairie, qui n'est donc qu'une tourbière de panne, comme on en rencontre fréquemment dans les dunes.

Ensuite il y a un troisième massif, entre Baarn, Hilversum et De Vuursche, indépendant des deux autres (du moins à la surface). Le Diluvium graveleux, qui le compose, disparaît sur sa pente méridionale sous le sable fin, qui porte e. a. le parc royal de Soestdijk et un grand nombre de dunes, plus ou moins anciennes. Au milieu il s'y est formé une autre petite tourbière locale, représentée actuellement par un étang allongé, entre „Laanzicht” et „De Stulp”, à l'est de De Vuursche.

Cette pente méridionale du massif de Baarn est la limite septentrionale naturelle de notre haute tourbière. Elle rencontre la pente septentrionale du Lazarusberg à Soestdijk, mais en est séparé par un intervalle, un chenal, qui est employé depuis longtemps pour drainer la majeure partie de la tourbière au moyen de l'„Oude Gracht”. Il en draine également la partie occidentale avec les terrains adjacents, sableux et plus élevés, au moyen du „Praamgracht” ou „Pijnenburger-Wetering”, qui est plus élevé que l'Oude Gracht et a été creusé dans la rive gauche du chenal.

La plus grande partie des limites de notre haute tourbière sont donc très naturelles; l'occidentale seule, autour de la maison de campagne d'„Ewijkshoeve”, au point de partage des chaussées de Baarn à De Bilt et à Maartensdijk, cause quelques difficultés.

En y faisant une course on aperçoit facilement une pente du sol sableux allant du sud au nord et de l'ouest à l'est; la première de ces directions a déjà été mentionnée, la seconde seule a encore besoin d'explication.

Or, nous y avons observé des erratiques assez volumineux (1—2 d.M.) dans une nouvelle plantation d'arbres entre les maisons de campagne de „Prins-Hendrik-Oord” et d'„Eikenstein”. Le Diluvium graveleux du massif de Hilversum--Baarn, que la carte géologique fait cesser au village de De Vuursche, s'étend ainsi probablement à une profondeur minime d'ici à la chaussée de De Bilt à Baarn et constitue la limite occidentale de la dépression de la haute tourbière.

En somme, ce n'est que le paysage morainique si bizarrement

constitué, qui est la cause de cette dépression. Les pentes des collines ont été allongées et adoucies par la pluie, modifiées davantage encore par le vent et entourent un bassin, qui n'a pu qu'incomplètement se drainer au N. E., à Soestdijk.

Quant à la tourbière elle-même, elle est séparée des terres labourées à l'est par un fossé de drainage, le „Veengoot”, le long duquel on voit distinctement la surface de la tourbe monter à l'ouest. On en creuse encore une quantité notable, brune et plus légère à l'est, noire et plus compacte vers le milieu. Au bout S. E. elle nous a paru être encore assez intacte et d'une épaisseur de $\frac{1}{2}$ M.

XXVIII. RÉCAPITULATION.

Nous avons examiné dans cette étude les causes géologiques qui ont préparé tel ou tel terrain à porter une haute tourbière. La cause immédiate est toujours une nappe souterraine élevée, coïncidant presque avec la surface du sol. Nous ne nous sommes pourtant pas arrêté à cette observation; mais nous nous sommes demandé quelle est la cause de la configuration du terrain, qui a produit cette nappe élevée, et la réponse a été fort différente selon les hautes tourbières. Celles de peu d'étendue ont été produites par le vent, déplaçant le sable fin et creusant des pannes. Dans ces pannes il s'est ensuite formé de la tourbe dans des temps d'humidité, puisque l'eau souterraine y était naturellement fort près du sol.

Pour la plus grande partie des hautes tourbières il faut remonter beaucoup plus loin dans le passé et chercher la cause première de leur formation dans la période glaciaire. C'est d'abord le glacier scandinave lui-même, qui a directement modelé le terrain et élevé des collines autour de dépressions, dans lesquelles l'eau souterraine a naturellement pris un niveau élevé. Nous avons examiné les tourbières de Winschoten, de Soest, et plus ou moins celle de Makkinga etc. qui doivent leur origine à cette action.

Ensuite le glacier a plié ou ondulé le terrain sur lequel il s'avancait, et les dépressions, les vallées entre ces plis devenaient naturellement fort humides, soit en leur entier, soit dans les parties les plus basses. C'est ainsi que le sol a été préparé pour porter les hautes tourbières de Schoonoord, de Zwillbroek, de Gronau, les tourbières dites „Kloosterveen, Witteveen et Korenberger-Veen”, etc.

Le glacier a agi d'une troisième manière moins directe, par

les eaux de fonte, tombant en cascade dans les crevasses de la glace et creusant ainsi ces innombrables trous plus ou moins circulaires, appelés marmites de géant, auxquels nous avons consacré un petit travail (pag. 131). En réalité, ces dépressions ne portent que des tourbières très peu étendues, qui peuvent cependant devenir autant de centres pour le développement d'une plus vaste tourbière, quand le sol environnant est suffisamment humide par lui-même. Nous avons traité cette question à propos de la tourbière de Drachten (pag. 4).

La glace quaternaire a agi d'une quatrième manière, un peu différente, en creusant des chenaux d'érosion au moyen de ses eaux de fonte. La tourbière la plus typique appartenant à cette catégorie est celle de Wijnjeterp—Gorredijk; nous y joignons celles de Zevenhuizen, de Smilde, de Koekange, de Rottevalle, etc.

Elle a agi d'une cinquième manière, encore plus indirecte en déposant du sable fin (partie du Zanddiluvium), qui formait ainsi de vastes plaines. La vaste tourbière de Bourtange appartient en première ligne à cette catégorie, puis viennent celles de Radewijk—Wilsum, de Staphorst, la „Syen-Venne" près de Nordhorn, celle de Haaksbergen et le „Zwarteveen" près d'Aalten.

Une bonne partie des hautes tourbières ont un caractère mixte. Ainsi celle de Drachten appartient aux première, seconde et cinquième catégories; celles de Hoogeveen—Koevorden et de Hardenberg—Almeloo aux quatrième et cinquième; celles de Nijverdalen et de Rijssen aux seconde et cinquième, etc.

Nous pourrions y joindre une sixième catégorie, dont l'origine est plus problématique. Ainsi la haute tourbière de Frederiksoord est située sur un plan faiblement incliné au nord-ouest, mais non au sud-ouest, comme ceux qui appartiennent aux ondulations du paysage morainique. Nous avons la conviction que ce n'est que la rive gauche d'un chenal d'érosion de l'eau de fonte, dont la rive droite a disparu par suite de cette même érosion.

Il va sans dire que tous ces différents terrains n'ont pas été préparés en même temps. Nous avons déjà indiqué les preuves d'une certaine périodicité dans le retrait du glacier scandinave, visible dans les grandes voies d'écoulement de l'eau de fonte. Il est assez singulier que ces voies alternent d'abord de direction, vers l'ouest et vers le nord, pour prendre ensuite cette dernière seule. A la première catégorie appartiennent la Betuwe et le cours inférieur du Vecht; à la seconde, la Vallée Gueldroise,

celle de l'IJssel, du Vecht supérieur, de l'Eems, du Weser, etc.

Les chenaux plus locaux présentent également une certaine périodicité, que l'on observe fort bien en comparant les hautes tourbières voisines de Wijnjeterp et de Smilde. Il est évident que le chenal de la première a cessé de fonctionner, lorsque celui de la seconde (rejeton de Haulerwijk) l'a remplacé. En consultant la carte géologique, on voit aussitôt que la première est accompagnée de celle de Drachten d'un côté et de celle de Frederiksoord de l'autre, la seconde, de celle de Zevenhuizen au nord.

Quant aux causes, qui ont empêché les hautes tourbières de s'étendre à l'infini, elles sont connues en partie. La plus facile à concevoir est celle d'une rive plus élevée, à pente prononcée, très souvent de Diluvium graveleux, qui est naturellement trop sec pour porter de la tourbe.

Une seconde cause moins à portée de main est pourtant assez facile à trouver. C'est une zone, desséchée par le voisinage d'un profond chenal d'érosion, qui abaisse naturellement la nappe souterraine.

Les exemples les plus frappants sont l'Eems, près de la tourbière de Bourtange, et le Vecht, entre les deux tourbières de Hoogeveen et d'Almeloo; l'un et l'autre sont accompagnés de vastes sables mobiles, qui sont également la conséquence naturelle de l'abaissement de l'eau souterraine. Nous avons cité un grand nombre d'exemples dans la description détaillée, que nous ne pouvons naturellement pas répéter ici.

Une troisième cause qui a empêché la croissance horizontale de quelques hautes tourbières est la trop grande humidité du sol. On en voit, qui sont bordées par des tourbières de marais, qui se développent sur un sol plus humide, souvent inondé. Nous ne voulons rappeler ici que les vallées de la Hunse en Groningue, du Koningsdiep, du Tjonger et de la Linde en Frise. La tourbière de marais est le produit d'autres plantes que la haute tourbière; elle augmente aussi en épaisseur, mais plus lentement. A mesure que la surface s'élève elle devient moins humide et par conséquent les conditions s'en éloignent de moins en moins de celles d'une haute tourbière. Aussi voit on la dernière empiéter graduellement sur la première, comme nous l'avons décrit plusieurs fois.

En dehors de ces cas assez nombreux il s'en présente d'autres, dans lesquels on voit la haute tourbière s'amincir et disparaître pour faire place, non à une tourbière de marais, mais à une sim-

ple plaine sableuse trempée. Nous nous sommes demandé à plusieurs reprises: „pourquoi la haute tourbière ne s'est-elle pas étendue plus loin encore, les conditions paraissant assez favorables?" On se souviendra que Staring a cru résoudre (ou trancher) la difficulté en admettant qu'il y a eu réellement de hautes tourbières sur ces plaines (Leusener-Veld, environs de Goor et de Maartensdijk), mais qu'elles ont été enlevées entièrement par l'homme. Nous sommes extrêmement sceptiques à cet égard et nous ne considérons cette explication que comme une hypothèse gratuite et peu fondée. Nous nous sommes dit: „peut être le sol est-il *trop* humide pour porter une *haute* tourbière!" C'est très probable en effet; mais cette réponse ne fait que déplacer la question et la changer en celle-ci: „Pourquoi ne s'y est-il pas formé une tourbière *basse* ou *de marais*?" Nous n'avons pas honte d'avouer, que nous devons laisser la question ouverte et en réserver la solution à l'avenir. Il n'est pas nécessaire de faire tout en une fois!

En somme, nous croyons avoir démontré que l'étude géologique des hautes tourbières n'est à proprement parler qu'une subdivision de celle du Diluvium. Ensuite ce n'est que la théorie glaciaire de Torell, c.s., qui peut nous faire comprendre la genèse du paysage diluvial et du sous-sol des hautes tourbières; ce que ne pourrait faire l'ancienne théorie des glaces flottantes de Lyell.

Sixième Partie.

Aperçu de la Littérature géologique sur les Hautes Tourbières.

1. *Staring.*

Les hautes tourbières sont depuis longtemps un sujet d'étude dans notre pays; nous allons commencer notre aperçu par l'ouvrage fondamental de Staring. „De Bodem van Nederland" (Le Sol des Pays-Bas). Il a consacré dans le premier volume 135 pages à ce sujet; mais il ne s'est occupé qu'en seconde ligne des conditions physiques et géologiques, qui ont conduit une haute tourbière à

ple plaine sableuse trempée. Nous nous sommes demandé à plusieurs reprises: „pourquoi la haute tourbière ne s'est-elle pas étendue plus loin encore, les conditions paraissant assez favorables?” On se souviendra que Staring a cru résoudre (ou trancher) la difficulté en admettant qu'il y a eu réellement de hautes tourbières sur ces plaines (Leusener-Veld, environs de Goor et de Maartensdijk), mais qu'elles ont été enlevées entièrement par l'homme. Nous sommes extrêmement sceptiques à cet égard et nous ne considérons cette explication que comme une hypothèse gratuite et peu fondée. Nous nous sommes dit: „peut être le sol est-il *trop* humide pour porter une *haute* tourbière!” C'est très probable en effet; mais cette réponse ne fait que déplacer la question et la changer en celle-ci: „Pourquoi ne s'y est-il pas formé une tourbière *basse* ou *de marais*?” Nous n'avons pas honte d'avouer, que nous devons laisser la question ouverte et en réserver la solution à l'avenir. Il n'est pas nécessaire de faire tout en une fois!

En somme, nous croyons avoir démontré que l'étude géologique des hautes tourbières n'est à proprement parler qu'une subdivision de celle du Diluvium. Ensuite ce n'est que la théorie glaciaire de Torell, c.s., qui peut nous faire comprendre la genèse du paysage diluvial et du sous-sol des hautes tourbières; ce que ne pourrait faire l'ancienne théorie des glaces.

Sixième

v— In het bergachtige en moerassige Iersche district Roscommon is het dorp Cloon Shiever bedolven onder een van de bergen neerglijdenden moddervloed. *U.D.*
Het glijdend moeras was niet snel in zijn vaart, zoodat al de bewoners van het dorp konden vluchten. Maar ongeveer 1000 boeren zijn zonder onderkomen. *26 Dec. 1904.*

Aperçu de la Littérature géologique sur les Hautes Tourbières.

1. *Staring.*

Les hautes tourbières sont depuis longtemps un sujet d'étude dans notre pays; nous allons commencer notre aperçu par l'ouvrage fondamental de Staring. „De Bodem van Nederland” (Le Sol des Pays-Bas). Il a consacré dans le premier volume 135 pages à ce sujet; mais il ne s'est occupé qu'en seconde ligne des conditions physiques et géologiques, qui ont conduit une haute tourbière à

prendre naissance dans tel ou tel endroit et non dans un autre. Les tourbières de marais, qui forment un passage des hautes aux basses tourbières, occupent bien moins d'espace: 10 pages seulement.

Quant aux conditions physiques et géologiques du sous-sol, nous n'avons pu trouver que les passages suivants, peu importants:

Pag. 208, il dit que „le sous-sol est dans la règle le Diluvium „sableux, qui compose généralement les vastes plaines; il touche „parfois au Diluvium graveleux, p. e. au Hasseberg, dans la „tourbière de Bourtange, au „Braamberg”, dans celle de Hoogeveen, „à la colline d'Onstwedde, au Hondsrug, etc.

„La plupart des tourbières de la Groningue et de la Frise sont „même situées sur ce Diluvium, comme celles de Rijssen, d'Almeloo „et de la Gueldre”.

Cela n'explique pourtant pas encore l'aptitude de telle ou telle localité à porter une tourbière. A cet égard nous n'avons trouvé que ce qui suit, pag. 94.: „Les tourbières du Dèdemsvaart et de „Hoogeveen sont entourées, comme dans un bassin, de terrains plus „élevés s'étendant le long du Vecht, et de là à Koevorden, Dalen, „Oosterhesselen, Westerbork et, à l'ouest, à Hoogeveen et Zuid- „wolde. Le bassin n'était pourtant pas complet, mais communi- „quait du côté de Meppel et du Vecht avec les terrains plus bas”.

Pag. 95. „La haute tourbière d'Almeloo est entourée—ainsi que „la précédente—de terrains plus élevés, mais communique par des „ruisseaux de drainage avec le Vecht et la Regge. Ces terrains „sont, dans le Hanovre, les hauteurs du „Belt” (extrémité N.O. „du plateau d'Uelsen), du „Balderhaar” (rejeton de Sibculo), et „de Strijp ou Striepe (rejeton de Langeveen), ainsi que celles de „Tubbergen et de Geesteren. Ensuite celles de Wierden et Den „Ham à l'ouest et les dunes du Vecht au nord-ouest.”

„Une haute tourbière considérable s'est étendue autrefois entre „les hauteurs de Hellendoorn, Haarle, Holten et Markeloo, et „celles de Rijssen et de Wierden.”

Pag. 100. „On a prétendu que toutes les hautes tourbières se „sont formées dans des bassins. Ceux qui ont fait leurs observa- „tions à l'endroit même ont depuis longtemps acquis la conviction „que cette hypothèse était sans fondement. Ensuite, les bords de „ces bassins ont presque toujours des ouvertures pour les ruisseaux „de drainage, qui laissent écouler la partie de l'eau qui n'est pas „retenue par la tourbière, de sorte que le principal effet du bassin „se perd”.

Pag. 109. „La bruyère qui est propre à se changer en tourbière „se couvre de galé (*Myrica gale*)”.

Pag. 113. „La cause motrice des hautes tourbières a été les „forêts. , mais de nombreuses exceptions démontrent qu'en „plusieurs cas une haute tourbière s'est formée, favorisée *par des „circonstances locales*, sans avoir été d'abord une forêt”. (Nous soulignons, comme pour la suite).

Staring n'a donc fait qu'effleurer la question en ne parlant que de „*l'aptitude locale de la bruyère*” et de „*circonstances locales*”; c'est justement ce côté physique et géologique, que nous avons voulu traiter spécialement, tandis que le côté botanique n'était pour nous que d'importance secondaire.

Il est connu que Staring s'occupait spécialement de la partie botanique et considérait la présence du bois, qui s'est converti graduellement en tourbière, comme la principale cause de sa naissance. Nous sommes loin de vouloir nier ce développement; mais nous ferons observer que Staring parle aussi de „forêts sur la haute Veluwe, qui ont disparu sans laisser de traces et n'ont *laissé que des bruyères chauves*”. Pourquoi est-il résulté d'une forêt, tantôt une bruyère aride, tantôt une tourbière trempée? La question se pose d'elle-même, nous semble-t-il, et il n'est pas superflu d'examiner d'un peu plus l'„*aptitude locale*” et les „*circonstances locales*”!

Pourtant il faut être juste et reconnaître que Staring avait tant à faire, qu'il lui était impossible de résoudre toutes les questions, et que de son temps la connaissance des formations diluviales et de l'eau souterraine n'étaient pas suffisamment développées, pour qu'il pût les étudier à fond.

Dans son travail sus-nommé il revient à plusieurs reprises sur les forêts comme prédécesseurs des hautes tourbières et communique plusieurs observations exactes, qu'il a pourtant trop généralisées. Il cite, e. a. (l. c. pag. 114—115) les chaussées romaines en Angleterre, qui, d'après la description de César, traversaient de vastes forêts. Or, actuellement on n'y trouve pas de forêts, mais des tourbières. Au moyen-âge déjà et plus tard on a creusé de la tourbe, un demi-siècle après que des forêts avaient été détruites par les tempêtes.

Plus loin (pag. 201) Staring prétend: „qu'il n'y aucune raison „de douter que le bois fossile des hautes tourbières ne provienne „en partie des forêts du moyen-âge, quoiqu'elles n'aient pas toutes „été situées à l'endroit des tourbières actuelles”.

Et ensuite (pag. 210): „presque partout l'origine des hautes „tourbières doit être cherchée dans des forêts, composées des mêmes „espèces d'arbres, qui croissent encore aujourd'hui dans cette con- „trée”.

Quant à cette concordance géographique d'anciennes forêts et des tourbières actuelles (si elle était *prouvée*), il n'est pas superflu de faire remarquer, qu'il ne s'en suit pas que ce soit le *sous-sol* de ces tourbières et non la tourbière elle-même qui ait porté ces forêts.

Or, nous avons démontré que très souvent le sous-sol a d'abord porté des sables mobiles et que les arbres croissent avec facilité sur les tourbières bien-drainées. Cela fait donc supposer des périodes alternatives de sécheresse et d'humidité relatives, qu'il faut certainement prendre en considération. Les premières seraient marquées par le développement des forêts, les secondes par leur envahissement par la tourbe croissante.

Staring a aussi pensé un moment à de semblables variations de climat, pour expliquer dans les tourbières la succession de différentes espèces d'arbres; mais il a bientôt rejeté cette hypothèse (l. c. pag. 125). Il attribue ce phénomène à l'alternance causée par la nature elle-même, en ce qu'elle fait succéder des chênes aux sapins et les hêtres aux chênes.

2. Lorié.

Il y a quelques années, nous nous sommes occupé de la formation des hautes tourbières dans notre pays. En 1887 déjà, publiant nos „Contributions à la Géologie des Pays-Bas, II. Le Diluvium plus ancien ou graveleux” (Archives du Musée Teyler. Série II. T. III), nous avons fait mention (pag. 89) de la présence, dans le Diluvium de Steenwijkerwold et de Willemsoord, d'un grand nombre de petites dépressions circulaires, remplies de tourbe et faisant partie du paysage morainique. Or, il est clair que ces tourbières, dans des conditions favorables, peuvent croître au-delà de leurs limites et former ainsi une haute tourbière continue, plus ou moins étendue.

Deux ans plus tard, nous avons traité ce sujet un peu plus en détail, dans un petit article, intitulé. „De Derbingskuil van Gieten en zijne Familie”, faisant partie du „Nieuwe Drenthsche Volksalmanak”, de l'année 1890.

Nous avons comparé ces dépressions circulaires, dont une est

devenue un peu légendaire, aux marmites de géant des contrées rocheuses, qui ont été couvertes de glaciers. Il est clair qu'elles doivent atteindre des diamètres plus considérables dans un matériel peu cohérent, tel que le sable, que dans la roche solide. C'est ainsi que nous en avons mesuré des diamètres de 100 et de 120 M. Peut-être quelques-unes sont-elles restées toujours sèches, quand le fond en était sableux et que le niveau de l'eau souterraine des environs était bas; d'autres au contraire en avaient un fond argileux ou de l'eau souterraine plus élevée et se sont rapidement remplies de tourbe.

3. *Borgman.*

M. A. Borgman a traité spécialement la question des hautes tourbières des Pays-Bas dans une thèse intitulée: „*De Hoogvenen van Nederland*”, Winsum 1890. Cette thèse a le mérite de ne pas se heurter à l'écueil de la „généralisation prématurée”, ce qui est la grande faute de certains géologues. Pourtant, de même que Staring, M. Borgman traite la question de la formation des hautes tourbières principalement au point de vue botanique, et nos deux travaux se complètent donc à souhait. Quant au côté physico-géologique, nous ne trouvons que les passages suivants:

Pag. 79. „Le sous-sol diluvial des hautes tourbières montre çà et là des ondulations allongées, mais peu élevées, qui *peuvent* être en relation avec des plis glaciaires”.

Pag. 101. „Le sous-sol a joué un rôle non-seulement passif, mais aussi actif. On trouve les hautes tourbières tant dans des bassins et des vallées, que sur les dos de collines et le sol plat. Dans la Drenthe on trouve beaucoup de tourbières dans des bassins; la vallée diluviale entre le Hümling et le Hondsrug est caractérisée par plusieurs dos de collines, ainsi que le sous-sol des hautes tourbières de Helenaveen.

Pag. 103. „D'après Staring et d'autres, le rapport, qui existe entre le niveau du sous-sol et celui de l'eau voisine, est une condition essentielle de la formation d'une haute tourbière; mais j'ai déjà démontré (?) que cette condition n'a rien à faire avec la possibilité de la formation d'une tourbière. Le sous-sol est généralement du sable diluvial, qui passe parfois en sable argileux. Dans le nord de la commune d'Emmen, la haute tourbe repose en quelques endroits sur la basse tourbe. J'ai pu constater que

„beaucoup de hautes tourbières, surtout celles qui sont situées dans „des bassins, sont *souvent* entourées d'une zone de tourbe basse „ou de marais, ce qui ne prouve nullement que cette espèce de „tourbe doive s'étendre *sous* la haute tourbe. Donc (?) le sous-sol „a partout une grande analogie”.

Pag. 159 „Je crois avoir observé en général que :

„1° les hautes tourbières les plus étendues se trouvent sur un „sol sableux avec peu de différence de relief.

„2° Là, où les terrains se trouvent plus bas que l'eau souterraine „ou arrosés par des ruisseaux, la haute tourbière gît souvent sur „la basse, ou en est bordée”.

Pag. 162 „Nulle part, je n'ai pu observer, sur les rives de l'Eems, „des indices d'une connexion des deux hautes tourbières dans le „passé. Elles sont actuellement séparées de l'Eems par une zone „sableuse, qui a une largeur moyenne de 5--6 K. M.”

Nous voyons donc que M. Borgman n'a guère approfondi cette question géologique: „Pourquoi une haute tourbière s'est-elle formée en tel ou tel endroit et non en un autre?” Ceci n'implique nullement les mérites botaniques de la thèse; il a démontré avec succès (pag. 131) que les forêts ne sont pas aussi nécessaires que le croyait Staring. En outre, il faut bien distinguer entre une forêt, qui a été la cause d'une tourbière et celle qui a été envahie latéralement par une tourbière croissante. L'exemple, que cite Staring, a plutôt rapport au dernier cas qu'au premier.

Pendant nos propres excursions nous nous sommes demandé également, si les forêts n'ont pas souvent péri par la même cause, qui a développé la tourbière: l'humidité croissante. Dans ce cas la forêt ne serait donc pas le précurseur *nécessaire* de la tourbière; mais la disparition de l'une et l'apparition de l'autre ont eu une *cause commune*.

Les auteurs étrangers ne donnent très souvent que des généralités; nous allons en énumérer quelques-uns dans l'ordre chronologique.

4° GRISEBACH: „*Ueber die Bildung des Torfes in den Emsmooren*”, 1840, travail principalement botanique.

Il combat l'opinion (défendue plus tard par Staring) d'après laquelle les forêts du commencement de notre ère sont l'origine des hautes tourbières; celles-ci sont beaucoup plus anciennes. Selon lui les sphagnes ne composent pas nécessairement une tourbe non-

mûre, car près de Papenburg on l'a trouvée couverte de 6 M. de tourbe et très peu modifiée.

5° LEO LESQUEREUX: „*Untersuchungen über die Torfmoore. Mit Bemerkungen von Sprengel und Lasius.*” Berlin 1847.

La croissance en épaisseur d'une tourbière est considérable dans certains cas, de sorte qu'on peut la suivre d'une année à l'autre. Dans quelques tourbières de l'Allemagne il y avait de petites collines de sable, qui s'élevaient au dessus de la tourbe et auxquelles les habitants du voisinage avaient même donné des noms, collines qui ont peu à peu disparu sous la tourbe.

Les tourbières ne se trouvent pas toujours dans des dépressions mais souvent aussi sur des pentes, surtout d'un sol schisteux. En Irlande les hautes tourbières les plus élevées ont été formées directement et non à la suite de forêts, de sorte que celles-ci ne doivent pas nécessairement précéder.

Dans le Jura et l'Oldenbourg on connaît des cas d'alternance de tourbe et de bois. La tourbière drainée se couvre vite d'une forêt et ce drainage peut se présenter accidentellement; plus tard la tourbe peut de nouveau succéder au bois.

La croissance supra-aquatique (environ égale à la haute tourbière) a besoin d'une grande quantité d'eau. Seulement elle ne supporte pas une nappe visible!

Dans les notes de Lasius, nous avons trouvé les observations suivantes: Une des conditions de la naissance d'une haute tourbière est un sol imperméable ou saturé d'eau. Il s'y développe une forte végétation, qui succombe graduellement, tandis que l'eau n'afflue pas en trop grande profusion ni ne s'écoule trop vite.

Les hautes tourbières ne s'étendent jamais jusque près des rivières, qui laisseraient écouler l'humidité, sans laquelle une tourbière ne pourrait croître.

6° DR. ALOIS POKORNY: „*Untersuchungen über die Torfmoore Ungarns. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*”. XLIII, Wien 1860.

Les hautes tourbières croissent habituellement dans des vallées peu profondes, en forme de bassin, ordinairement après une végétation forestière.

Il donne aussi quelques détails sur les couches de tourbe flottantes, dont nous ne nous occuperons pourtant pas ici.

7. DR. F. SENFT: „*Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbil-*

dungen als Erzeugungsmittel neuer Erdrindelagen". Leipzig 1862. Pag. 77, etc.

Ce travail précieux ne contient que quelques brefs détails, qui peuvent nous servir dans notre but spécial.

1°. L'endroit, où se formera une tourbière, doit être constitué de telle manière, que l'eau s'y assemble et y reste continuellement. Il en est ainsi dans les plaines entourées de hauteurs ou dans les plaines inclinées, qui sont barrées à leur base par des séries de collines.

2°. Les terrains, dont le relief oblige l'eau de rester stagnante, sont propices à la formation de tourbières. Les dépressions et les bassins, comme les vallées entre les ondes de dunes, montrent cette disposition de la surface et sont par conséquent le site habituel des tourbières.

3°. Quand la surface ou le sous-sol se compose d'une masse imperméable, p. e. d'une roche solide sans crevasses ou d'une argile, il s'y formera une tourbière.

Un sol perméable en soi, p. e. du sable ou du gravier, peut cependant faire naître une tourbière, quand il se couvre ou s'imbibe d'une masse minérale imperméable. Tel est le cas dans la Bavière méridionale de l'„Alm", tuffeau calcaire, qui est absolument imperméable à l'état de boue. Dans les plaines de l'Allemagne du Nord l'argile fluviatile agit de la même manière, quand elle couvre le sol pendant les inondations ou quand elle sature le sable dans lequel l'eau s'infiltré.

Le même effet se produit, pendant des années froides et dans les endroits humides, par une végétation de mousses et d'autres plantes hygrophiles.

Finalement, quand le sable repose sur un sol imperméable ou quand il est continuellement trempé par l'eau de source.

8. J. KUTZEN: „*Die Gegenden der Hochmoore im Nordwestlichen Deutschland und ihr Einfluss auf Gemüth und Leben der Menschen*", faisant partie des „*Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, Philosophisch-historische Abtheilung*. 1864, Heft II."

C'est plutôt un traité social et littéraire, qui ne contient que quelques détails épars dans le cadre de nos propres études. Nous n'y avons trouvé que les passages suivants.

Une condition pour la naissance d'une tourbière est une humidité continuelle, comme on la trouve dans les basses-plaines, les

dépressions en bassin, les terrains qui retiennent l'eau et deviennent marécageux.

Les vastes basses-plaines de l'Eems inférieur sont presque parfaitement horizontales sur une étendue de plusieurs lieues carrées. Cette horizontalité et la présence d'une guirlande de dunes, qui les sépare de la Mer du Nord, obstrue le drainage.

A l'intérieur des tourbières on rencontre des collines isolées et des zones allongées de sable, qui ne s'élèvent que de quelques pieds au-dessus de la surface de la tourbe. Ceci leur donne pourtant un certain intérêt, elles portent une végétation différente, les villages et les champs plus productifs. Les Hollandais et les Westphaliens (plutôt Hanoverans) les appellent „Tangen.”

9. DR. J. NÖGGERATH. „*Der Torf*, 1875. *Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge*, 230.”

La naissance des tourbières est causée par les formes particulières du relief du pays, par de vastes plaines avec des dépressions peu profondes et par l'eau stagnante ou coulant lentement

Il ne se forme point de tourbe dans des mares qui se dessèchent entièrement en été, p. e. les Marais Pontins, les Maremmes de la Toscane, les Marais de Mondego, etc.

10. DR. A. JENTZSCH: „*Ueber die Moore der Provinz Preussen, ihre Ausdehnung, Beschaffenheit und Verwendungsfähigkeit zu technischen und Culturzwecken*”, faisant partie des „*Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg*, 1878.” Ce travail est celui qui contient le plus de détails sur les conditions géologiques et physiques des hautes tourbières.

1°. Le niveau de l'eau souterraine est toujours en coupole, descend vers les cours d'eau voisins et monte et baisse avec ceux-ci. Quand les dépressions sont plus élevées que le niveau de la nappe souterraine, elles restent sèches; dans le cas contraire, il s'y forme des lacs, qui changent en tourbières en se remplissant de végétation.

Ce remplissage commence par les bords ou par les parties les moins profondes, ainsi que par une végétation flottante de cryptogames et de phanérogames, dont des fragments plongent de temps à autre, jusqu' à ce que l'eau en soit remplie. (C'est aussi une des manières de voir de Pokorny).

2°. Le second type des hautes tourbières se forme dans les bassins à fond imperméable, qui s'élèvent parfois bien au-dessus de l'eau souterraine.

3°. Le troisième type est également indépendant de l'eau souter-

raine et se forme sur un plateau argileux. Ces tourbières sont généralement peu étendues, mais souvent très épaisses, jusqu'à 17 et même 24 M. (N.B. dans des dépressions très locales, de sorte qu'il vaudrait mieux les placer dans le deuxième type).

4°. Le quatrième type s'est développé sur des plaines, qui sont devenues marécageuses en conséquence de leur pente minimale. Celle-ci est cause d'un niveau très élevé de l'eau souterraine et ne baisse un peu que dans le voisinage des vallées. La croissance de la tourbe est la plus forte au milieu du plateau; la tourbière se bombe de plus en plus et il s'y forme — pour ainsi dire — une colline d'eau. La tourbière s'étend aussi horizontalement sur le sol fertile, les erratiques, les troncs d'arbres, les petites collines, jusque dans la forêt voisine, qui succombe peu à peu à la suite de l'humidité croissante.

5°. Le cinquième type embrasse les hautes tourbières de bas niveau, dont le sous-sol est plus bas que l'eau. Cette situation est la conséquence de l'abaissement séculaire, les troncs d'arbres du sous-sol se trouvent parfois au-dessous du niveau de la mer (p. e. dans le delta du Memel).

6°. Le huitième type s'est formé dans les vallées de rivière abandonnées, p. e. du Pregel et du Memel.

11. J. SCHACHT: „*Moore des Herzogthums Oldenburg*”, faisant partie de „*Petermann's Mittheilungen*. 29, 1883”. Ce travail ne contient que quelques détails épars concernant notre question.

1°. Le sous-sol des hautes tourbières est presque toujours plus élevé que les eaux courantes des environs; souvent la différence est notable. L'eau de pluie pouvait donc s'écouler librement avant la formation de la tourbière. Lorsque par suite de *quelques années humides* ou d'une *position élevée de la nappe superficielle* (nous soulignons!) les mousses se sont mises à pousser en quelques endroits, la formation de la tourbe a commencé et se poursuit continuellement.

2°. Dans l'Oldenbourg, le sous-sol des tourbières est du sable fin, parfois argileux; parfois une couche d'argile se trouve sous le sable.

3°. Des forêts ont souvent végété sur le sous-sol, jusqu'à ce qu'elles ont péri par suite de l'extension horizontale et verticale de la tourbière. Les racines *atteignent* généralement le sous-sol sableux; parfois (surtout celles de bouleaux), elles poussent sur une mince couche de tourbe. Les arbres n'ont donc pris naissance qu'après le commencement de la formation de la tourbe.

Nous ne voyons pourtant aucune antithèse entre les bouleaux et les autres arbres (sapins, hêtres, aunes, chênes); car les bouleaux ont certainement aussi envoyé leurs racines dans le sous-sol de la tourbière, puisque la couche de tourbe était *mince*. Ensuite le fait, que les racines des autres arbres *atteignent* le sous-sol, nous ferait croire, qu'ils ont aussi poussé sur la tourbe-même, comme nous l'avons observé tant de fois).

4°. Le sous-sol peut être plus récent que le Diluvium, savoir l'argile marine alluviale (Marschthon).

Comme on le voit, les lignes citées ne suffisent pas à nous expliquer la question.

12. J. FRÜH: „*Ueber Torf und Dopplerit*”. Zürich 1883.

1°. Sendtner a constaté que toutes les tourbières sur les rives de fleuves, même sur un sous-sol argileux, ont le caractère de tourbières de marais, dès qu'elles sont sujettes aux inondations.

2°. Les hautes tourbières prennent naissance sur un sol privé de calcaire et composé d'argile ou de sable argileux, par conséquent imperméable et appartenant surtout aux dépôts glaciaires. Comme ils sont souvent calcarifères, la végétation de sphagnes ne s'y développe probablement pas aussitôt, mais après la croissance d'un bois ou d'une prairie.

3°. Après avoir étudié la carte géologique des Pays-Bas de Staring (ou plutôt l'atlas de M. Van Bemmelen, qui en est une reproduction), il conclut que dans ce pays la haute tourbière passe souvent en tourbière de marais.

4°. Beaucoup de savants ont considéré les fôrets comme précurseurs essentiels des hautes tourbières. Früh ne nie pas qu'il n'en soit très souvent ainsi; mais il soutient que généralement les tourbières de marais jouent ce rôle.

13. J. FRÜH: „*Kritische Beiträge zur Kenntniss des Torfes. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt*”. 1885.

1°. Il a examiné une série d'échantillons de tourbe, de différentes profondeurs dans la tourbière de Kehding et a trouvé; qu'ils sont principalement composés de *Sphagnum* et d'*Erica*, qui se sont développés sur la tourbe de marais.

2°. Le résultat de l'examen d'un profil dans la haute tourbière de Papenburg est, que probablement la première végétation du sol diluvial n'était pas la bruyère, mais une tourbière de marais.

14. FISCHER-BENZON: „*Die Moore der Provinz Schleswig—Holstein. Eine vergleichende Untersuchung*”. „*Abhandlungen aus dem Gebiete der*

Naturwissenschaften, herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg". XI Band, 1891.

C'est un travail soigné, contenant une foule de détails intéressants, mais principalement botanique, comme tant d'autres. La conséquence en est, que les faits topographiques et géologiques n'y ont qu'une importance secondaire. Nous empruntons les citations suivantes, dont la majeure partie a rapport au sous-sol.

A. C'est généralement l'argile à blocaux bleue ou inférieure. L'auteur la mentionne sous les tourbières suivantes: 1°. „Himmelmoor" (dans les points les plus bas); 2°. „Dosenmoor"; 3°. „Hechtmoor"; 4°. Une des tourbières de Leck, qui est portée par une colline assez plate et à surface ondulée; 5°. Tourbière de Lunden (argile bleue, micacée); 6°. La tourbière de Lauenburg, dans la haute rive de l'Elbe, l'argile est plus ou moins modifiée dans sa partie supérieure et épaisse de 5—7 M.; 7°. Tourbière entre Winterbeck et Kiel (sable bleuâtre et argileux sur l'argile à blocaux); 8°. Tourbière de Landweer sur le canal de la Mer du Nord au Baltique; 9°. Idem à Hohenhörn; 10°. Idem à Steinhude (argile fine et verdâtre, probablement produit de lavage de l'argile à blocaux); 11°. Idem à Dückerswisch (sous un sable bleuâtre, fin, stratifié et argileux); 12°. La plupart des hautes tourbières du Danemarck.

B. Quelques autres tourbières de la province reposent aussi sur de l'argile, mais qui a une tout autre origine; c'est l'argile marine alluviale (Marschthon). Il en est ainsi: 1° du Weissmoor (tourbière blanche); l'argile devient noire de bas en haut et passe dans la tourbe de sphagnes; 2° de la tourbière de Kehding.

C. Le sous-sol peut aussi être du sable. „L'eau souterraine y „est si élevée que la tourbière a pu se former sur un sol perméable. Il paraît qu'il en est de même des tourbières de l'Eems, car „il est probable que la couche de sable noir, appelée „Sohlband" „ne s'est formée qu'après la première tourbe”.

Les détails topographiques donnés par notre auteur sont peu nombreux. Il dit: 1° que le „Himmelmoor" est entouré à quelque distance de collines basses, qui ne dépassent pas 30 M. au-dessus de la mer, tandis que le terrain adjacent n'a que 10—11 M. de hauteur. 2°. On voit facilement que l'„Esinger-Moor" ne s'est pas formé dans une seule dépression, mais qu'il s'est étendu sur une surface irrégulièrement ondulée, à partir de différentes dépressions. 3°. La tourbière entre Winterbeck et Kiel est située dans un

terrain bas, entouré partout de collines d'argile jaune à blocaux.

Quant aux troncs d'arbres à la base de la tourbière, M. Fischer dit, que dans les tourbières de „Leck” les troncs de sapins à racines colossales sont enracinés parfois directement dans le sable, mais généralement sur une couche de tourbe de 10 c.M., composée de restes de bouleaux.

Dans ses remarques sur la succession des générations d'arbres l'auteur adopte les distinctions, introduites par Steenstrup, entre: 1° la couche à Trembles, 2° à Sapins, 3° à Chênes et 4° à Hêtres, équivalent de la période actuelle.

Pour l'auteur les deux couches caractérisées par les trembles et les sapins se seraient formées dans la période interglaciaire et les deux dernières, dans lesquelles on rencontre les chênes et les hêtres, dans la période postglaciaire. Il nous a paru que les arguments employés par l'auteur pour trancher une question aussi difficile et compliquée sont trop faibles, surtout pour les tourbières qui n'ont jamais été recouvertes d'un sable quelconque.

Si nous classifions les causes précitées, qui ont conduit à la formation d'une haute tourbière, nous avons donc: 1° le voisinage de collines, qui a naturellement relevé le niveau de l'eau souterraine, quoique l'auteur ne le dise pas spécialement.

2° La présence d'un sous-sol imperméable ou peu perméable, soit l'argile à blocaux bleue ou inférieure, soit un produit de lavage de celle-ci. Il est facile d'entrevoir qu'un sol imperméable a beaucoup de tendance à rester humide quand il est bas, de sorte que l'eau atmosphérique ne peut pas s'écouler.

3°. Le niveau élevé de l'eau souterraine dans un terrain perméable. On ne nous dit pas cependant par quelle cause ce niveau est si élevé.

L'étude géologique des hautes tourbières a donc certainement fait quelques progrès grâce au travail soigné de M. Fischer-Benzon, mais moins que l'étude botanique.

15. SITENSKY: „Ueber die Torfmoore Böhmens in naturwissenschaftlicher und nationalökonomischer Beziehung, mit Berücksichtigung der Moore der Nachbarländer. Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen”. VI Band, No. 1. Prague, 1891.

Ce travail achevé et très important contient une foule de détails sur les nombreuses tourbières de la Bohême, mais ainsi que la plupart des autres travaux que nous avons énumérés, il traite les tourbières principalement du côté botanique.

Nous lui empruntons les observations suivantes :

1° Pag. 4. En Bohême, on trouve les tourbières aussi bien dans les dépressions près des rivières, p. e. les anciens lits et les étangs, que sur les montagnes qui entourent le pays et sur les pentes et les dos plats et horizontaux ou creusés en bassins. Ces dos sont généralement enveloppés de brouillards et possèdent des sources nombreuses, dont l'eau ne peut ni s'écouler vite, ni pénétrer dans le sol imperméable et privé de fentes; ils sont par conséquent les endroits les plus favorables à la formation de la tourbe. Les tourbières sont surtout puissantes dans les endroits où deux crêtes de montagne se rencontrent et s'étendent en vaste plaine. Dans l'intérieur du pays on les trouve sur les plaines plates ou faiblement ondulées, dans les bassins, qui sont situés *sous le niveau normal de la nappe superficielle*, dans les vallées, qui s'élargissent et se rétrécissent alternativement et entravent ainsi le cours rapide des rivières et des ruisseaux. Ils serpentent ainsi entre des prairies marécageuses et tourbeuses et forment localement des étangs, sur les bords desquels la tourbe prend naissance et pénètre de plus en plus vers le milieu.

2° Pag. 5. Dans le „Riesengebirge” on trouve les tourbières partout où des pentes faibles, traversées de petites dépressions, entravent l'écoulement de l'eau.

3° Pag. 6. Dans les environs de Hirschberg et de Niemes, la vallée du „Thammühlbach” est fort propre à la formation de la tourbe. Le niveau de la nappe superficielle est très élevé, de sorte que dans les dépressions se sont formés des étangs, qui se sont plus ou moins complètement remplis de tourbe.

4° Pag. 6. Il est évident que la tourbe se forme dans les endroits humides, mouillés, marécageux ou riches en étangs, peu importe que cet état de choses soit la conséquence du niveau élevé de la nappe superficielle ou des sources, ou bien de l'humidité atmosphérique, retenue par les couches inférieures.

Le soul-sol des tourbières est généralement du sable diluvial ou alluvial; en beaucoup d'endroits il ne se trouve pas d'argile dessous, tandis qu'en d'autres la tourbe repose directement sur l'argile ou sur le limon.

5° Pag. 6. Les tourbières des montagnes reposent sur des roches cristallines de différente nature, sur de la granitite, de la phyllite, du gneiss, du granit. La marne et le „Plänerkalk” forment rarement le sous-sol, plus rarement encore le calcaire. Parmi toutes les

roches, l'argile forme le plus souvent le sous-sol, seule ou avec une couche de sable. Pourtant l'opinion que l'argile *doit être* présente, soit directement, soit indirectement, est erronée; elle a été repoussée déjà par Grisebach.

La condition essentielle est l'eau peu profonde, stagnante ou coulant fort lentement.

M. Sitensky consacre à l'âge des tourbières bohémiennes (pag. 184) un chapitre intéressant, auquel nous pouvons emprunter quelques détails. Pour fixer l'âge de ces tourbières, la présence de plantes arctiques est d'une grande importance et indique une époque où le climat était plus froid, savoir l'époque glaciaire.

La formation d'une nouvelle tourbe ne saurait nous aider à fixer l'âge des tourbières. D'une part les données de différents auteurs nous feraient croire, que cette formation se fait assez rapidement; d'autre part on voit que cette tourbe nouvelle est bien différente de celle creusée dans les tourbières. Ensuite, la croissance est très irrégulière, l'humidité l'étant aussi.

Les ossements d'animaux disparus sont fort importants pour évaluer l'âge des tourbières. Ainsi on a trouvé des restes (molaires) du *Cervus megaceros*, du *Cervus euryceros*, du *Sus palustris* et de l'*Elephas primigenius*.

En Amérique, dans l'état d'Indiana, on a rencontré dans les tourbières environ trente exemplaires de *Mastodon*. Ce nombre relativement grand ferait penser, qu'ils ont péri dans la tourbière même et en prouverait l'âge considérable, puisque le *Mastodon* avait disparu déjà dans le temps préhistorique.

16. Dr. G. PRIMICS. „*Die Torflager der Siebenbürgischen Landes-theile. Mittheilungen aus dem Jahrbuche der königlich-ungarischen geologischen Anstalt, 1892*”.

En Transylvanie la mineure partie des tourbières (les hautes tourbières) se trouve dans la région des sapins ou dans son voisinage, sur les plateaux ou dans les vallées en bassin. La majeure partie s'est formée plus bas dans les plaines et les vallées. La différence est constituée principalement par la végétation.

Dans les anciennes tourbières de marais la formation de la tourbe a souvent cessé depuis longtemps et elles sont couvertes d'humus et de gazon. La tourbe supérieure y est noire et compacte, l'inférieure, spongieuse, rougeâtre ou brun-foncé; cette dernière se compose de roseaux et de carices, incomplètement carbonisés. Il y a eu évidemment d'abord un marais, ensuite un

terrain humide et plus tard une prairie en suite d'un drainage amélioré.

La tourbière de marais près du village de Hév Szamos se trouve dans une dépression de couches synclinales de schistes cristallins, recouverts d'une couche de débris peu perméable. Le drainage s'en fait tant à l'est qu'à l'ouest.

La tourbière du village de Dealu Mluhi est située sur un plateau en forme de bassin; l'eau s'en décotule difficilement vers deux côtés. On observe dans cette tourbière quatre petites mares d'une surface d'à peine 10 mètres carrés, que la population dit être sans fond, quoiqu'elles ne mesurent que 2 ou 3 M. en profondeur et commencent déjà à se remplir de végétation. L'auteur les attribue à la présence de sources. L'origine de cette tourbière aussi est due à une vallée de couches synclinales de grès des Carpathes.

La tourbière de marais du village d'Apatfalva, épaisse de 2--3 M., est déjà vieille et entièrement sèche; elle est située dans la vallée du Rohrbach, qui a graduellement coupé la tourbière et même le sous-sol de marne et de grès. Dans la période alluviale ancienne ou même diluviale la vallée était fermée en aval, de sorte qu'il s'y trouvait un lac, qui se convertissait peu à peu en tourbière. Il s'y forma d'abord un dépôt de boue jusqu'à 3 M. en épaisseur, contenant des ossements de mammifères quaternaires: *Elephas primigenius*, *Cervus elaphus*, *Rhinoceros*, *Bos primigenius* et *priscus*, etc.

Près du bain de Szekely—Udvardhely se trouve une tourbière de marais dans une vallée étroite; elle était autrefois un marais, reposant sur de l'argile salifère.

La vallée de la rivière du Csik a été autrefois barrée en deux endroits par les éruptions volcaniques, qui créèrent les montagnes Hargita. Ces deux barrages causèrent trois bassins, qui devinrent des lacs et ensuite des marais et des tourbières; peu à peu le Csik s'est coupé un lit à travers de ces barrages, de sorte que les tourbières furent drainées.

Près de la commune de Madefalva s'en trouve une autre dans le voisinage de la rivière Alt. Celle-ci coulait autrefois à un niveau plus élevé et formait un réseau de nombreux bras dans une contrée marécageuse; mais peu à peu la rivière a simplifié et approfondi son lit, après que la tourbière s'était formée.

Nous voyons donc que les conditions sous lesquelles se sont

formées les tourbières transylvaniennes diffèrent des nôtres quant au sous-sol; il y a pourtant une analogie frappante quant au point cardinal, le drainage imparfait. Quelques-unes sont traversées par une ligne de séparation de deux bassins hydrographiques, ainsi que plusieurs des hautes tourbières de notre pays. Dans d'autres, il n'y avait d'abord qu'un drainage embryonal, qui s'est perfectionné avec le temps, de sorte que la formation de la tourbe a cessé et la tourbière elle-même est devenue une prairie ordinaire, assez sèche.

17. Résumé.

En résumant cet aperçu de la littérature sur les hautes tourbières, que nous savons être assez incomplet, nous voyons que la plupart des auteurs ont donné „la part du lion” au côté botanique de la question et que ce que nous avons appelé „le côté physico-géologique” a été traité assez en passant. Quelques-uns seulement se sont demandé: *pourquoi* il y a des tourbières et *pourquoi* toute la surface de la zone tempérée n'est pas une tourbière continue.

En général, ils ont constaté que les hautes tourbières se trouvent souvent dans un bassin, sur une plaine étendue ou sur un sol imperméable; mais ils n'ont pas approfondi davantage la question. Quelques-uns ont appuyé ou bien combattu les opinions de leurs prédécesseurs. Ainsi M. Borgman a réfuté l'hypothèse de Staring des bois comme précurseurs nécessaires des hautes tourbières, de même que Grisebach, Lesquereux, etc. l'avaient déjà fait avant lui.

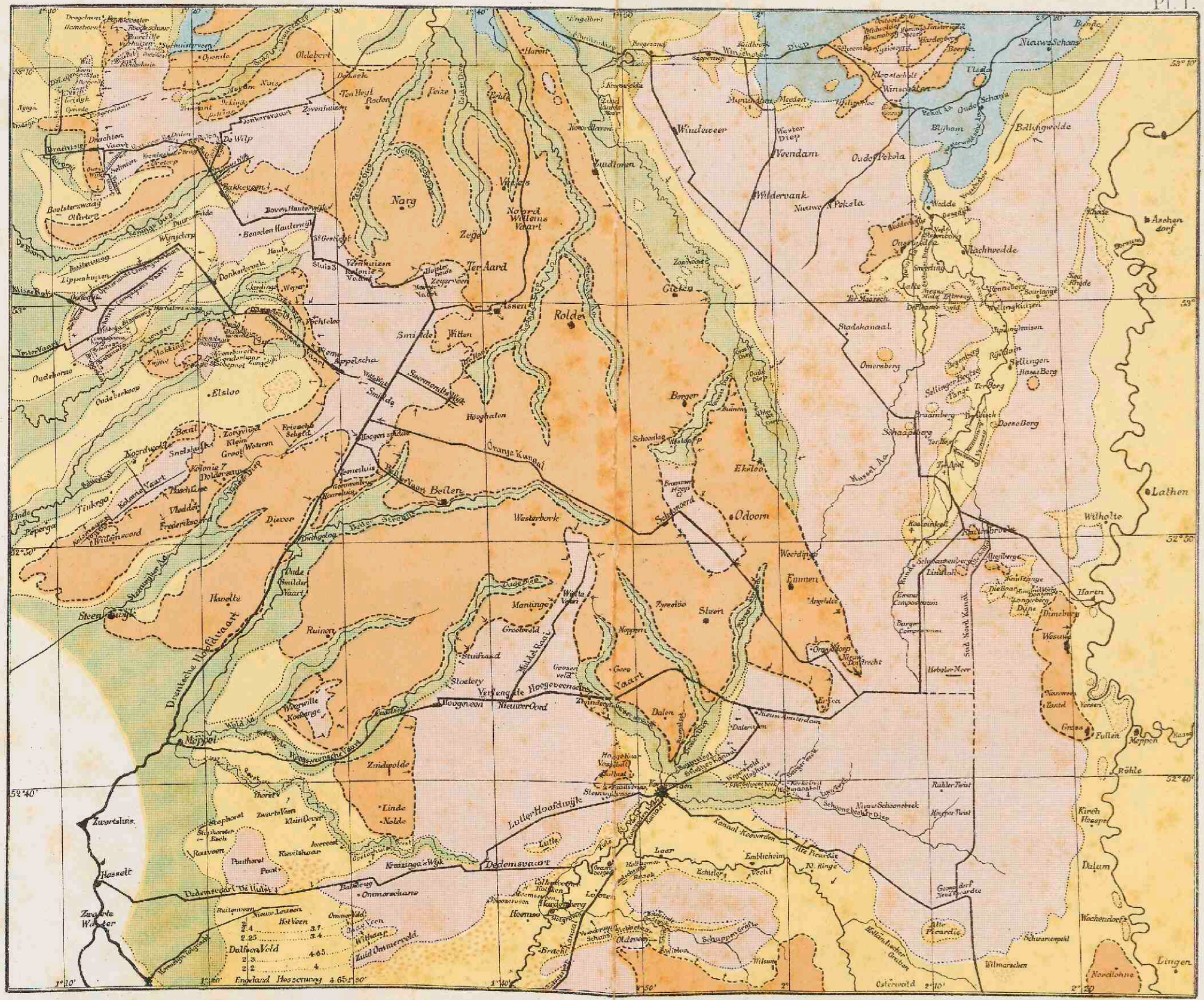
En somme, M. Jentzsch seul est allé plus loin en faisant observer que „*le niveau de l'eau souterraine est presque toujours en coupole et descend vers les cours d'eau voisins*”. C'est là le point cardinal, auquel il faut toujours avoir recours, sans oublier toutefois que les conditions physiques et topographiques diffèrent fréquemment d'une tourbière à l'autre. Le niveau de l'eau souterraine est la première chose à prendre en considération, puis vient l'imperméabilité du sol, du moins d'après nos propres recherches.

Nous croyons donc que l'examen des hautes tourbières néerlandaises, auquel nous avons consacré une série d'excursions dans les quatre dernières années, a contribué à porter la question plus près

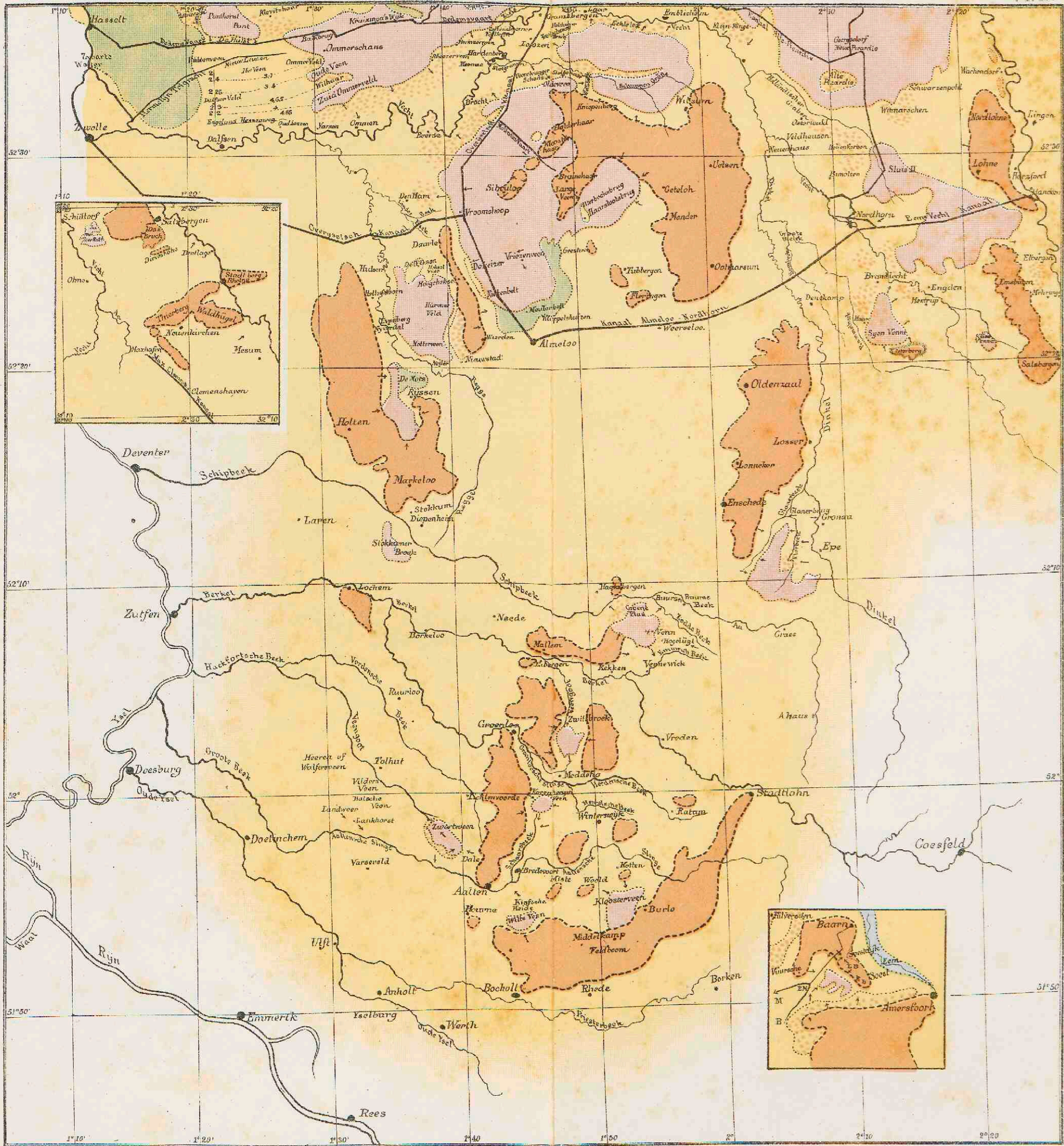
de sa solution définitive. Le travail que nous terminons ici pourra en même temps servir de texte explicatif partiel de la carte géologique, texte qui a toujours fait défaut.

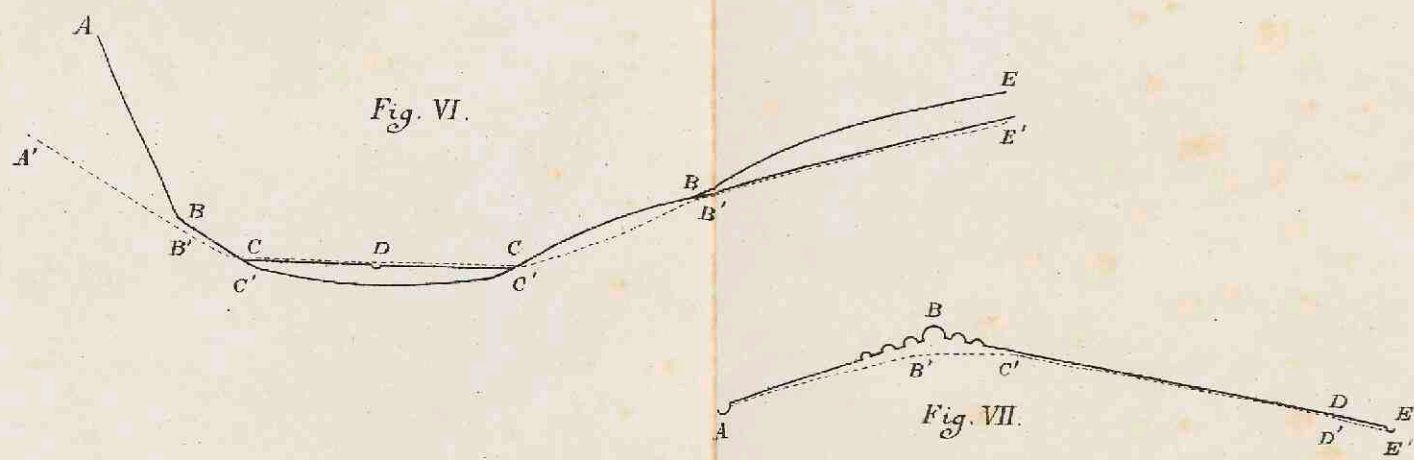
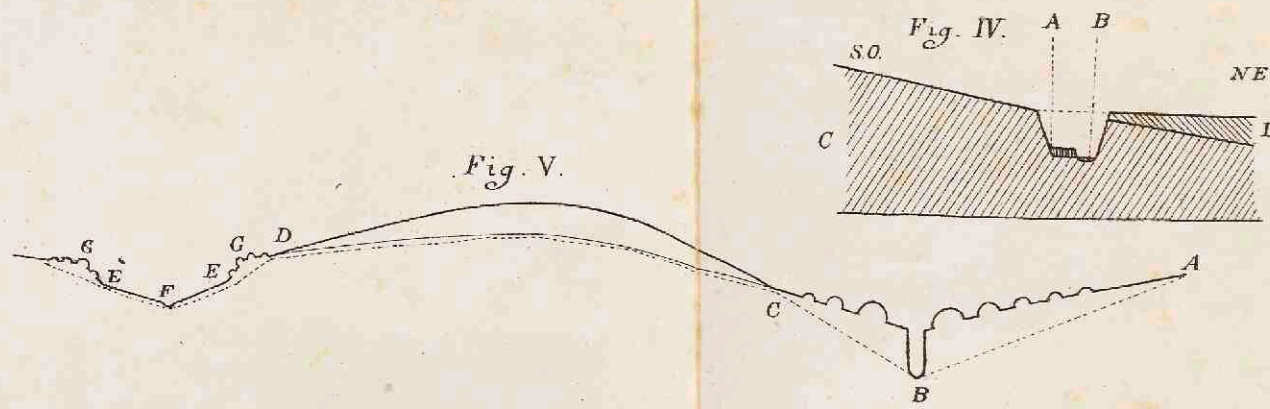
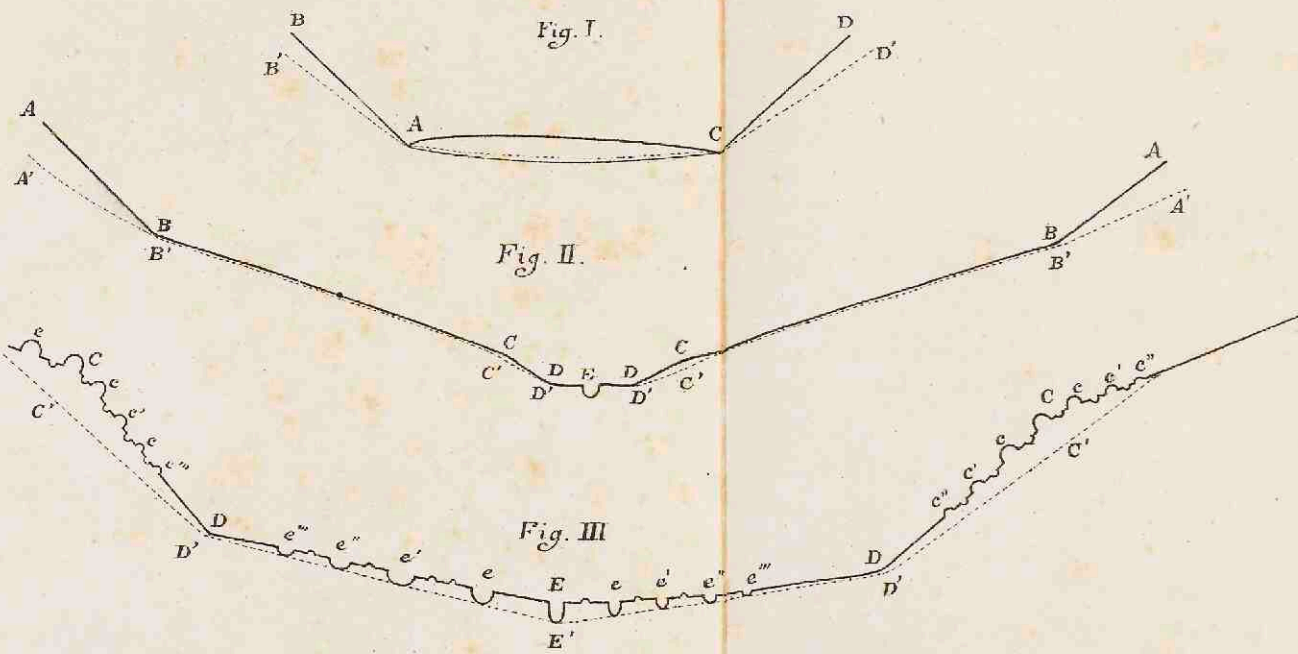
Arrivé à la fin de ce travail, j'éprouve le besoin de témoigner ma profonde gratitude à M. M. les Directeurs de la Fondation Teyler, qui ont si généreusement contribué à sa publication.

Je les prie d'accepter ici mes sincères remerciements!



2.4	3.7
2.25	3.4
2.3	4.65
2.2	4






Le 17 Mars 1895 nous avons fait une excursion supplémentaire à partir d'Enschede sur la route de Graes jus-
qu'à l'extrémité méridionale de la tourbière.

Comme toujours, le *Silvium graveolens plusclense* s'étend beaucoup plus loin que sur la carte géologique et constitue partout la limite occidentale naturelle de notre tourbière qui est située distinctement plus bas.

À plusieurs reprises nous y avons vu l'argile à blo-
cane et plus souvent des cailloux d'origine miaste dans le sable de la bruyère élevée. Au sud les terres labourées de la colline étaient séparées de la tourbière par une zone intermédiaire de terres marécageuses (braek-
grond), plus au nord cette zone disparaissait. Peut-être cette différence de pente est la cause de ce phénomène, p.e.



Le ruisseau "Glaner Breek" prend naissance dans la tourbière même et reçoit sur la frontière un affluent gauche qui draine les "Perembroekroete Landen", prairies situées dans une ondulation de la colline d'Enschede. Plus loin au nord encore, sa capacité devient plus grande, avec cela son pouvoir érodant et la conséquence en est qu'il s'est érodé un chenal à rives raides et sèches. La tourbière s'en éloigne par conséquent et se rétrécit en pointe. La pente de la rive droite, de l'O. à l'E. est plus faible que celle de la rive gauche, de l'O. à l'E.; le ruisseau coule au pied même de la colline.