

## INVESTIGATIONS SUR DES TOURBIÈRES NÉERLANDAISES

### N. LA TOURBIÈRE DANS LA PARTIE MÉRIDIONALE DE LA VALLÉE GUELDROISE

par

MAARTJE A. GOEDEWAAGEN

#### I. Introduction géologique (3, 12, 13, 15)<sup>1)</sup> et historique (1, 2, 11, 12, 16).

La Vallée Gueldroise est un terrain bas qui s'étend des hauteurs d'Utrecht à celles de la Veluwe, dans la direction N.N.W.-S.S.E. (fig. 1 et 2).

Quand, à l'époque glaciaire rissienne du Pléistocène, la glace atteignit et recouvrit partiellement les Pays-Bas, elle refoula le sol et forma ainsi les crêtes de poussée, c.-à-d. les collines sus-dites. Au-dessous de la glace se déposa la moraine de fond.

Les dépôts qui figurent sur la carte géologique comme sables fluvioglaciaires et qui recouvrent une grande partie des flancs de ces crêtes, étaient considérés auparavant comme déposés par les eaux de fonte de la glace; toutefois, d'après les recherches récentes de OOSTINGH, CROMMELIN et EDELMAN, ces dépôts se sont formés au temps Würmien par des actions périglaciaires (snowdrift, transport éolien, solifluction), tout en constituant „La Terrasse Inférieure” de la Vallée Gueldroise.

Au-dessus de cette terrasse qui, dans la partie méridionale, repose sur le sous-sol sus-dit et comble entièrement la Vallée, se trouve la tourbière étudiée ici.

Elle a, à l'époque présente, une épaisseur maximum de 3 m 50. Autrefois, avant qu'on eût commencé à extraire la tourbe, cette épaisseur atteignait parfois 5 m 50 ou même 6 mètres.

La tourbière s'étend principalement au Sud de Veenendaal, sur une longueur d'environ 8 km, dans la direction de la Vallée. La largeur, mesurée perpendiculairement à l'axe de longueur, comporte, juste au Sud de Veenendaal, près du Beneden Einde, environ

1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la littérature citée à la fin de cette publication.

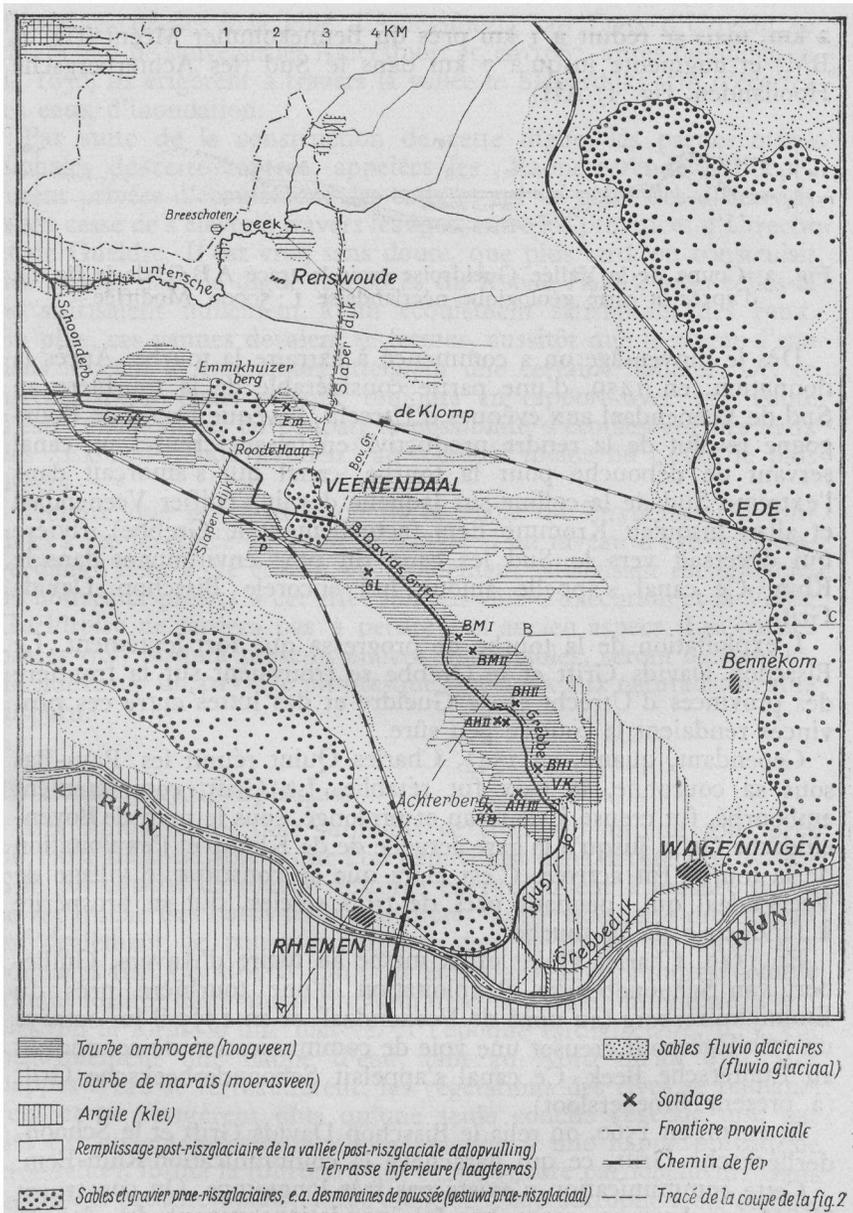


Fig. 1. La Vallée Gueldroise, d'après la carte géologique néerlandaise, 1 : 50000. Modifiée.

2 km, mais se réduit à 1 km près du Bennekommer Meent (fig. 1, BM) et augmente jusqu'à 7 km dans le Sud (les Achterbergsche Hooilanden, fig. 1, AH).

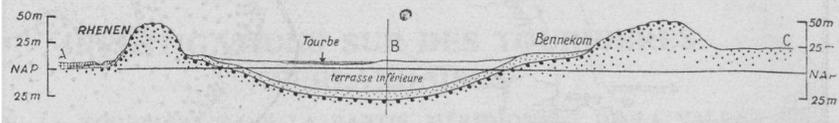


Fig. 2. Coupe de la Vallée Gueldroise (voir le tracé A.B.C. de la fig. 1), d'après la carte géologique néerlandaise 1 : 50000. Modifiée.

Dès le moyen-âge on a commencé à extraire la tourbe. Après la donation, en 1459, d'une partie considérable de la tourbière au Sud de Veenendaal aux évêques d'Utrecht, l'évêque David de Bourgogne résolut de la rendre productive en faisant creuser un canal servant de débouché pour la tourbe, canal qui s'amorçait dans l'extrême Sud de la colline sur laquelle devait s'édifier Veenendaal et allait jusqu'au Kromme Eem (actuellement le Grebbe), rivière qui déversait vers le Sud les eaux du pays environnant dans le Rhin. Ce canal s'appelle aujourd'hui encore le Bisschop Davids Grift.

L'exploitation de la tourbe ne progressa que fort lentement. Le Bisschop Davids Grift et le Grebbe se trouvaient sur la frontière des provinces d'Utrecht et de Gueldre et des luttes entre ces provinces rendaient la contrée peu sûre.

Cependant, quand, en 1543, Charles Quint réunit les Pays-Bas sous sa couronne, la paix fut rétablie. Le Grift, complètement embourbé, fut creusé à nouveau et prolongé, sous le nom de Boven-eindsche Grift, jusqu'à la gare actuelle de de Klomp et l'exploitation de la tourbe fut activée. C'est alors que se constitua le village de Veenendaal qui, pendant près de trois siècles, dut sa prospérité à l'industrie de la tourbe.

En 1549, Charles Quint offrit même au maire d'Anvers, Guilbert van Schoonebeecke, l'exploitation d'une tourbière près du Emmikhuizerberg (au nord de Veenendaal) et en 1555 il lui octroya un privilège pour creuser une voie de communication de cet endroit au Luntersche Beek. Ce canal s'appelait Schoonderbeeksche Grift (à présent Broekersloot).

Et enfin, en 1560, on relia le Bisschop Davids Grift et le Schoonderbeeksche Grift, ce qui paracheva la communication Rhin-Eem.

Cette communication n'exista pas très longtemps. On construisit bientôt un barrage, parce que les inondations venant du côté du Rhin et qui, sans cesse, ravageaient la vallée Gueldroise, causaient

d'énormes dégâts à la ville d'Amersfoort. Les États d'Utrecht se chargèrent de sauvegarder Amersfoort et, en 1662, après l'inondation de 1650, ils érigèrent à travers la vallée le Slaperdijk, afin d'écarter les eaux d'inondation.

Par suite de la construction de cette digue, les parties méridionales de cette contrée, appelées les „Exonereerende Landen”, furent privées d'écoulement des eaux et sur ce point des différends n'ont cessé de s'élever à travers les âges, entre les provinces d'Utrecht et de Gueldre. Il est vrai, sans doute, que plus tard, on construisit des vannes dans la digue (e.a. près du Rode Haan), mais celles-ci ne suffisaient nullement à un écoulement satisfaisant des eaux. En plus, ces vannes devaient se fermer, aussitôt que le niveau d'eau dans le Eem à Amersfoort atteignait une certaine hauteur. Or, ce niveau d'eau étant presque toujours en rapport avec une chute d'eau considérable, on coupait la possibilité d'écoulement des eaux des „Exonereerende Landen” au moment même où c'était le plus urgent.

Depuis que la construction de la digue du Zuyderzée (Afsluitdijk) a été terminée en 1932, le danger d'un niveau d'eau trop élevé dans l'Eem a été écarté; un écoulement satisfaisant est possible, de nouveaux projets à cet effet sont en voie d'exécution et la Vallée Gueldroise ne tardera pas à perdre son ancien aspect. Les parties basses qui, jusqu'à présent, étaient inhabitables, seront habitées et, de nouveau, un paysage pittoresque, précieux aux naturalistes, aura disparu.

## II. Étude stratigraphique.

Les sondages les plus profonds se trouvent sur, ou tout près de l'axe de la tourbière que l'on peut tracer dans la direction N.W.-S.E. La couche de tourbe diminue en profondeur à mesure qu'on se rapproche des bords de la tourbière, tandis que cette profondeur est également de peu d'importance dans le milieu de l'axe, aux sondages BM I et BM II. On peut donc considérer la tourbe comme s'étant formée dans une dépression dans la terrasse inférieure, ayant environ la forme d'une haltère. A l'époque tardiglaciaire, il y eut probablement une nappe d'eau, tant au Nord qu'au Sud. Ces nappes d'eau se terraudent; les végétations des rives se rejoignirent et ne formèrent plus qu'une seule couche végétale qui, par des exhaussements continuels (adaptation à une nappe phréatique croissante), forma la tourbière qui existe encore partiellement. Dans le Sud, la présence, jadis, d'une étendue d'eau eutrophe a été établie, comme il paraîtra dans la suite. Dans le Nord, cette présence devra

être démontrée ultérieurement par un examen approfondi du profil GL.

La terrasse inférieure a, en certains endroits, une surface inégale, car deux sondages, opérés jusqu'au sable, à quelques mètres de distance, accusent une différence considérable de profondeur (parfois d'un demi-mètre). C'est aussi le cas pour les sondages dans les Bennekommer Hooilanden, près de BH II et dans les Achterbergsche Hooilanden (AH II).

La structure de la tourbière est en général très peu variée. Sur le fond de sable (terrasse inférieure), repose la masse de tourbe d'une composition assez uniforme, contenant beaucoup d'argile dans les couches supérieures. Seulement dans les sondages effectués le plus au Nord: BM I et II, GL (pour autant que nous ayons examiné ce dernier) et Em, cette argile fait défaut.

### Description du profil de AH II:

Suit maintenant une description du profil de AH II (fig. 3), que nous comparerons, le cas échéant, aux couches du même âge dans les autres sondages.

Nous avons partagé le contenu de la sonde, modèle Dachnowsky

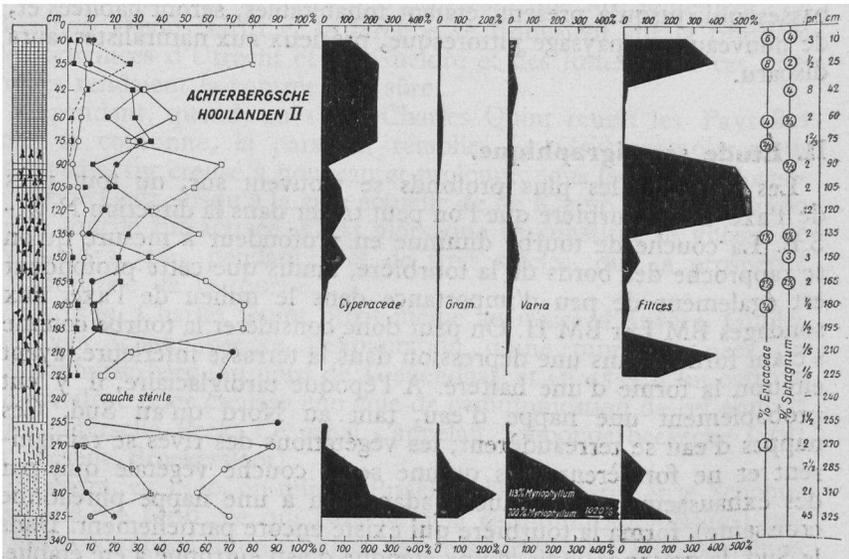


Fig. 3. Diagramme pollinique de AH II (voir la légende de la fig. 4).

modifié (diamètre 22 mm, longueur 175 mm)<sup>1)</sup>, en deux parties, puis tamisé et déterminé autant que possible les restes végétaux. Les données ainsi acquises ont eu les résultats suivants:

### 340—310 cm:

Le sable inférieur, faiblement humeux, de 340 à 310 cm, contient, à part des fibres de *monocotylédones*, relativement beaucoup de fruits de *Potamogeton sp.* et en plus quelques-uns de *Heleocharis sp.* et de *Scirpus sp.* Ensuite, l'analyse du pollen dénonce une grande quantité de grains de *Myriophyllum spicatum L.* Il est très probable que, lors de la formation de ce sédiment, une nappe d'eau eutrophe se soit trouvée à cet endroit. La présence d'un grand nombre d'oospores de *Chara sp.*<sup>2)</sup> et d'un fruit de *Zannichellia sp.* dans les couches sablonneuses inférieures de BH I, nous confirme aussi dans cette idée.

Que le sédiment soit si sablonneux et ne se compose pas exclusivement de matières humeuses, peut être attribué à des sables charriés par le vent qui, en ces temps, étaient fréquents (FLORSCHÜTZ, 6). De même, la présence d'une couche sablonneuse dans la tourbe tardiglaciaire de GL, pourrait bien remonter à un phénomène comparable.

### 310—285 cm:

Au-dessus de 310 cm se manifestent des signes de terreaudement. À côté de plusieurs exemplaires de *Potamogeton sp.*, nous avons trouvé un fruit de *Comarum palustre L.*, de *Sparganium sp.*, d'*Hippuris vulgaris L.* et de *Carex sp.* En outre nous avons constaté la présence de deux fruits de *Betula sp.*, qui ont pu être apportés par le vent dans la nappe d'eau en terreaudement. Comme dans le spectre pollinique de cette couche, le *Betula* est représenté pour plus de 50%, il a dû croître très probablement dans la proximité immédiate.

### 285—240 cm:

De 285 à 270 cm nous constatons la présence d'*Hypnaceae* dans la tourbe encore sablonneuse. Nous avons trouvé des fragments de tiges et des spores d'*Equisetum sp.*, ainsi que des radicules de *Carex*. En plus, il y a beaucoup de grains de *Menyanthes trifoliata L.* et de fruits de *Comarum palustre L.* Les *Hypnaceae* prédominent dans l'échantillon. De 270 à 255 cm elles en composent la partie

1) La sonde est rarement remplie entièrement.

2) Le fait que les oospores n'ont pas été trouvées dans AH II, pourrait bien être la conséquence d'une méthode de travail peu exacte lors du premier tamisage. Plus tard nous nous sommes servis d'un tamis plus fin.

principale, elles sont mélangées à quelques radicelles de *Carex* et à quelques restes de tiges de *Phragmites communis*. Le nombre de grains de *Menyanthes* se réduit peu à peu, pour aboutir à zéro au dessus de 240 cm.

#### 240—105 cm:

A partir d'ici, la tourbe prend l'aspect d'une tourbe de *Carex*: les radicelles de *Carex* sont prépondérantes. Bientôt, dès 255 cm, nous trouvons des fragments de bois dans la tourbe. La quantité en devient si grande, que, quelquefois, la sonde presque entière en est remplie et qu'il ne reste que peu de matériel pour l'analyse pollinique. Le peu de tourbe qui, ensemble avec le bois, se trouve dans la sonde, se compose principalement de radicelles de *Carex*, mélangées à des fibres de *monocotylédones* indéterminables et de temps à autre d'un fragment de *Phragmites*.

Le marais boisé (broekveen) se poursuit dans le profil sur une distance de 1.80 m (de 255 cm—75 cm). Pour expliquer la composition peu variée de ce profil, nous croyons qu'il faut admettre que l'exhaussement successif des couches de cette tourbe est allé de pair avec la montée de la nappe phréatique et en a été la conséquence. De jeunes arbres germaient constamment à un niveau supérieur à l'ancien et ainsi se développait la tourbe de marais boisé, tout en se conformant à la nappe phréatique.

#### 105—10 cm:

Dans les couches supérieures de la tourbe de marais boisé, entre 105 et 90 cm, la tourbe est mélangée d'argile. Cette argile a très probablement été déposée par des inondations venant du côté du Rhin. L'argile des couches argilo-humeuses de 75 cm à environ 10 cm sous la surface, doit avoir été formée de la même manière. Dans ces dernières couches le bois manque, mais les radicelles de *Carex* par contre commencent à prédominer.

#### Tourbe ombrogène:

On ne trouve dans la tourbière étudiée (tourbière haute (hoogveen), selon la carte géologique) aucun vestige de *Sphagnum* dans les différents sondages. Cependant, une haute tourbière a sans aucun doute dû exister autrefois au Sud de Veenendaal, dont BELLEN (2) indique quelques restes (déterminés par C. A. WEBER):

Grifthoeve — *Sphagnum cuspidatum*, *Eriophorum*, *Ericaceae*.

Pour l'analyse pollinique (980 grains) voir tab. I.

LORIÉ (12) aussi rapporte quelques restes de tourbe ombrogène, à savoir sur le bord de la terrasse inférieure, près de la gare de Veenendaal et près de la station de Haar. Ces restes ne sont plus

T a b. I.

Alnus	Betula	Corylus	Quercus	Carpinus	Ulmus	Tilia	Pinus]	Fagus	Fraxinus	Salix	
399	104	87	98	5	18	92	94	27	17	39	nombre de grains
45.5	11.9	—	11.2	0.6	2.0	10.5	10.7	3.0	—	4.7	pourcentages (sans Corylus et Fraxi- nus)

trouvables. En plus il mentionne qu'à Veenendaal, lors de la reconstruction d'une maison, une couche de tourbe fut mise à nu d'une épaisseur de 2 mètres au dessus du Grift. Il serait intéressant de faire un nouveau sondage à un endroit semblable, pour examiner de plus près cette tourbe qui, probablement, sera de la tourbe ombrogène (tourbe de *Sphagnum*).

Comme la carte géologique accuse dans la partiel a plus méridionale de la tourbière qu'à cet endroit il y a de la tourbe ombrogène (hoogveen) recouverte d'argile, un sondage fut effectué dans les Veenkampen (fig. 1, VK), pour examiner si, peut-être, il s'agissait ici de tourbe de *Sphagnum*. La position de cette tourbière, étant aussi basse que plus au Nord, où nous avons effectué les autres sondages, ne rendait pas très probable cette hypothèse. Aussi l'analyse des échantillons démontra-t-elle qu'il n'y avait pas trace de *Sphagnum* et que le développement de la tourbe est tout à fait parallèle à celui des 2 mètres supérieurs de AH II (cf. fig. 3 et 4).

La tourbe dans les Veenkampen a, d'après l'analyse pollinique (voir fig. 4), commencé à se former plus tard et s'est développée dès le commencement, comme tourbe de marais boisé. Le sous-sol, sables de la terrasse inférieure, se trouve à un niveau supérieur à celui de AH II. La nappe d'eau terreaudée située là, plus au Nord, étendit probablement sa végétation riveraine, aidée par la montée de la nappe phréatique et ce n'est que quand cette végétation atteignit l'emplacement des Veenkampen actuels, que la tourbe commença à se développer ici.

Nous trouvons de l'argile dès 1 m 37 de profondeur. Le sédiment devient ensuite de plus en plus argileux et reste ainsi jusque tout près de la couche herbeuse. Si l'on trouve plus d'argile ici que dans les Achterbergsche Hooilanden, c'est sans doute que les Veenkampen sont plus rapprochés du Rhin.

Mentionnons encore la présence de 3 macrospores et une microspore de *Selaginella selaginoides* (L.) Link dans les sables humeux

(2 ième période du tardiglaciaire) de BM I, ainsi que 3 microspores dans un sédiment identique de BM II (formé cependant dans la 3 ième période du tardiglaciaire).

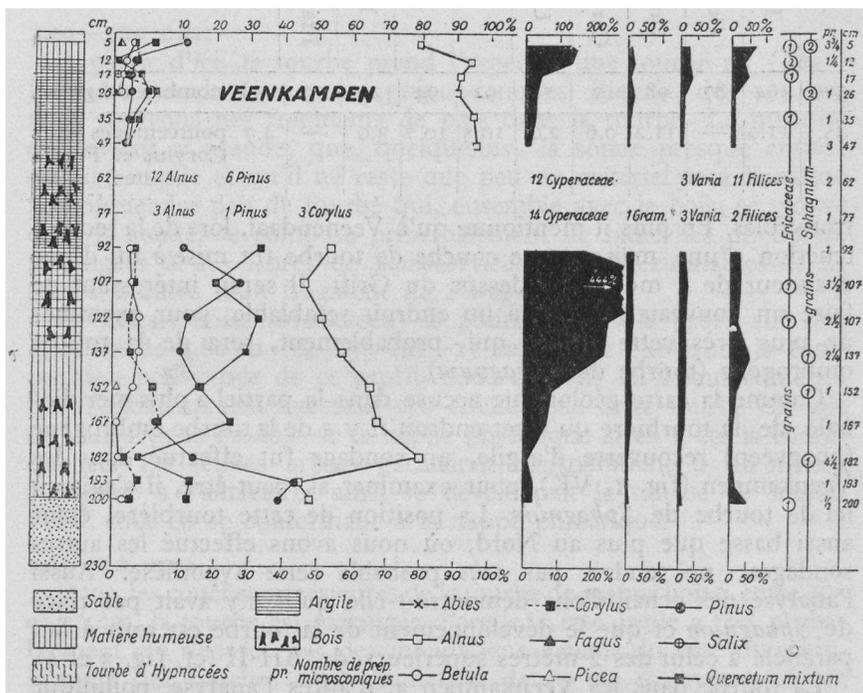


Fig. 4. Diagramme pollinique de V K.

Enfin nous voulons, dans ce chapitre, attirer l'attention sur l'hypothèse de PANNEKOEK VAN RHEDEN (15) qui dit que pendant le Würm III et le début de l'Holocène <sup>1)</sup> il y aurait eu un bras du Rhin, coulant dans la Vallée Gueldroise, bien qu'il soit remarquable (comme le dit aussi cet auteur) que des traces de méandres manquent absolument.

Le fait que nous avons démontré un sédiment eutrophe d'une mare stagnante, daté par nous, grâce à l'analyse pollinique comme

i) L'Holocène succède, d'après les géologues du „Geologische Stichting” immédiatement à la période des toundras, cependant d'autres investigateurs (surtout les palaeobotanistes) elle commence plus tard, à savoir à l'ascension définitive des arbres thermophiles, c.-à-d. au début de la période boréale.

s'étant formé immédiatement après l'époque des toundras, dans la première période du tardiglaciaire (voir le chapitre sur l'analyse pollinique) contredit la présence, à cette époque, d'eau courante aux endroits AH II et BH I, c.-à-d. dans le fond (dalgeul) de la vallée.

Il est impossible, d'après nous, qu'au début de l'Holocène (au sens géologique de ce mot), un bras du Rhin ait coulé à travers la Vallée, à moins que la rivière n'ait eu son lit à côté des endroits aujourd'hui les plus profonds (dalgeul). Dans ce cas, ce lit aurait dû être comblé complètement, puisqu'aujourd'hui on n'en trouve aucune trace.

### III. Analyse pollinique.

C'est, guidé par le diagramme pollinique d'un des plus profonds sondages, que nous allons étudier l'histoire des forêts, qui ressort de l'analyse pollinique des différentes couches de tourbe, formées successivement.

La méthode de travail fut la suivante:

Dans un échantillon de tourbe (contenu de la sonde), une masse d'environ un cc fut découpée à une hauteur déterminée et dans la partie centrale (les parois étant contaminées). Après avoir fait bouillir cette masse pendant quelques minutes avec 10% de KOH, les éléments les plus grossiers furent tamisés. Nous avons centrifugé le reste pendant environ une minute (le nombre de tours du centrifuge est environ 1500 par minute) et du résidu nous avons fait une préparation microscopique avec de la glycérine et colorée de safranine. De cette préparation les grains de pollen furent comptés sur une platine mobile.

Ayant noté 150 grains d'arbres, nous calculons le pourcentage par lequel chaque arbre est représenté dans ce nombre et nous inscrivons cette notation par un signe conventionnel sur l'abscisse, dans le système des coordonnées. C'est ainsi que se forme le spectre pollinique de la couche étudiée. En reliant les mêmes signes des divers spectres polliniques successifs, on obtient le diagramme pollinique, sur lequel on peut constater plus ou moins bien, les proportions variables, tant qualitatives que quantitatives, des divers arbres pendant l'époque à laquelle la tourbe s'est formée.

Quand un échantillon est très pauvre en grains de pollen d'arbres, nous nous contentons parfois de compter moins de 150 grains. Cependant la pratique nous enseigne que ce n'est qu'après avoir compté 150 grains, que les pourcentages trouvés restent à peu près égaux.

Le pollen de *Corylus* est calculé par rapport au total des autres grains. Cet arbuste fait partie du sous-bois. On dit que le *Corylus*,

est représenté pour 100%, quand, à côté de 150 grains d'arbres, on trouve 150 grains de *Corylus*. (2% de *Corylus* représentent donc 3 grains de *Corylus* à côté de 150 grains d'arbres).

Les pourcentages des *Gramineae*, des *Cyperaceae*, des *Filices*, du *Sphagnum*, des *Ericaceae* et des *Varia* (= les herbes restantes) se calculent de la même manière.

A droite du diagramme nous avons noté (sous pr.) le nombre de préparations nécessaires pour compter 150 grains d'arbres.

Ce nombre pourrait donner quelque indice sur l'épaisseur des forêts environnantes à l'époque de la naissance de la couche. Mais il faut tenir compte qu'une fossilisation défectueuse peut aussi engendrer une pauvreté de pollen. Cependant une fossilisation défectueuse est apparente dans les quelques grains encore trouvés, parce qu'ils sont tous plus ou moins corrodés (c'était le cas dans les échantillons de AH II, 120 et 42 cm sous la surface).

Ce nombre de préparations, toutefois, n'est pas une mesure très exacte; une préparation peut contenir plus de matériel qu'une autre; pourtant cette différence peut rester petite à condition de travailler régulièrement.

Cependant n'oublions pas qu'un même résidu de pollen peut donner un différent pourcentage de grains dans la tourbe, selon que cette tourbe croît plus ou moins vite. La tourbe qui croît lentement, aura pu s'assimiler plus de grains de pollen qu'une même quantité se développant plus rapidement.

Quand la proportion du pollen où manque le pollen d'arbres, c-à-d du N.T.P., (Non Tree Pollen, terme dont nous nous servons dans la suite de cette étude) par rapport au pollen d'arbres est changée, en d'autres termes, quand le pourcentage de N.T.P. augmente en même temps que celui du pollen d'arbres diminue, alors, la pauvreté du pollen d'arbres peut étayer la supposition (fondée sur la grande quantité de N.T.P.) qu'on a affaire ici à une région pauvre en forêts.

Voyons maintenant de plus près le diagramme pollinique de **AH II** (fig. 3):

Sur l'abscisse sont donc indiqués les pourcentages de grains de pollen par lesquels les arbres sont représentés dans une couche. L'ordonnée nous donne la profondeur des différentes couches. Le point d'intersection abscisse-ordonnée représente le point le plus profond du sondage.

### **Époque tardiglaciaire.**

*Première période du tardiglaciaire:*

Notre profil commence dans les couches inférieures (325—270

cm), par un pourcentage considérable de *Betula*, à côté de *Pinus* et de *Salix* (*Salix* a un maximum de 35%). Le pourcentage des herbes (*Varia*) surtout atteint un chiffre élevé (à 325 cm: 1020%, dont 700% *Myriophyllum spicatum* L.; à 310 cm: 340%, dont 113% *Myriophyllum* L.). Les *Gramineae* et *Cyperaceae* sont aussi représentés en grand nombre.

Du fait que le sédiment est pauvre en pollen d'arbres (le nombre de préparations (pr) est grand, et les grains trouvés sont bien fossilisés) tandis qu'on y trouve des pourcentages élevés de N.T.P., nous concluons que les arbres ont dû être clairsemés pendant la formation de ce sédiment (période du paysage à parcs). (FIRBAS, 4 et 5).

*Deuxième période du tardiglaciaire:*

Dès 270 cm le *Betula*, prédominant jusqu'ici, est refoulé par le *Pinus*, qui alors prend le dessus. La pauvreté en pollen d'arbres a disparu. Le nombre de grains de N.T.P. a considérablement baissé. Le boisement de la contrée est accompli. (Bois purs de *Pinus* et de *Betula*).

*Troisième période du tardiglaciaire:*

A 225 cm de profondeur nous trouvons les premiers arbres thermophiles: Le *Tilia* (comme représentant la *Chênaie mixte*), l'*Alnus* et le *Corylus*. Peut-être étaient-ils déjà là antérieurement, c.-à-d. lors de la formation de la couche, maintenant, stérile à 240 cm.

## L'Holocène.

*La période boréale,*

que l'on s'accorde à faire commencer lors de l'ascension définitive des arbres thermophiles (7) qui annoncent une amélioration définitive du climat, et à faire se terminer au croisement de *Pinus-Alnus*, n'est représentée que par une couche de faible épaisseur (environ de 210—202 cm).

*La période atlantique.*

On la fait commencer au croisement de *Pinus-Alnus* (202 cm), où *Pinus* descend définitivement à une valeur basse, tandis qu'*Alnus* monte considérablement (ici à 78%). Le croisement a lieu à 48%.

L'aspect de la forêt a définitivement changé maintenant. La *Chênaie mixte* s'est étendue et le *Pin* a été refoulé. *Alnus* a une place importante. La *Chênaie mixte* atteint à 120 cm de profondeur un maximum, garde cette même valeur, sauf quelques oscillations, jusqu'à 42 cm sous la surface, pour diminuer ensuite.

Le décroissement d'*Alnus* de temps à autre, va de pair ici avec

une montée du *Quercetum Mixtum* et de *Pinus*, (ce phénomène se trouve aussi dans les diagrammes du N. O. Polder de MLLÉ POLAK (14), contrairement aux diagrammes de Vriezenveen, (FLORSCHÜTZ et WASSINK, 8), où justement *Betula* compense ce décroissement. De pareils décroissements considérables d'*Alnus* ne se présentent chez nous que dans le diagramme de AH II.

Nous ne trouvons le *Fagus* que sporadiquement et uniquement dans les couches supérieures. Il est impossible de constater la limite empirique du pollen de *Fagus* (c.-à-d. le commencement d'une courbe continue de *Fagus*). La limite absolue de *Fagus* (première apparition de *Fagus*) se trouve à environ 60 cm sous la surface, où le *Fagus* n'est représenté dans la préparation que par un seul grain.

Aucune trace de *Carpinus* n'a été trouvée dans tous les sondages effectués.

Des maxima frappants de *Corylus* ne se présentent pas.

Il est difficile de dire comment dater précisément les couches superficielles. Sans doute nous pourrions les dénommer comme s'étant formées à la fin de l'Atlanticum.

Le fait que le spectre pollinique de la couche supérieure ne possède pas les caractéristiques des formations récentes est remarquable. La question se pose si dans les temps historiques, après les extractions, il ne s'est plus formé de tourbe.

Cependant il est possible que les couches superficielles aient été enlevées (gemoerd), pendant les années de la dernière guerre (1914—'18). (HOOTSEN, 11). Reste à savoir si cela s'est fait sur une grande échelle.

Le phénomène sus-dit a été remarqué aussi par WEEVERS et FLORSCHÜTZ (18), pour la petite tourbière de Hamersveld et a été annoté sur les diagrammes de Breeschoten (près de Renswoude) par TJALLINGII (17). Tant Hamersveld que Breeschoten se trouvent plus au Nord dans la Vallée Gueldroise. La tourbière de Hamersveld présente à sa surface un spectre pollinique atlantique jeune, celle de Breeschoten un spectre boréal. La composition de ces deux tourbières est eutrophe et mésotrophe, sans aucune trace de tourbe oligitrophe (sauf seulement la couche de *Scheuchzeria* de TJALLINGII qui est meso-oligotrophe). A la tourbe du Naardermeer, étudiée par VAN ZINDEREN BAKKER (19), les couches les plus récentes manquent aussi, et son âge peut se dire atlantique ou subboréal. Contrairement à notre tourbière, tant pour le Naardermeer que pour Hamersveld et Breeschoten on n'a pas de preuves de creusements.

Les diagrammes polliniques de ces trois tourbières se rapprochent fort des parties correspondantes de AH II. Seulement TJALLINGII et VAN ZINDEREN BAKKER trouvent un accroissement

de *Corylus*, qui manque absolument dans les sondages de notre tourbière.

Quant au pollen où manque le pollen d'arbres (N.T.P.), les pourcentages de *Gramineae* et de *Varia* restent bas après la première période du tardiglaciaire. Les quantités souvent considérables de grains de *Cyperaceae* et de spores de *Filices* sont probablement dues à des circonstances locales. C'est que, dans une tourbe de radicelles de *Carex*, on peut s'attendre à de grands pourcentages de *Cyperaceae* et l'abondance de sporanges de *fougères* dans la préparation microscopique est l'indice d'une végétation locale de *fougères*.

On ne trouve pas, ou en très petite quantité, de spores de *Sphagnum* et de tétrades d'*Ericaceae*, sauf dans les couches supérieures où, cependant, les pourcentages restent encore minimes.

### Spectre de la couche de mousse vivante.

La où près de Hamersveld (18) la couche de mousse ne semble pas avoir donné une image du résidu du pollen récent, ceci fut bien le cas pour la couche de mousse vivante du Bennekommer Meent, près de BM II.

Nous avons trouvé les chiffres suivants (n'ayant compté que 110 grains):

Tab. II

Abies	Picea	Pinus	Alnus	Ulmus	Quercus	Fagus	Salix	Betula	Corylus	Cyperac.	Gramin.	Varia	Filices	Ericac.	Sphagnum	Pr.
3 2.7	2 1.8	28 25.5	23 20.9	4 3.6	7 6.4	2 1.8	5 4.6	36 32.7	4 3.6	156 141.8	256 232.7	246 223.6	46 41.8	6 5.5	1 0.9	4 nombre pourcentage

En étudiant les chiffres de la tab. II on pourrait reconnaître l'influence des cultures sur la composition des forêts. Les *Alneta* ont disparu et ont été remplacés par les prés. *Pinus* augmente et *Picea* et *Abies* sont présents, tout cela par suite de la plantation. Les pourcentages des *Cyperaceae*, des *Gramineae* et des *Varia* ont considérablement augmenté et pourraient dénoncer un certain déboisement. *Fagus* est aussi représenté. Seuls *Carpinus* et *Tilia* manquent, auxquels cependant on pouvait s'attendre.

Les chiffres sont assez comparables aux résultats de l'étude de Vriezenveen (FLORSCHÜTZ et WASSINK, 9). Seulement, chez nous,

le pourcentage de *Betula* est plus haut, celui du *Quercetum Mixtum* plus bas. La distance minimum entre le point où nous avons prélevé la mousse et les forêts, comporte 3 km.

### Les autres sondages.

Les diagrammes polliniques des autres sondages dans le terrain étudié ici (excepté GL et AH III, qui sont encore insuffisamment examinés), correspondent assez exactement à celui de AH II. Ils commencent généralement d'autant plus tard qu'ils sont moins profonds. Ainsi le diagramme pollinique des Veenkampen (fig. 4), ne commence qu'au début de l'époque atlantique.

La tourbière isolée près du Emmikhuizerberg, quelque peu au Nord de Veenendaal (indiqué sur la fig. 1 comme Em), a d'abord été examinée au point de vue stratigraphique, parce que nous espérons encore trouver ici (espoir non réalisé) de la tourbe de *Sphagnum*.

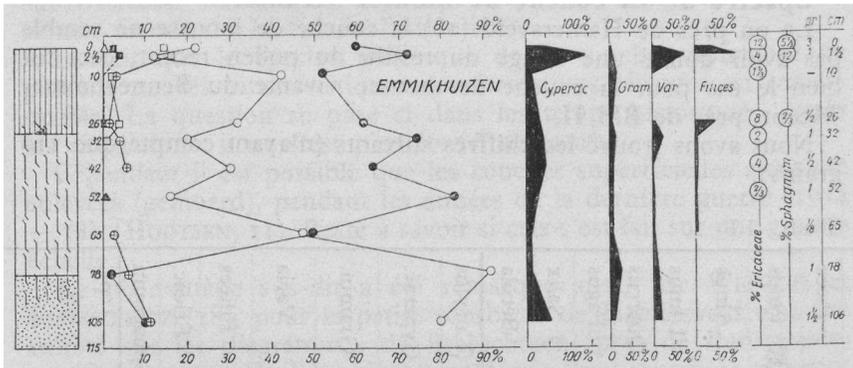


Fig. 5. Diagramme pollinique de Em. (voir la légende de la fig. 4).

Le sondage à 1m15 de profondeur se trouve, tant stratigraphiquement qu'au point de vue de l'analyse du pollen, être comparable à la partie de AH II de 3 m à 2m25 environ.

A 30 cm de sable humeux succèdent 45 cm d'*Hypnaceae*; de là jusqu'à la surface, il n'y a que de la tourbe de radicelles, mais sans bois cependant. La partie la plus ancienne du diagramme possède un sommet de *Betula*; *Salix* figure avec un maximum de 10%. *Pinus* se trouve peu. A 50 cm sous la surface *Pinus* présente un maximum. *Salix* reste peu élevé et *Betula* varie de 15 à 42% jusqu'à la surface. A 32 cm de la surface se présentent les premiers arbres thermophiles. *Pinus* reste haut.

Dans ce diagramme il n'est pas question de pourcentages de N.T.P. élevés. C'est donc que AH II est sans doute plus ancien. Em se termine à la surface dans la troisième période du tardiglaciaire.

En comparant les diagrammes polliniques de la tourbière étudiée, à ceux des quelques tourbières voisines (Hamersveld, Breeschoten, Naardermeer, Soesterveen, de Treek), il est évident qu'il n'y a pas de différences notables, sauf le manque, chez nous, d'un maximum considérable de *Corylus* que l'on trouve bien près de Breeschoten (17) dans le Naardermeer (19) et le Soesterveen (8).

Nous aimerions appeler l'attention sur la conformité que présentent la stratigraphie ainsi que le diagramme pollinique de la partie atlantique des sondages effectués par M<sup>LLE</sup> POLAK (14), dans le N.O. Polder, avec les observations sur la tourbe synchrone faites par nous.

---

## RÉSUMÉ

La tourbière au Sud de Veenendaal, dans la Vallée Gueldroise, ayant environ la forme d'une haltère, a son origine dans une nappe d'eau eutrophe, déjà présente lors de la première phase du tardiglaciaire. Dans les commencements s'y forma un sédiment (sable humeux), qui se composait, outre de restes végétaux, de sable apporté par le vent. Il est impossible qu'un bras du Rhin ait coulé là en ces temps. La tourbe se compose de matières successivement eutrophes et mésotrophes. Une grande partie du profil (depuis le début de l'Atlanticum), est composée de tourbe de marais boisé (Broekveen).

Dans les sondages les plus méridionaux on trouve de l'argile dans les couches supérieures (provenant probablement d'inondations venant du côté du Rhin). A mesure qu'on s'approche du Sud, l'argile occupe une place de plus en plus importante dans le profil.

Il n'est trace de matières oligotrophes (tourbe de *Sphagnum*), ni même dans le sondage VK (Veenkampen), où cependant la carte géologique mentionne une couche d'argile recouvrant la haute tourbière.

La tourbe oligotrophe a sans doute été complètement enlevée par une extraction commencée dès le moyen-âge.

Il apert que l'histoire des forêts que l'on peut constater dans la tourbe, depuis la première phase du tardiglaciaire jusqu'à la fin de l'Atlanticum (première apparition de *Fagus*), est conforme aux résultats acquis pour des tourbières environnantes de cette

même époque, par d'autres investigateurs. Seulement un maximum prononcé de *Corylus* manque dans notre tourbière.

Les couches supérieures de la tourbière ne présentent pas de spectres polliniques récents, mais les spectres qu'on y trouve forment un ensemble harmonieux avec ceux des couches plus profondes.

Nous avons constaté que la couche de mousse vivante, dans le Bennekommer Meent offre un spectre pollinique qui représente assez bien la végétation forestière actuelle.

Nous avons décrit un sondage dans une petite tourbière isolée à l'Est du Emmikhuizerberg, qui offre entièrement un caractère tardiglaciaire.

Au cas où l'examen de GL et de AH III et éventuellement d'autres sondages (encore en projet), nous ouvrirait de nouveaux horizons, nous donnerons en temps et lieu des informations à ce sujet.

Nous avons accompli cette étude au Musée et Herbarium Botanique d'Utrecht (Directeur M. le Professeur A. A. PULLE).

Je tiens à remercier ici M. F. FLORSCHÜTZ pour ses précieux conseils et pour la manière enthousiaste avec laquelle il a bien voulu guider ce travail.

En même temps je veux exprimer ma gratitude affectueuse envers Mlle A. M. J. VAN BERESTEYN pour la traduction dont elle s'est chargée.

#### LITTÉRATURE.

1. Afwatering van de Geldersche Vallei, rapport inzake de —. 's Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij, 1933.
2. BELLEN, H. J., Het veen der Geldersche Vallei en de praehistorie. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., deel 48, 1931.
3. FABER, F. J., Nederlandsche landschappen. Gorinchem, J. Noorduyen en Zoon N.V., 1942.
4. FIRBAS, F., Ueber die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation waldloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. Planta, 22, 19 4.
5. FIRBAS, F., Die Vegetationsentwicklung des Mitteleuropäischen Spätglazials. Bibl. Botanica, H. 112, 1935.
6. FLORSCHÜTZ, F., Spätglaziale Torf- und Flugsandbildungen in den Niederlanden als Folge eines dauernden Frostbodens. Abh. Nat. Ver. Bremen, Bd. 31, 1939.
7. FLORSCHÜTZ, F., Die palaeobotanische Grenze Pleistozän-Holozän in den Niederlanden. Rec. Trav. Bot. Neerl., 36, 1939.
8. FLORSCHÜTZ, F. und G. VERMEULEN, Resultate von Untersuchungen an einigen Niederländischen Mooren, A. Soesterveen. Rec. Trav. Bot. Néerl. 29, 1932.