

KONINKLIJK AARDRIJKSKUNDIG
GENOOTSCHAP VAN ANTWERPEN

V. Z. W. D.

tijdschrift

DEEL LXXX - 1969



1876

SOCIÉTÉ ROYALE
DE GÉOGRAPHIE D'ANVERS

A. S. B. L.

bulletin

TOME LXXX - 1969

KONINKLIJK
AARDRIJKSKUNDIG GENOOTSCHAP
VAN ANTWERPEN

V. Z. W. D.

Tijdschrift

uitgegeven met de steun van de Regering
Ministerie van Nationale Opvoeding en Cultuur

DEEL LXXX - 1969



1876

SOCIÉTÉ ROYALE
DE GÉOGRAPHIE D'ANVERS

A.S.B.L.

Bulletin

édité avec l'appui du Gouvernement
Ministère de l'Education nationale et de la Culture

TOME LXXX - 1969

Secrétariat - Secretariaat
Frankrijklei 64-66, Antwerpen 1
Tel.: 03/31.78.50

Les transformations du paysage végétal
en aval d'Anvers,
depuis la fin de la dernière glaciation

A.V. MUNAUT

Laboratoire de Palynologie de l'Université Catholique de Louvain

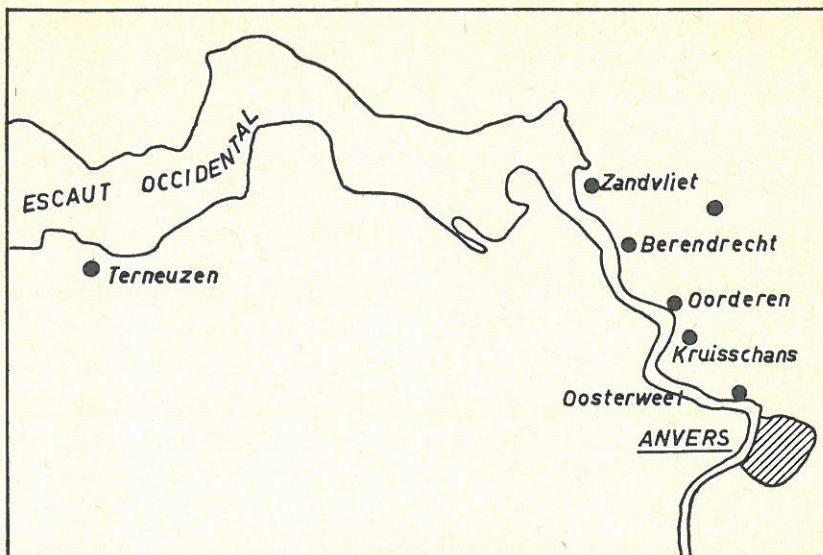
INTRODUCTION

Malgré une stabilité apparente à l'échelle d'une vie humaine, les formations végétales qui se partagent la surface du globe subissent de continuelles transformations. Leur composition résulte d'un équilibre entre la végétation, le climat, le substrat et d'autres facteurs du milieu. Si un seul des facteurs varie, tout l'équilibre en sera modifié.

Or, depuis le début du Quaternaire, notre planète connaît des fluctuations climatiques importantes. A des périodes de refroidissement intense caractérisé par une avancée générale des fronts glaciaires, succèdent des réchauffements prononcés.

Cette alternance de périodes glaciaire et interglaciaire (dont six au moins sont connues en Europe occidentale) ont eu une profonde influence sur la flore de nos régions provoquant la migration ou même la disparition de certaines espèces. Les péripéties de ces transformations ont pu être reconstituées par l'étude des restes fossiles conservés dans divers types de sédiments.

La mieux connue des périodes quaternaires est celle où nous vivons actuellement et qui a débuté il y a 13.500 ans environ après le maximum glaciaire. Cette période a été



Localisation des gisements cités.

étudiée de façon particulièrement détaillée dans les régions bordant le cours inférieur de l'Escaut où de très nombreux gisements tourbeux ont été mis à jour par les grands travaux portuaires. (Fig. 1).

LES TEMOIGNAGES UTILISES

La palynologie, science qui étudie les spores et les pollens, constitue depuis un demi-siècle, l'instrument d'investigation le plus précieux pour le paléobotaniste qui s'intéresse au Quaternaire.

Les principes de cette méthode reposent sur les phénomènes de pollination. Au moment de la floraison, de nombreuses plantes supérieures déversent dans l'atmosphère des quantités énormes de grains de pollen, afin d'assurer la fécondation des fleurs et partant, la formation des graines.

Mais la plupart de ces grains de pollen retombent au sol après un parcours variant généralement de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Ils sont alors détruits s'ils

ne trouvent un milieu favorable à leur conservation (tourbières, sédiments en voie d'accumulation etc...).

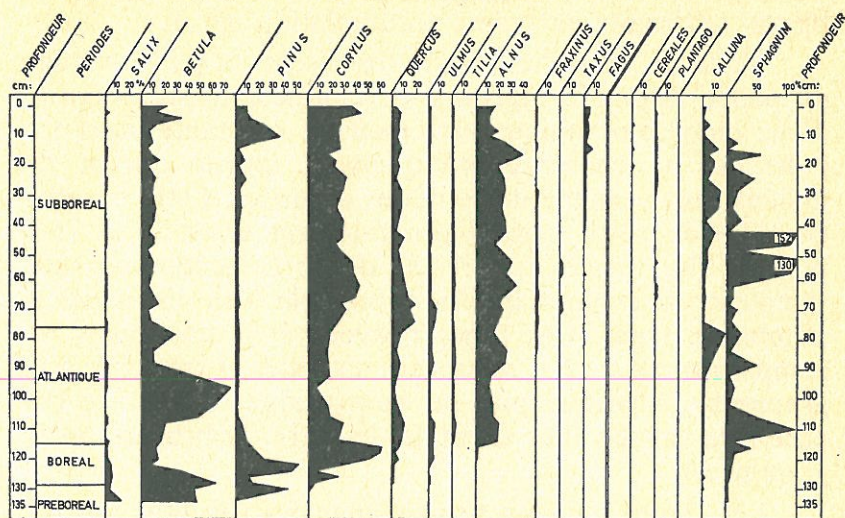
Dans un tel milieu, ils se fossilisent; la partie vivante du pollen disparaît, mais son enveloppe externe constituée d'une matière organique extrêmement résistante (la sporopollenine) se conserve pratiquement intacte durant des millénaires ou même des millions d'années. Cette enveloppe, d'un diamètre variant généralement entre 20 et 75 μ , possède des formes, un relief, des ornementsations suffisamment variés pour qu'il soit possible d'en distinguer de nombreux types. Ces types peuvent être déterminés par comparaison avec des références actuelles et rattachés à un groupe systématique plus ou moins large, variant de l'espèce à la famille (par exemple, le hêtre, la bruyère ou les graminées).

Les spores qui sont formées par des végétaux tels que les mousses ou les fougères, possèdent de nombreuses homologues avec des grains de pollen (dimension, forme, dispersion etc...) quoique leur fonction qui est de disséminer la plante elle-même soit totalement différente.

Si on prélève un échantillon dans un sédiment et que, par un traitement approprié on élimine la matière organique et minérale, on peut sous le microscope (photo 1) identifier et dénombrer les pollens qui s'étaient déposés au moment de son édification. Le « spectre pollinique » ainsi obtenu permet alors de reconstituer de façon valable, l'image de la végétation environnant le point de prélèvement.

Lorsque plusieurs échantillons superposés sont prélevés dans une couche sédimentaire, on peut suivre qualitativement et quantitativement les modifications de la couverture végétale au cours de son édification. Les résultats des analyses sont représentés graphiquement sous forme de « diagrammes polliniques », outil de base des palynologues. (Fig. 2).

L'étude des vestiges plus volumineux, troncs, feuilles, fruits, graines, est également utile pour retracer l'histoire de la végétation, car elle fournit des renseignements com-



ANALYSES: A. MUNAUT

Diagramme palynologique simplifié provenant de Zandvliet.

plémentaires concernant notamment les déterminations spécifiques ou l'écologie de certaines espèces.

En raison du caractère aléatoire de la conservation et de la dispersion des macrofossiles, leur utilisation reste plus délicate pour reconstituer de façon quantitative les transformations de la couverture végétale.

LES PROCÉDES DE DATATION

La chronologie palynologique

Un diagramme pollinique permet de retracer l'histoire de la végétation locale en un point déterminé. La comparaison de plusieurs diagrammes provenant d'une même région naturelle met cependant en évidence, outre des faits strictement liés à des modifications du milieu local, un certain nombre de phénomènes qui se succèdent dans le temps de façon identique dans chaque diagramme. On peut présumer que ces événements observables dans des régions plus

ou moins vastes sont le résultat de modifications climatiques suffisamment marquées pour agir sur l'ensemble de ces territoires. L'effet de ces modifications climatiques agit sur l'immigration, l'extension, le recul, ou même la disparition de certaines espèces végétales. On voit immédiatement que ces successions liées au climat peuvent être utilisées comme des repères chronologiques susceptibles de synchroniser et de dater de façon relative les épisodes relatés dans des diagrammes.

Le tableau I présente la succession des principaux repères palynologiques mis en évidence dans la région d'Anvers. Dans ce tableau figurent également une échelle chronologique absolue, la succession des périodes d'après la nomenclature de BLYT-SERNANDER et la correspondance avec les cultures archéologiques.

La méthode de datation au radiocarbone

L'âge absolu des repères palynologiques a pu être fixé grâce à l'utilisation de la méthode de datation par le radiocarbone ou C^{14} , mise au point il y a une vingtaine d'années par le Professeur LIBBY.

En raison du rayonnement cosmique, des noyaux d'azote sont continuellement transmutés dans la haute atmosphère en un isotope radioactif du carbone ordinaire : le radiocarbone ou C^{14} . Celui-ci se désintègre spontanément suivant une loi exponentielle dont les caractéristiques sont connues. Ainsi, après 5.730 ans, seule la moitié du radiocarbone formé à un moment donné subsiste encore.

Au cours des temps géologiques, un équilibre s'est établi entre la quantité de C^{14} formé et celle qui se désintègre à chaque instant, de telle sorte que la teneur de l'atmosphère en cet élément reste constante.

Le C^{14} formé est oxydé en anhydride carbonique qui rentre dans le cycle biologique par l'assimilation chlorophyllienne. L'être vivant assimile le C^{14} au même titre que le carbone ordinaire et la proportion des isotopes sera semblable dans ses tissus et dans l'atmosphère. Après sa mort, l'assimi-

TABLEAU I

<i>Periodes</i> (B.C. = Before Christ)	<i>Caractéristiques palynologiques</i> (*)	<i>Archéologie</i>
<i>Subatlantique</i> depuis 800 B.C.	<ul style="list-style-type: none"> — Transgression marine — Extension des cultures — Apparition et <i>Carpinus</i> et deuxième maximum de <i>Fagus</i> — Premier maximum de <i>Fagus</i> — Recul définitif de <i>Tilia</i> 	<i>Archéologie</i>
<i>SUBBOREAL</i> 2.500 à 700 B.C.	<ul style="list-style-type: none"> — Recul de <i>Corylus</i> — Apparition de <i>Fagus</i> — Extension de <i>Corylus</i> et des landes à bruyère — Extension temporaire d'<i>Ulmus</i>, <i>Taxus</i>, <i>Fraxinus</i> et recul de <i>Tilia</i> 	<i>Bronze</i>
<i>Atlantique</i> 5.500 à 2.500 B.C.	<ul style="list-style-type: none"> — Diversification des formations forestières en fonction du milieu — Extension rapide d'<i>Alnus</i> et de <i>Tilia</i> 	<i>Néolithique</i>
<i>Boréal</i> 6.700 à 5.500 B.C.	<ul style="list-style-type: none"> — Forte extension de <i>Corylus</i> — Immigration des espèces feuillues tempérées, <i>Quercus</i>, <i>Ulmus</i> 	<i>Mésolithique</i>
<i>Préboréal</i> 8.300 à 6.700 B.C.	<ul style="list-style-type: none"> — Immigration de <i>Corylus</i> — Remplacement de la steppe par des forêts boréales à <i>Betula</i>, <i>Pinus</i> et <i>Salix</i> 	
<i>Dryas recent</i>	Steppe froide	
<i>Allerød</i> 9.900 à 8.800 B.C.	Forêt à <i>Betula</i> , <i>Pinus</i> et <i>Salix</i>	
<i>Dryas moyen</i>	Steppe froide	
<i>Bølling</i> 11.500 à 10.300 B.C.	Formations subarctiques à <i>Betula</i> et <i>Salix</i>	<i>Paléolithique</i>
<i>Dryas ancien</i>	Steppe froide	
HOLOCENE		
TARDIGLACIAIRE		

(*) Ces caractéristiques se succèdent de bas en haut.

lation de C^{14} cesse et si l'organisme est protégé contre la décomposition, sa teneur en C^{14} diminuera progressivement par désintégration. En mesurant la radioactivité d'une matière organique ancienne, il est donc possible d'en fixer l'âge absolu pour autant que celui-ci ne dépasse pas 50.000 ans. La date fournie est entâchée d'une imprécision statistique qui varie de quelques dizaines à quelques centaines d'années suivant le cas.

La radioactivité de la matière organique est extrêmement faible et nécessite pour sa mesure un appareillage très complexe. Ce sont des laboratoires hautement spécialisés qui ont réalisé les datations mentionnées au Tableau II ⁽¹⁾.

La dendrochronologie

En raison de cette imprécision statistique, le C^{14} ne pouvait résoudre certains problèmes particuliers posés par la découverte d'un gisement riche en bois de forte dimension, sis à Terneuzen, aux Pays-Bas.

A cette occasion, il nous fut possible d'utiliser pour la première fois la dendrochronologie pour effectuer une étude paléocéologique sur des arbres sub-fossiles en place.

La dendrochronologie est une méthode de datation extrêmement fine basée sur l'analyse des cernes de croissance des arbres. Dans les régions soumises à un rythme saisonnier annuel, chacun des cernes visibles dans les troncs coupés représente l'accroissement en diamètre du tronc au cours d'une année. L'épaisseur de cet accroissement varie d'une année à l'autre.

Quand on mesure avec précision les cernes formés par des arbres appartenant à une même espèce, ayant vécu simultanément dans des régions soumises à un climat identique, on constate que les variations annuelles d'épaisseur se succèdent dans chacun de ces arbres suivant des séries

⁽¹⁾ Lv = Laboratoire de datation C^{14} de Louvain, Département de physique nucléaire, Université de Louvain. GrN = C^{14} Laboratorium, Physics Laboratory, University of Groningen.

TABLEAU II

<i>Caractéristiques palynologiques</i>	<i>Date C¹⁴ et références</i>	<i>Localité</i>
<i>Subatlantique :</i>		
Deuxième maximum de Fagus et courbe continue de Carpinus	270 B.C. ± 70 Lv 248	Oorderen
Premier maximum de Fagus	320 B.C. ± 100 Lv 117 400 B.C. ± 110 Lx 254 440 B.C. ± 110 Lv 249	Terneuzen Zandvliet Oorderen
<i>Subboréal :</i>		
Recul de Corylus	1310 B.C. ± 110 Lv 121 1330 B.C. ± 150 Lv 95	Terneuzen Austruweel
Chute définitive d'Ulmus et extension de Corylus	1550 B.C. ± 110 Lv 118 1800 B.C. ± 100 Lv 122 1840 B.C. ± 160 Lv 255 1850 B.C. ± 70 Lv 250 1940 B.C. ± 150 Lv 96	Terneuzen Terneuzen Zandvliet Oorderen Austruweel
Début de l'extension subboréale d'Ulmus	2330 B.C. ± 130 Lv 116 2530 B.C. ± 110 Lv 256 2640 B.C. ± 110 Lv 123 2800 B.C. ± 140 Lv 251	Terneuzen Zandvliet Terneuzen Oorderen
<i>Bølling :</i>	10380 B.C. ± 120 GrN-3049 10390 B.C. ± 120 GrN-3052 10510 B.C. ± 140 GrN-2548	Stabroek Stabroek Stabroek

Remarque : B.C. = Before Christ = date avant notre ère.

comparables. Le sens des variations dépend en grande partie de l'action des facteurs climatiques. Ainsi, une année particulièrement chaude et humide provoquera la formation d'un cerne plus large que ses voisins; à une année froide ou sèche correspondra un cerne particulièrement mince.

La succession des variations observées au cours de périodes suffisamment longues (plus de 50 ans) forme des séries irréproductibles dans le temps. On peut observer cette

propriété, qui est à la base même de la méthode, à l'aide de courbes dendrochronologiques, où figurent en abscisses les années successives et en ordonnées, l'épaisseur des cerne correspondants. En superposant année par année les courbes contemporaines, on constate des ressemblances (voir la Fig. 3 comme exemple) qui n'apparaissent jamais si les courbes sont appariées au hasard.

Dès lors si l'on observe des séries suffisamment semblables dans des échantillons d'âge inconnu, on peut admettre qu'ils sont contemporains et chaque cerne sera daté de façon relative; l'ensemble constitue une chronologie relative. Il s'agira d'une chronologie absolue si l'âge d'un des éléments constitutifs est connu de façon absolue par sa date d'abattage.

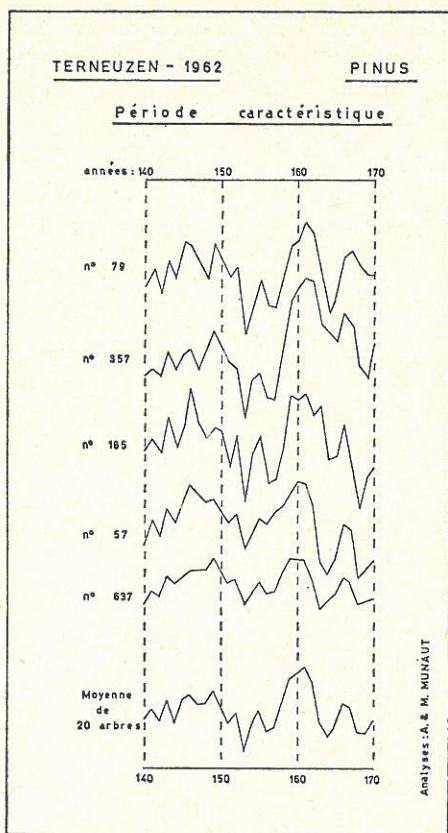
Différents tests sont utilisés pour vérifier la validité de ces synchronisations graphiques.

LES RESULTATS

Le reconstitution suivante est basée sur l'ensemble des travaux réalisés par divers auteurs qui ont étudié les gisements indiqués sur la carte (Fig. 1). Il s'agit de MULLENDERS (Oosterweel, inédit), MUNAUT (Oorderen, Berendrecht, Zandvliet, Terneuzen) et VANHOORNE (Kruis-schans, Stabroek).

La figure 2 constitue un exemple simplifié d'un de ces diagrammes palynologiques. Il provient d'une couche de tourbe, épaisse de 1,35 m., située à l'extrémité Est de l'écluse de Zandvliet. La période couverte s'étend de la fin du Tardiglaciaire à la fin du Subboréal. On peut y observer les principales caractéristiques de ces périodes telles qu'elles sont décrites dans les pages suivantes.

Les espèces les plus importantes sont représentées par une colonne où figurent en abscisses les pourcentages polliniques atteints à chaque niveau analysé et en ordonnées l'échelle des profondeurs.



Comparaison entre 5 courbes dendrochronologiques individuelles et la courbe moyenne obtenue pour vingt arbres, durant une période particulièrement caractéristique.

(Cliché : Agricultura)

Le réchauffement post-glaciaire

Au maximum de la glaciation de Würm, nos régions étaient couvertes d'une steppe froide, constituée exclusivement d'espèces herbacées. Le climat, de type périglaciaire, était extrêmement rigoureux; l'absence quasi totale d'arbres indique un isotherme du mois le plus chaud inférieur à 10°.

L'immigration forestière ne s'est pas faite progressivement, mais par à-coups à la faveur d'oscillations climatiques temporaires durant le Tardiglaciaire et d'une amélioration définitive au seuil de l'Holocène (vers 8.300 B.C.). Les deux oscillations tardiglaciaires connues sous le nom de Bølling et d'Allerød ont duré chacune un millénaire environ. Au cours de ces périodes, diverses espèces arborescentes ont fait une apparition assez marquée avant de disparaître au profit de la steppe lorsque le froid redevenait plus vif. Durant le Bølling (11.500 B.C. à 10.300 B.C.) s'étend une maigre végétation arbustive composée principalement de bouleaux (*Betula*) et de saules (*Salix*) parmi lesquels les saules nains (*Salix herbacea et retusa*) jouent certainement un rôle important. Ce type de végétation ne constituait en quelque sorte que l'avant-garde de la forêt. Au cours de l'Allerød (de 9.900 B.C. à 8.800 B.C.) l'amélioration climatique est nettement plus marquée et une végétation forestière fermée apparaît. Elle est d'abord constituée de bouleaux, puis de pins, durant une phase plus océanique où s'étendent sphaignes et éricacées.

Le Tardiglaciaire a été mis en évidence aux portes mêmes d'Anvers, à Stabroek, par DE CONINCK, P. GRE-GUSS et R. VANHOORNE (1966) et dans la Campine proche, à Beerse, par DE PLOEY (1961).

Vers 8.300 avant notre ère, débute le réchauffement Holocène. A ce moment, les espèces herbacées reculent considérablement au profit d'une forêt du type « taïga », à pins et à bouleaux. Les plantes steppiques, telles que le plantain (*Plantago*), l'héliathème (*Helianthemum*), l'armoise (*Artemisia*) disparaissent complètement, de même qu'une plante arctique alpine très caractéristique durant les épisodes tardiglaciaires, la sellaginelle (*Sellaginella selaginoides*).

Les témoins de cette période appelée « Préboréal » sont rares dans la région anversoise et n'apparaissent qu'à Zandvliet.

Une fois la forêt définitivement installée, on peut suivre l'apparition timide, puis de plus en plus marquée, d'espèces qui exigent davantage de chaleur pour prospérer. Il s'agit

tout d'abord du noisetier (*Corylus*), bientôt suivi par le chêne (*Quercus*) et l'orme (*Ulmus*).

Le noisetier prend même au cours de la période « Boréal » une extension énorme et il devait former de véritables peuplements denses sur les sols minéraux (Berendrecht, Zandvliet).

Plus tard, au début de la période « Atlantique » (vers 5.500 B.C.), le tilleul (*Tilia*), l'aulne (*Alnus*) et le frêne (*Fraxinus*) atteignent nos régions.

Il est à remarquer qu'une succession analogue se retrouve actuellement quand on considère la limite septentrionale par ces espèces forestières en Scandinavie.

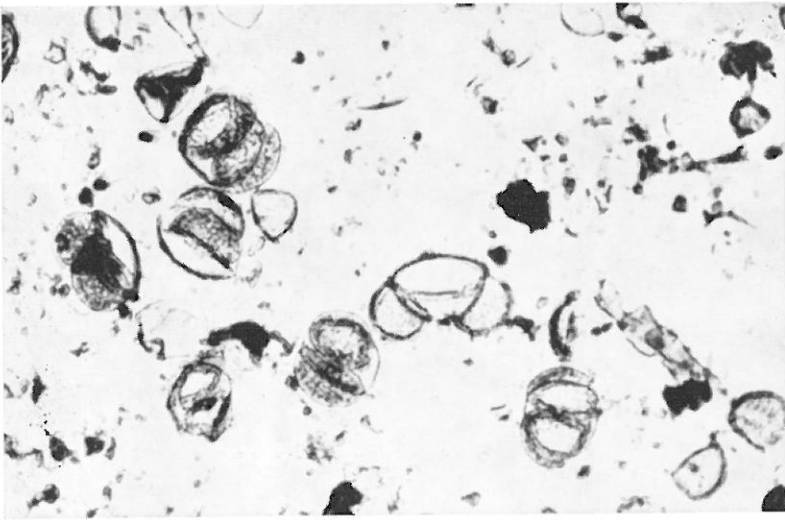
La forêt diversifiée

Au commencement de l'Atlantique, la plupart des espèces arborescentes qui font actuellement partie de nos forêts sont en place. La concurrence commence à jouer entre elles. Chaque milieu est occupé par les espèces les mieux adaptées aux conditions qui y règnent. La forêt se diversifie et seule une étude détaillée effectuée dans chacun de ces milieux est à même de le démontrer.

C'est ainsi que l'étude palynologique des sols sableux trouvés à Terneuzen, à Zandvliet, Berendrecht, Oorderen, a montré que des forêts riches en coudrier et tilleul prospéraient sur ce type de substrat. Suivant l'humidité du sol, l'aulne pouvait s'y mêler en quantité plus ou moins notable.

L'abondance du tilleul sur sable durant la période Atlantique serait liée à des conditions climatiques un peu plus favorables que celles que nous connaissons maintenant dans nos régions. De nos jours, il faut descendre dans le bassin parisien, c'est-à-dire, sous un climat un peu plus chaud et un peu plus sec que le nôtre pour trouver sur sable des forêts riches en tilleul.

Durant l'Atlantique, les tourbières qui s'étendent sous l'influence d'une remontée généralisée de la nappe phréatique, présentent également des physionomies très variées.



Grains de pollen de pin sylvestre agrandis $\times 400$ au microscope.

(Cliché : Industrie)

Certaines sont déboisées et couvertes de plantes herbacées où abondent les graminées, les cypéracées et la fougère des marais (*Dryopteris thelypteris*). Cette fougère est devenue très rare dans notre pays où il ne subsiste plus que quelques stations. Il faut aller dans certains marais du Pas-de-Calais (Marais de Balençon, près du Touquet par exemple) pour trouver actuellement un paysage équivalent à celui qui a dû couvrir des milliers d'hectares dans la région scaldisienne au cours de l'Holocène.

En d'autres points, la tourbe s'est accumulée sous le couvert aulnaies comme en témoigne l'abondance du pollen d'aulne et des fragments de bois identifiés à certains niveaux.

La forêt fossile de Terneuzen.

Mais à côté de l'aulne, le bouleau, le chêne et surtout le pin sylvestre pouvaient jouer un rôle important dans le boisement des tourbières.

Ceci a pu être étudié en grand détail à Terneuzen où en 1962, l'Ingénieur Jan TRIMPE BURGER, Conservateur au Service Archéologique d'Amersfoort, signalait une découverte extraordinaire. Le creusement d'un réservoir d'eau douce à proximité du canal Gand-Terneuzen, avait mis à jour sur plus de deux hectares, les restes d'une véritable forêt. Par un hasard bénéfique, le fond de l'excavation correspondait précisément à un niveau où étaient enracinées les souches (photo 2). Sur 2 ha, 722 souches de pins sylvestres, 32 chênes et 58 bouleaux ont pu être observées en place. Les pins étaient particulièrement bien conservés. Les souches dont la base était encore recouverte d'écorce avaient été cassées à quelques dizaines de centimètres au-dessus des contreforts des racines. Celles-ci étaient traçantes et largement étalées autour du tronc, comme le cas est fréquent sur les sols à nappe phréatique superficielle. Le diamètre moyen des souches atteignait 30 cm et variait entre 5 et 85 cm. Une telle densité (361 souches/ha) et de telles dimensions sont entièrement comparables à celles qu'on trouve actuellement dans des pineraies âgées installées sur sol minéral !

Outre les souches en place, on pouvait observer de nombreux troncs couchés (photo 3), dont le plus long atteignait encore 18 m avec un diamètre de 30 cm à la base. La présence de moignons de branches sur les fûts couchés permettait de relever la direction de chute. Il était aisé de constater que la plupart des troncs étaient orientés entre le nord-est et le sud-est. Les pins avaient donc été cassés et jetés à terre par des vents d'ouest. Or, à l'heure actuelle et dans les mêmes régions, les vents dominants et les vents de tempête viennent d'une direction sud-ouest. Peut-être faut-il voir là un indice d'une modification dans le régime des vents ?

On pouvait également observer à la surface du sol de nombreuses plaques d'écorce et des milliers de cônes de pins qui gardaient encore des graines ailées entre leurs écailles. L'ensemble évoquait à s'y méprendre l'aspect d'une forêt récemment mise à blanc.

Et cependant, les datations C^{14} en ont fixé l'âge absolu aux environs de 2.500 avant notre ère.

D'après les observations stratigraphiques, l'analyse palynologique ou les datations C^{14} , il était impossible de décider si tous les pins observés avaient vécu simultanément et avaient formé une véritable forêt, ou bien, s'il s'agissait d'individus ayant crû isolément en différents moments. Il était difficile également d'émettre des hypothèses concernant l'installation et la disparition de ces arbres.

Ces renseignements ont été fournis par la Dendrochronologie. Afin de réaliser ce travail, 56 souches de pins de tous diamètres et provenant d'arbres isolés ou groupés ont été choisis à travers toute la surface inventoriée.

Après analyse et représentation graphique des mesures, 49 souches ont pu être synchronisées entre elles et de ce fait, considérées comme contemporaines. Les résultats d'analyse ont été portés sur le graphique (Figure 4) où sont indiquées :

- la position des arbres synchronisés par rapport à la chronologie relative;

— l'année relative de mort des arbres, dont le dernier cerne était connu grâce à la présence d'écorce. Ces arbres sont marqués d'une croix.

Etant donné le mode d'échantillonnage, il était raisonnable de transposer les conclusions suivantes à l'ensemble des arbres observés.

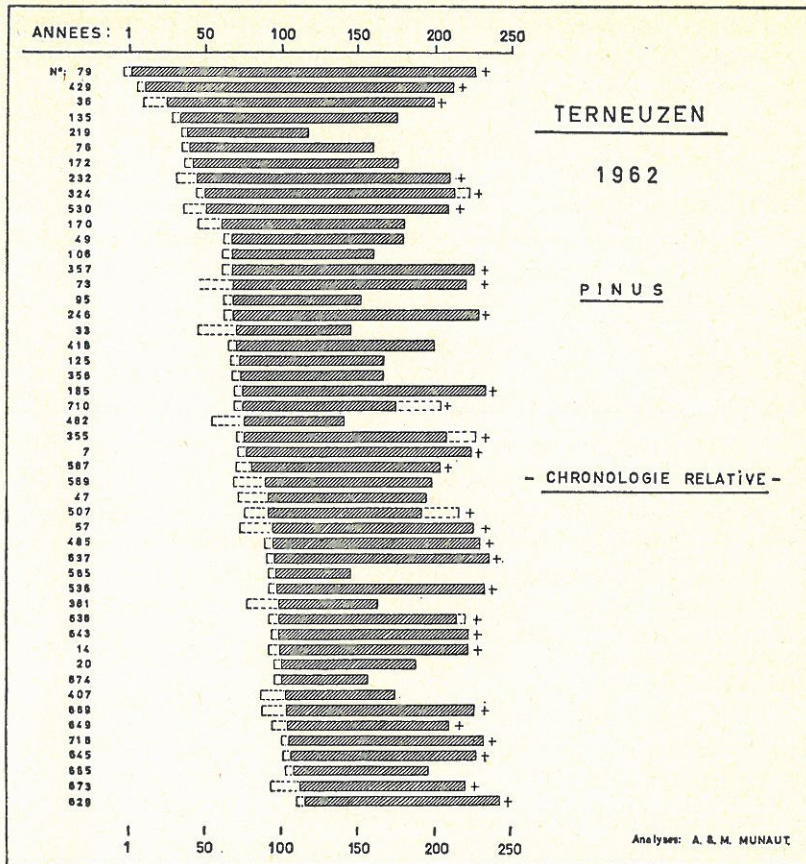
1°. On peut constater que tous les échantillons ont eu une période de vie commune. Tous les arbres ont donc vécu simultanément. Ils formaient une véritable forêt.

2°. Il existe un décalage important (115 ans) entre les naissances. La densité observée a été atteinte progressivement et correspond au stade terminal de la pineraie.

3°. Les morts sont davantage groupées (50 ans) mais elles ne sont pas simultanées. On peut rejeter l'hypothèse d'une destruction catastrophique de la forêt par suite d'une tornade, d'une tempête ou d'une inondation subite. Les morts ne résultent pas davantage d'un vieillissement de l'arbre. L'arbre le plus vieux qui atteignait 225 ans est mort pratiquement en même temps que le plus jeune qui n'avait que 115 ans.

Il fallait donc attribuer la disparition de la forêt à un facteur externe dont l'action, quoique rapide, n'avait pas été instantanée.

On pouvait émettre l'hypothèse suivante : par suite d'une remontée assez rapide de la nappe phréatique, les conditions deviennent défavorables aux pins qui sont progressivement asphyxiés. Les arbres meurent sur pied les uns après les autres. L'écorce se desquame et tombe au pied des souches. Les branches cassent et finalement, le tronc est particulièrement attaqué à la base où il se brise sous l'effet des vents violents. Ces phénomènes correspondent aux observations faites sur le terrain à Terneuzen ainsi qu'aux constatations que l'on peut faire aujourd'hui à propos des arbres morts sur pied. L'âge, les dimensions et la forme des pins sylvestres de Terneuzen indiquent une parfaite adaptation de ces arbres au milieu où ils vivaient. Il s'agissait très probablement d'un écotype particulier aujourd'hui disparu de nos régions.



La chronologie relative de Terneuzen.

(Cliché : Agricultura)

Il faut remarquer que des pineraies locales ont prospéré dans les tourbières de Zandvliet et d'Oorderen jusqu'au début de notre ère. Leur disparition semble davantage liée à la destruction de leur habitat par les transgressions marines et non à une incompatibilité climatique, comme le voudraient certains phytogéographes qui situent la Belgique en dehors de l'aire actuelle du pin sylvestre.



Vue générale du site de Terneuzen.

(Cliché : Agricultura)



*Vue de la partie sud du site de Terneuzen : à l'avant-plan
un tronc couché.*

(Cliché : Industrie)

Une extension subboréale de l'orme

Dans la plupart des diagrammes palynologiques provenant d'Europe occidentale, on note à la fin de l'Atlantique une brusque diminution des pourcentages d'orme. Cette chute de l'orme a été datée à de très nombreuses reprises aux environs de 3.000 B.C. L'explication de ce recul reste encore hypothétique. Certains y voient l'effet direct d'une modification climatique, d'autres difficile à préciser, d'autres, le résultat d'une maladie épidémique comparable à l'attaque cryptogamique qui détruit depuis quelques dizaines d'années la plupart des ormes de nos régions, d'autres enfin l'attribuent aux pratiques néolithiques utilisant les branches feuillées d'orme comme fourrage⁽²⁾. Cette chute classique de l'orme n'apparaît pas clairement dans la région anversoise. Par contre, dans tous les diagrammes, une extension de cette espèce se marque au début du Subboréal. Plusieurs datations ont confirmé le synchronisme de cette extension qui dure de 2.500 à 1.800 B.C. environ. La poussée de l'orme s'accompagne également d'une légère augmentation des pourcentages de frênes et de l'apparition temporaire de l'if (*Taxus baccata*).

Ces phénomènes n'ont jamais été mis en évidence dans d'autres régions et constituent jusqu'à présent l'une des particularités remarquables de l'histoire des formations végétales dans l'estuaire actuel de l'Escaut.

Etant donné les exigences climatiques de ces trois espèces, il n'est pas impossible que cette période initiale du Subboréal ait été caractérisée par un climat relativement doux et pluvieux de type océanique.

La présence de l'if dans les tourbières

A l'heure actuelle, l'if peut être abondant dans certaines forêts bretonnes, sur substrat neutre ou légèrement acide, [LAMI et GEHU (1963)] tandis que dans nos régions les

⁽²⁾ Ces pratiques sont encore d'usage actuellement, notamment en Norvège méridionale dans la région des fjords, entre Kristiansund et Bergen.

rare stations naturelles qui subsistent encore sont localisées sur substrat calcaire et souvent rocailleux (DUVIGNEAUD J., 1965).

Il est donc intéressant de noter qu'au Subboréal, l'if prospérait dans des plaines basses et humides. Bien plus, cet arbre a probablement vécu dans les tourbières elles-mêmes. En effet, de nombreux troncs d'if munis de racines ont été extraits d'une excavation exécutée à Terneuzen. Il n'a pas été possible de voir ces souches en place, à cet endroit, mais le palynologue anglais GODWIN a décrit en 1935 plusieurs coupes provenant d'East Anglia où figuraient de nombreuses souches d'if.

Cet arbre est donc bien susceptible de vivre dans des bois marécageux.

Jusqu'à présent, le pollen de l'if n'a été décelé du moins en Belgique que dans les diagrammes d'Oorderen, Zandvliet et Terneuzen !

La péjoration climatique

Dans nos régions, le réchauffement holocène a atteint son maximum durant la période Atlantique. Quoique les faibles variations climatiques qui caractérisent l'Holocène soient difficiles à chiffrer, la plupart des auteurs s'accordent à reconnaître que la température du mois le plus chaud devait dépasser de 2 ou 3° les valeurs actuelles pour une température hivernale équivalente. Ces données ont été obtenues en étudiant en détail le comportement de certaines espèces⁽³⁾ à la limite de leur aire actuelle d'extension (réduction de leur aire maximale d'extension, réduction de leur fréquence pollinique, etc...).

Au cours du Subboréal, la température diminue pour atteindre ses valeurs les plus basses au début du Subatlantique, tandis que la pluviosité et peut-être la nébulosité augmentent. La première victime est le tilleul qui disparaît progressivement. Au contraire, le noisetier est d'abord fa-

(3) Telles que le coudrier, le lierre, le houx, le gui.

vorisé et il reprend une importance parfois comparable à celle qu'il avait connu dans le Boréal.

Le hêtre est nettement avantagé par ces modifications. Présent en faible quantité au Subboréal, il s'étend à l'âge du Fer. Quoiqu'il n'ait jamais été abondant dans les plaines basses bordant l'Escaut, il progresse jusque vers 3000 avant notre ère, pour décliner ensuite, tandis que le charme, dernier venu de nos arbres, fait une très timide apparition.

Cette évolution climatique a également des répercussions sur les tourbières; l'augmentation de la pluviosité favorise la formation des tourbières tombées, extrêmement acides où abondent sphaignes et éricacées.

Le lessivage accentué des sols sableux facilement dégradés, favorise l'apparition des phénomènes de podzolisation. Cette podzolisation va de pair avec une extension des landes à bruyère, sous l'influence des pratiques pastorales inaugurées par l'homme.

L'apparition de l'homme

Durant des centaines de millénaires, l'homme vivait de chasse et de cueillette. La densité de population était faible et les déplacements continuels qu'exigeaient cette économie de subsistance ne modifiaient pas suffisamment la végétation pour qu'il soit possible d'en observer l'effet dans les diagrammes palynologiques.

Lorsque la révolution néolithique s'opère, l'impact causé par l'élevage et par l'agriculture sur les paysages naturels devient beaucoup plus évident.

Mais force nous est de reconnaître que dans les régions qui nous préoccupent, l'arrivée de l'homme néolithique se marque peu.

Durant tout le Subboréal, les pollens de céréales restent exceptionnels et n'ont été observés qu'à Oorderen, tandis que les plantes rudérales, « mauvaises herbes » qui accompagnent l'agriculteur dans ses déplacements, sont rares (voir en particulier la courbe du plantain [*Plantago*] (dans le diagramme Fig. 2).

Il faut attendre le début du Subatlantique (vers 700 B.C.) c'est-à-dire, l'âge du Fer pour que les manifestations de l'homme soient plus apparentes à Zandvliet et à Oorderen tandis qu'elles manquent totalement à Terneuzen.

Au début de notre ère, une présence continue et proche, qui se traduit par des pourcentages réguliers de céréales, se marque à Zandvliet et à Oorderen.

Ces observations s'accordent bien avec les remarques faites par les archéologues qui, jusqu'à l'époque romaine, n'ont jamais décelé une abondante présence humaine aux environs immédiats des tourbières qui nous préoccupent.

Les transgressions marines

Dans un ouvrage récent JELGERSMA (1961) démontre que depuis la fin du Boréal (c'est-à-dire vers 6.000 avant notre ère), le niveau de la mer du Nord avait remonté régulièrement de la côte —20 jusqu'au niveau actuel. Cette remontée du niveau moyen de la mer provoquait un relèvement général de la nappe phréatique dans les régions basses voisinant les côtes. C'est à ce phénomène que nous avons fait allusion pour expliquer l'extension des surfaces tourbeuses au cours de l'Atlantique.

Au début du Subatlantique, le niveau de la mer rejoint celui des tourbières qui sont dans certains cas remplacées par de vastes plans d'eau douce où abondait une végétation aquatique.

Mais bientôt la mer submerge les paysages qui viennent d'être évoqués. Une abondante sédimentation argileuse ensevelit définitivement les tourbières sous une couche qui peut dépasser 2 m et qui constitue la surface actuelle des polders. La date exacte de la transgression est encore difficile à préciser. Les niveaux de tourbe les plus récents ont été formés, d'après le C¹⁴ entre 200 et 300 B.C. L'extension marine ne peut donc être antérieure à cette période. D'après les arguments archéologiques, elle est considérée comme post-romaine. Il s'agirait donc du Dunkerque II.

CONCLUSIONS

Nous avons essayé de résumer en quelques pages les péripéties subies par la végétation qui couvrait les plaines proches de l'Escaut actuel depuis le début du réchauffement post-Würmien. Cette synthèse, basée sur des arguments fournis par diverses disciplines, reste bien entendu provisoire. Des recherches toujours plus poussées, utilisant des techniques de plus en plus précises, compléteront ou nuanceront au cours des années à venir, ce qu'une telle reconstitution garde de trop schématique ou catégorique. Il n'en reste pas moins que la région que nous avons envisagée a déjà fourni des informations extrêmement précieuses, utiles tant au forestier qu'au géographe ou au géologue.

BIBLIOGRAPHIE

- DE CONINCK F., GREGUSS P., VAN HOORNE R. — 1966 — La superposition de dépôts tourbeux datant des oscillations Allerød et Bølling à Stabroek (Belgique). *Pédologie*, 16, 293-308.
- DE PLOEY J. — 1961 — Morfologie en kwartier-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen. *Acta Geographica Lovaniensia*, 1, 130 pp.
- DUVIGNEAUD J. — 1965 — Un site menacé de destruction : le Franc Bois de Lompret. *Les Naturalistes Belges*, 46, 441-461.
- GODWIN H. and M.E., CLIFFORD M.H. — 1935 — Controlling factors in the formation of peat deposits, as shown by peat investigations at wood fen, near Ely. *Journal of Ecology*, 23, 509-535.
- JELGERSMA E. — 1961 — Holocene sea level changes in the Netherlands, Mededely van de Geologische Stichting. Série C, 6, 9-100.
- LAMI R. et GEHU J.M. — 1963 — La forêt de Beffou et ses ifs. *Revue « Peen ar Bed »* N.S. 4, 102-115.
- MULLENDERS W., COREMANS M., KNOP Ch. — 1959 — Analyse de la tourbe d'Austruweel (Darse V). Inédit.
- MUNAUT A.V. — 1967 — Recherches paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique. *Acta Geographica Lovaniensia*, 6, 191 p.
- VANHOORNE R. — 1951 — Evolution d'une tourbière de plaine alluviale au Kruisschans (Anvers, Belgique). *Bull. Inst. Royal Sciences Natur. Belg.*, 27, 1-20.