

*André Cailleux*

*Paris*

## ACTIONS DU VENT QUATERNAIRES PREWURMIENNES EN EUROPE

### Sommaire

Succédant au Tertiaire, où les marques d'action du vent sont rares ou localisées (grains ronds-mats dans l'Eocène de Noirmoutiers... etc) les plus anciens dépôts quaternaires, en de très nombreuses régions comportent de telles marques: cailloux éolisés à Sylt, dans les sables antérieurs aux plus anciennes moraines, et à Asch-en-Campine, vers la base du Pléistocène. Grains de quartz ronds-mats, façonnés par le vent dans la glaciation les graviers rouges de Sénart près Paris (Villafranchien probable), dans la glaciation la plus ancienne d'Allemagne du Nord (Elster); dans les sables antérieurs aux plus anciennes moraines de fond de Saxe et de Pologne, près de Varsovie, dans la moraine rissienne des Pays-Bas et avant, dans certains dépôts icéniens marins fossilifères, dans le Forest-Bed de Cromer et dans le Weybournien, dans les argiles de Bruges près Bordeaux, dans les sables à Elephas méridionalis du Velay, dans la plus ancienne terrasse du Cher près de Selles, et dans le Quaternaire ancien de Vendée. Loess villafranchien de Saint-Vallier. Sauf quelques cas douteux (près de Nanter) l'action du vent a été commandée par le climat froid, périglaciaire qui entravait la végétation et mettait le sol à nu.

### CRITERES D'ACTION DU VENT

Les différentes marques géologiques de l'action du vent, dans les séries stratigraphiques, ont des fréquences et des conditions d'interprétation très sensiblement différentes:

1° Les cailloux de 20 mm et plus façonnés par le vent sont rares dans le Quaternaire antéwurmien, mais d'autant plus significatifs; en effet, le moindre remaniement par l'eau efface très vite la netteté de leurs arêtes et leur poli caractéristique. De sorte que, dans les couches où on les trouve, il y a les plus grandes chances (disons: 99 sur 100) que l'action du vent ait été du même âge (à l'échelle des temps géologiques) que le dépôt final.

2° Au contraire, les grains de sables quartzeux de 0,5 à 1 mm de long, ronds et mats, exigent pour être façonnés un temps très long (bien des petites dunes littorales n'en ont pas, ou moins de 5%) mais gardent longtemps leur aspect, même s'ils sont ensuite repris par l'eau ou par la glace. Chaque fois qu'on en rencontre dans une série, il faut toujours se demander s'ils ne sont pas remaniés d'une série plus ancienne (en Europe: Cambrien, Dévonien, Trias, etc.), ce qui se reconnaît surtout aux traces de ciment ferrugineux ou quartzeux. Dans ce qui suit, sont retenus seulement les façonnements quaternaires sûrs, caractérisés par des quartz

ronds-mats, propres, sans trace de ciment; ils sont bien plus répandus, en Europe, que les cailloux éolisés.

3° Les loess, par leur granulométrie (prédominance de la fraction de 10 à 50  $\mu$ , voir triangle de Doormal et Edelman) se distinguent bien des limons de rivière; mais faute d'étude comparative sur les loess de pays chaud (Tunisie, Tripolitaine; fech-fech) leur caractère froid ne doit être admis provisoirement que sous réserve; sur une même coupe, la ressemblance entre les loess Wurm, authentiquement froids, et les éventuels loess sous-jacents plus anciens (Riss) peut être un argument suffisant.

#### ANCIENNETE DU VIEUX QUATERNAIRE

Dans ce qui suit, nous opposerons au Quaternaire récent, ou Wurm, un Quaternaire moyen ou Riss et un Quaternaire plus ancien. Mais il ne faut pas se dissimuler que les durées en sont inégales. Le milieu du froid Wurm se situe peut-être entre —10 000 et —50 000 ans, le milieu du froid Riss entre —40 et —120 000 (suivant les auteurs). Quant aux froids très anciens — Villafranchien; Gunz et Prégunz — plusieurs faits montrent qu'ils remontent bien plus loin dans le passé (—500 000 à —3 000 000, suivant les auteurs). Récemment Choubert a souligné à juste raison ce fait pour le Maroc. Il en va de même en Islande, où le Quaternaire ancien (la formation dite de la *palagonite*, avec ses formations glaciaires) exceptionnellement bien conservé grâce à la tectonique d'effondrement, a en moyenne 200 m de puissance, contre une vingtaine pour le Quaternaire récent (et moyen?), ce qui indiquerait bien une durée dix fois plus longue, environ. Nous devons avoir ces faits présents à l'esprit en étudiant les actions du vent dans le Quaternaire d'Europe, si nous voulons en dresser un tableau proportionné.

#### POLOGNE

Au-dessus du Pliocène (argiles de Poznań) où le pourcentage des ronds-mats est infime (1% à Varsovie), le préglaciaire karpathique fluviatile (pliocène ou quaternaire ancien?) tantôt, et surtout vers la base, en renferme très peu (5 à 10%), mais bien plus souvent, et notamment vers le sommet, en renferme beaucoup (jusqu'à 80 et 90%). Ceci montre que le refroidissement du climat, générateur de conditions sévères, désertiques, a précédé de loin l'arrivée de l'inlandsis nord-européen sur la Pologne moyenne. D'où deux conclusions:

1° L'extension de l'inlandsis est probablement la conséquence du refroidissement du climat, et non sa cause.

2° Les premiers déserts froids datent ici du plus vieux Quaternaire connu.

Ensuite, les grains ronds-mats restent abondants: à Varsovie, de haut en bas:

Moraines de la dernière glaciation L4 (= Wurm)	70 %
Sables (interglaciaire L3—L4)	80 %
Moraine de la glaciation ancienne L3 (= Riss)	65 à 70 %
Préglaciaire à matériel nordique (= fluvioglaciaire très probablement)	70 à 80 %

Ailleurs, en Pologne moyenne et du Sud, il arrive souvent qu'en s'élevant dans la série, le pourcentage moyen augmente un peu (ex.: sondages de Łuków, Skarżysko-Kamienna, Warka): de glaciation en glaciation, les marques d'action du vent se sont ajoutées sur les grains.

#### ALLEMAGNE \*

Les grains ronds-mats propres, très rares dans le Tertiaire (0 à 5% près de Leipzig et de Hambourg) et dans certaines alluvions locales actuelles venues du Sud (rivière Gera à Arnstadt 5%), sont au contraire nombreux dans tout le Glaciaire nordique, et parfois même avant, dans le Préglaciaire (tabl. I). Les faits et les conclusions sont donc exactement les mêmes qu'en Pologne. Dans les sables azoïques appelés pliocènes de l'île de Sylt, on a trouvé des cailloux façonnés par le vent. Relèvent-ils d'un désert semi-aride chaud, ou au contraire périglaciaire? La question est posée.

Tableau I

Pourcentage des grains ronds-mats propres, parmi les quartz d'environ 0,7 mm

Kiel, Glaciaire Warta (= moyen = Riss)	55 à 60	
Iéna, Glaciaire Saale (= ancien = Mindel?)	40	
Erfurt Glaciaire Elster (= très ancien = Gunz?)	40 à 50	
Lauenburg près Hamburg, Glaciaire très ancien	50 à 55	
Lauenburg près Hamburg, préglaciaire à Cardium	50 à 55	
Probstheide	Moraine quaternaire	40 à 45
près Leipzig	Préglaciaire	<div><div>Sable à</div><div>gravier</div><div>Sable blanc</div><div>sans gravier</div></div> <div><div>sommet</div><div>base</div></div>
(Saxe)	local	
		45
		20
		0 à 5

\* Pour le classement des localités, les frontières adoptées ici sont, comme dans ma thèse (1942), celles en vigueur au 1er janvier 1937.

## DANEMARK

Tableau II

Pourcentage des grains ronds-mats propres, parmi les quartz d'environ 0,7 mm  
Danemark et environs

Deuxième Interglaciaire (Riss—Wurm)	Varde	70
	Tranderup Klint, sable coquiller surmontant l'argile à <i>Cyprina</i>	60 à 65
	Ristinge Klint, sable à Moll. d'eau douce	60 à 65
Premier Interglaciaire (Mindel—Riss?)	Sable à flore chaude, Copenhague	65
	Sable à <i>Mya</i> de Hostrup	45
	Sable à <i>Ostrea</i> de Tarbeck et de Blankenese (Allemagne)	40
Varde, forage, Quaternaire, profondeur 75 à 59 m		10 à 15
Varde, forage, Tertiaire		5

Il est bien probable que les grains éoliens, présents dans les interglaciaires, ont été façonnés avant. Donc ici, comme ailleurs, l'action du vent a commencé avec le début du Quaternaire.

## PAYS—BAS

Tableau III

Pourcentage des grains ronds-mats propres, parmi les quartz d'environ 0,7 mm

Basse terrasse II <sub>g</sub> Valk et Wageningen nordique et avec solifluxion (Wurm?)	60 à 70
Moraines et fluvio-glaciaire (Riss?) 20 à 80%. Moyenne	50
Préglaciaire II <sub>o</sub>	20
Icénien marin	Breda 20
fossilifère	Tilburg, Rosmalen, environ 5
Tertiaire.	Néogène. 0 à 12%. Moyenne 5

Aux Pays-Bas, le Tertiaire marin contient en outre beaucoup de grains émoussés-luisants, façonnés par frottement dans l'eau. Ces grains persistent dans l'Icénien et le Préglaciaire, attestant l'importance, bien naturelle ici, des actions littorales. Il n'en reste pas moins que l'éolisation nette (20%) apparaît déjà dans le Préglaciaire, et dans l'Icénien de certaines localités (Breda), ce qui conduit à situer l'Icénien non pas dans le Tertiaire, mais déjà dans la base du Quaternaire, en accord avec les travaux récents des stratigraphes et des paléontologues.

## BELGIQUE

Tableau IV

Pourcentage des grains ronds-mats propres, parmi les quartz d'environ 0,7 mm

Quaternaire marin. Esschen et Merxplas	50 à 75
Icénien. Maeseyck en Campine, sables fluviatiles à débris végétaux, forage entre alt. + 10 et - 15	+ de 50
Icénien marin. Esschen et Merxplas en Campine, forage	5 à 10

Observations et conclusions: comme aux Pays-Bas.

## ILES BRITANNIQUES

Tableau V

Pourcentage des grains ronds-mats propres, parmi les quartz de 0,7 mm

Glaciaire d'origine scandinave (Riss)	Hornsea (Yorkshire)	25 à 30
	Cromer	30 à 35
Icénien	Forest-Bed de Cromer, estuarien	40 à 45
	Weybournien marin	40 à 45

En Angleterre, comme sur le continent voisin, l'action éolienne commence dès l'Icénien, et même les marques en sont déjà très fortes. Les glaciaire Riss d'origine scandinave est riche encore en grains éoliens, et il a du mérite; car au départ, en Norvège, au pied des montagnes, tous les quartz sont non-usés. Non seulement il a fallu que le grand glacier traversât, en poussant du matériel, tout l'actuel fond de la Mer du Nord, mais encore a-t-il fallu que devant lui des terres fussent à sec, où le vent pût sévir; même compte tenu d'apports possibles de l'Est, il est bien probable qu'au cours de la progression Riss le fond-même de la Mer du Nord était émergé, et soumis au même genre d'action du vent que les plaines de l'Est, en Allemagne et en Pologne.

## FRANCE

Les témoignages sont ici variés.

## LOESS

1. Villafranchien. A Saint-Vallier (Drôme) des loess à bancs durcis sont datés par une très abondante faune villafranchienne (*Equus stenonis*, *Mastodon arvernensis*, etc.) et par des Mollusques à affinités pliocènes nettes.

2. Riss. Dans le bassin du Rhône, de très belles coupes, levées avec

beaucoup de soin, ont montré à Bourdier (1958) des loess anciens séparés par des sols d'altération. Il faut attribuer ces loess au Riss, ou même à une époque plus ancienne, car ils sont surmontés des deux ou trois loess wurmiens bien connus, et ils en sont séparés par un net sol d'altération.

En contre-bas du plateau de Saint-Vallier, les limons de Beausemblant ont montré à Bourdier plus de 15 couches à surface lehmifiée, superposées en deux séries: les plus récentes sont peut-être Riss. Dans le Midi de la France, Bonifay a trouvé des loess Riss, surmontés par un sol d'altération puis par deux ou trois loess wurmiens. Des loess anciens, dont l'âge Riss a été établi de façon analogue, ont été décrits antérieurement en de nombreuses régions. A Saint-Pierre-lès-Elbeuf près de Rouen, on a trois limons Riss (loess ancien). En Picardie, on a des loess Riss et plus anciens.

#### CAILLOUX ÉOLISES

Au Chemin-Nantais, près de Nantes, des quartz et silex de 20 à 80 mm, dont certains montrent un façonnement typique par le vent, sont inclus dans la base de graviers stratifiés rouges subhorizontaux épais de 3 à 4 m, reposant sur des sables rouges pour lesquels on peut raisonnablement hésiter entre Eocène, Miocène supérieur ou Pliocène. L'éolisation est-elle de type subaride chaud, ou périglaciaire? La question est posée. Il en va de même des quartz, quartzites et grès éolisés, à arêtes et cupules, associés aux sables éolisés de Vendée littorale, selon M. Ters.

A l'Ouest de Vienne (Isère), à Sainte-Colombe, des loess à bancs durcis probablement quaternaires anciens présentent à leur base des cailloux éolisés typiques et nombreux (Bourdier 1958).

A Soleilhac (Haute-Loire), dans les monts du Velay, dans le gisement à *Elephas antiquus*, *Rhinoceros etruscus* et Cervidés, d'âge villafranchien probable, les plaquettes de basalte (comme d'ailleurs les grains de sable quartzueux) montrent un façonnement certain par le vent. Elles y ont d'autant plus de mérite que l'entourage montagnard est en général peu favorable à ce genre de façonnement. D'autre part, un climat chaud est exclu par l'altitude et un climat aride par la flore associée. C'est donc un désert froid qu'il faut ici envisager; le très fort aplatissement des plaquettes basaltiques (longueur + largeur divisées par deux fois l'épaisseur = 6 à 7) témoigne dans le même sens.

#### GRAINS RONDS-MATS PROPRES, PARMI LES QUARTZ DE 0,5 A 1 MM

1. Près de Paris, ces grains caractéristiques de l'action du vent sont très rares dans le Miocène, vers l'altitude de 150 m (1%). Si on suit alors les étapes si nettes de l'enfoncement des vallées, on trouve les résultats suivants:

Vers 110 m d'altitude, à Yerres, graviers rouges fluviaux sans fossiles, peut-être pliocènes. Ronds-mats: 8%, indiquant un très léger début de façonnement possible. Est-il du type subaride-chaud ou périglaciaire? M. Avnimelech trouve les cailloux du même gisement exactement patinés comme ceux du semi-désert actuel d'Israël.

Vers 90 m, aux Bergères et à Sénart, graviers fluviaux sans fossiles, bien stratifiés aux Bergères; grains ronds-mats très propres très sûrs, 26 à 37%, indiquant une action éolienne aussi forte que dans les deux étapes suivantes, et également périglaciaire. Autrefois rangés dans le Pliocène; l'éolisation m'incite à y voir du Quaternaire très ancien.

Vers 50 m, hauts-niveaux de Belgrand, terrasse Mindel ou plutôt Riss. Grains ronds-mats nets: 15 à 20%.

Vers 35 m, bas-niveaux de Belgrand, terrasse Riss ou plutôt Wurm. Grains ronds-mats nets: 15 à 25%.

Le lit majeur actuel de la Seine est vers 30 m.

2. A Saint-Prest (Eure-et-Loir), dans le gisement à faune Saint-prestienne, donc quaternaire ancien, 15 à 20% des grains de quartz sont ronds-mats propres: action du vent bien probable.

3. Près de Selles-sur-Cher (Loir-et-cher), la plus ancienne terrasse du Cher renferme déjà des grains ronds-mats propres.

4. En Vendée littorale (Ters) des sables feldspathiques à grains ronds-mats ont recouvert la région; parfois, ils semblent encore bien en place (le Pin en Saint-Révérend). Plus souvent ils sont remaniés: dans une nappe alluviale ancienne allant de Massif d'Avrillé aux sables d'Olonne; et dans les terrasses fluviales d'altitude relative 50 m, 25 m et 15 m. Il y a donc eu en Vendée au moins une éolisation antérieure à la terrasse de 50 m. Fut-elle tertiaire et subaride, ou quaternaire et périglaciaire? Ici encore la question est posée.

5. Près de Bordeaux, à Bruges, dans les sables interstratifiés dans les argiles de Bruges à *Elephas meridionalis* et à *Trogontherium Boisvilleti*, donc du Quaternaire ancien, magnifiques grains ronds-mats propres.

6. Velay (Haute-Loire). Grains de quartz émoussés-mats et quelques ronds-mats typiques, dans les trois remblaiements successifs villafranchiens fossilifères à Denise (altitude relative 150 m), au Crozas (10%; altitude relative 90 m; avec *Mastodon arvernensis*) et à Soleilhac (voir plus haut pour les cailloux éolisés).

7. Bassin du Rhône. A Tourdan, au-dessus d'une terrasse Mindel, se trouvent des sables à grains éolisés rubéfiés, recouverts par des limons jaunes qui sont des loess rissiens.

## CONCLUSION

Dans tout le domaine de l'Europe moyenne étudié ici, de la France et de l'Angleterre à la Pologne, des actions du vent très fortes sont attestées suivant les cas par des cailloux façonnés, par des loess, et plus souvent encore par des grains de sable façonnés. Absentes du Tertiaire franc, elles apparaissent dès le début du Quaternaire, avec les premiers refroidissements glaciaires et la faune villafranchienne, et elles continuent dans les phases froides suivantes, entre autres le Riss, et bien entendu aussi le Wurm. Elles témoignent de déserts et semi-déserts froids, périglaciaires.

Antérieurement, y eut-il en Europe des éolisations subarides chaudes, d'âge pliocène inférieur ou moyen? La question est posée, non résolue.

## Bibliographie

- Bordes, F. 1954 — Les limons quaternaires du Bassin de la Seine: stratigraphie et archéologie paléolithique. *Arch. Inst. Pal. Hum.*, mém. 26, Paris; 427 p.
- Bourdier, F. 1958 — Le bassin du Rhône au Quaternaire. Thèse Sciences, Paris.
- Bout, P., Cailleux, A. 1950 — Actions éoliennes au Villafranchien et au Pléistocène ancien en Velay. *C. R. som. Soc. Géol. France*; p. 268—269.
- Cailleux, A. 1942—43 — Les actions éoliennes périglaciaires. *Mém. Soc. Géol. France*, N. Sér., t. 21, mém. 46; p. 1—176.
- Cailleux, A. 1943 — Les alluvions anciennes de la Seine et de la Marne au voisinage du confluent. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. 44, no 212; p. 39—61.
- Cailleux, A. 1946 — Signification stratigraphique des cailloux et des sables éolisés dans le Quaternaire de l'Europe moyenne. *Sess. extr. Soc. Belges Géol.*, Bruxelles-Gand; p. 318—322.
- Cailleux, A. 1951 — Interprétation climatique des éolisations pliocènes et quaternaires en France. *C. R. som. Soc. Géol. France*; p. 45—46.
- Movius, H. L. 1949 — Villafranchian stratigraphy in southern and southwestern Europe. *Jour. Geol.*, vol. 57; p. 380—412.
- Poser, H., Cailleux, A. 1950 — Interprétation climatique du gisement villafranchien de Saint-Vallier (Drôme). *C. R. som. Soc. Biogéogr.*, no 236; p. 118—119.
- Ters, M. 1951 — Sols polygonaux dans l'île de Ré (Charente maritime). *C. R. som. Soc. Géol. France*; p. 649—652.
- Ters, M. 1952 — Les formations quaternaires de l'île de Ré. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. 49, no 234; p. 25—38.
- Ters, M. 1953 a — Action morphologique des phénomènes périglaciaires dans la région littorale vendéenne. *Bull. Ass. Géogr. Français*, no 233—234; p. 78—87.
- Ters, M. 1953 b — Existence d'un désert froid au Quaternaire ancien dans la région littorale vendéenne. *Bull. Soc. Géol. France*; 6<sup>e</sup> sér. t. 3; p. 355—368.
- Ters, M. 1954 — La surface d'érosion post-hercynienne en Vendée littorale. *Norôis*, no 4; p. 373—389.



- Ters, M. 1955 — La terrasse fluvio-périglaciaire de la Vie, en Vendée. *Bull. Ass. Géogr. Français*, no 249—250; p. 62—74.
- Ters, M. 1957 — Limons éoliens en Vendée littorale. *C. R. Acad. Sci.*, t. 244; p. 3162—3164.
- Ters, M. 1958 — Permanence et ancienneté des grandes lignes du réseau hydrographique et du relief en Vendée côtière occidentale. *Ann. Géogr.*, no 359; p. 1—11.
- Ters, M., 1959 a — Étude géomorphologique de la région littorale vendéenne. Thèse Lettres, Rennes.
- Ters, M. 1959 b — Le Crétacé de la Vendée littorale. Etude paléontologique, sédimentologique et paléogéographique. *Congrès Soc. Sav. Dijon*.
- Ters, M., Buge, E., Freneix, S. 1958 — L'Helvétien de la région littorale vendéenne. Situation et paléontologie des gisements. Etude sédimentologique et paléogéographique. *Congrès Soc. Sav.*, Aix; p. 77—88.