

UNIVERSITE
d · E · B · O · U · R · G · O · G · N · E

ISSN 1144-2263

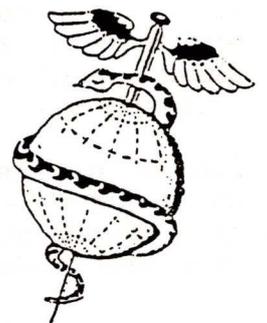
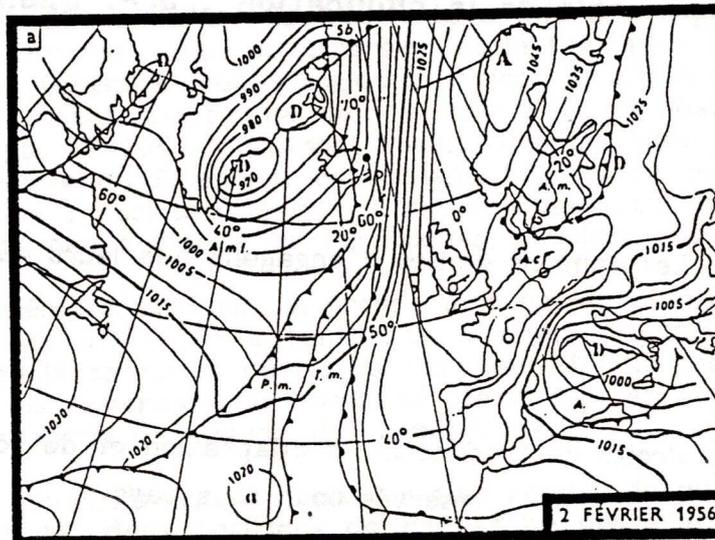


CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

CLIMAT ET SANTÉ

CAHIERS DE BIOCLIMATOLOGIE
ET BIOMÉTÉOROLOGIE HUMAINES

N° 8



GRUPEMENT DE RECHERCHE "CLIMAT ET SANTE"
G.D.R. 102
FACULTE DE MEDECINE
7, Boulevard Jeanne d'Arc
F-21033 DIJON Cedex
France

~1992~

COMITÉ DE LECTURE

Jeanne-Marie AMAT-ROZE, Maître de conférences de géographie tropicale à l'Université de Paris IV (Sorbonne); **Jean-Pierre BESANCENOT**, Directeur de recherche C.N.R.S. à Dijon, Directeur du GDR "Climat et Santé"; **Michel BOULANGÉ**, Président de l'Université de Nancy I, Professeur d'hydrologie et climatologie médicales; **Jean-Claude COHEN**, Ingénieur Météo-France, Le Bourget; **Maryse DESROZIERS**, Professeur à l'Ecole Nationale de la Météorologie, Toulouse; **Jean-Pierre DIDIER**, Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université de Bourgogne; **Gisèle ESCOURROU**, Professeur de climatologie à l'Université de Paris IV (Sorbonne); **Jean FAIVRE**, Professeur de gastro-entérologie à l'Université de Bourgogne, membre du Comité national des Registres; **Henri PICHERAL**, Professeur de géographie humaine à l'Université Paul Valéry de Montpellier, Directeur de l'Atelier de géographie de la santé.

Responsable de la publication : **J.P. BESANCENOT**.

Les opinions émises n'engagent que leurs auteurs.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction réservés pour tous pays.

© 1992 G.D.R. "Climat et Santé" (C.N.R.S.)

Editorial

Trois thèmes dominant ce huitième numéro de *Climat et Santé*, diffusé avec un retard de deux mois que nos lecteurs voudront bien excuser.

La recherche de **corrélations entre le temps qu'il fait et diverses pathologies aiguës** a retenu la majorité des auteurs. L'infarctus du myocarde, en particulier, fournit la matière des travaux de G. Le Moigne (pp. 7-24) et de I. Vuori (pp. 25-46). Le premier s'interroge sur la possibilité de transposer à la pointe de Bretagne la classification biométéorologique des types de temps mise au point en région parisienne. Le second, à partir de l'exemple finlandais et en s'appuyant sur un dépouillement fouillé de la littérature internationale consacrée à la question, réfléchit aux diverses modalités d'action du froid sur l'athérosclérose coronarienne et, par suite, sur le risque de cardiopathies ischémiques. Dans une revue bibliographique détaillée, M. Aubert (pp. 115-132) approfondit l'influence des orages, en élargissant la pathologie prise en compte à l'ensemble des maladies vasculaires aiguës, neurologiques ou cardiaques, ainsi qu'aux suicides et tentatives de suicide. Dans un esprit un peu différent, J.P. Malaper (pp. 47-66) tente de vérifier les présomptions qui pèsent sur les variations de la pression atmosphérique à l'origine de la mort subite inexplicquée du nourrisson, dont on ne saurait trop rappeler qu'elle constitue désormais la première cause de mortalité infantile, périodes périnatale et néonatale exclues.

Un deuxième volet concerne les **pollens et pollinoses**. J.P. Borra *et al.* (pp. 67-87) détaillent les résultats d'une campagne de mesures qui permet de séparer, dans la dispersion et le transport des grains, ce qui revient aux facteurs météorologiques *stricto sensu* et ce qui est conditionné par l'état électrique de l'atmosphère. M. Barneoud-Rousset et M. Toumi (pp. 89-100) fournissent ensuite une première ébauche du calendrier pollinique de Briançon, en soulignant la présence de pollens d'origine lointaine : ceci prouve que la simple observation phénologique locale ne suffirait pas à apprécier les risques encourus par les allergiques.

La troisième orientation, à proprement parler **bioclimatique**, conduit M. Boko (pp. 101-113) à tenter de cerner une réalité ambiguë, en l'occurrence la sensation de temps lourd en Afrique occidentale, et à en identifier les répercussions possibles, tant sur les maladies endémiques que sur la force de travail des populations.

Enfin, avant les traditionnels comptes rendus de publications récentes (pp. 141-154), deux positions de recherche provenant de l'Institut de Médecine d'Etat d'Arkhangelsk (pp. 133-136 et 137-140) ouvrent des perspectives nouvelles, à l'interface de la biochimie et de la bioclimatologie. Nous serions heureux de recevoir davantage de ces positions de recherche, où les auteurs prennent date avant même de disposer de résultats définitifs, en exposant brièvement leurs projets, en expliquant leurs motivations et en présentant les méthodes qu'ils comptent utiliser. C'est ainsi que *Climat et Santé* pourra suivre au plus près l'évolution de nos disciplines.

J.P.B.

Sommaire

| | |
|--|------|
| Editorial | 3. |
| Articles | |
| G. LE MOIGNE, <i>Infarctus du myocarde et types de temps à la pointe de Bretagne</i> | 7. |
| I. VUORI, <i>Le coeur et le froid. Réflexions à partir du cas finlandais</i> | 25. |
| J.P. MALAPER, <i>La mort subite inexplicée du nourrisson et la pression atmosphérique dans deux départements bretons</i> | 47. |
| • J.P. BORRA, A. GOLDMAN, M. GOLDMAN, R.A. ROOS, J.P. SUTRA, <i>Mesures polliniques, météorologiques et électriques en atmosphère non urbaine. Compte rendu préliminaire d'observations (printemps 1991)</i> | 67. |
| M. BARNEOUD-ROUSSET, M. TOUMI, <i>Une année d'analyse pollinique à Briançon</i> | 89. |
| M. BOKO, <i>La "sensation de temps lourd" dans le Golfe de Guinée (Afrique occidentale)</i> | 101. |
| Revue bibliographique | |
| M. AUBERT, <i>Orages et pathologies vasculaires neurologiques ou cardiaques, suicides et tentatives de suicide</i> | 115. |
| Positions de recherche | |
| L.N. TERNOVSKY, V.A. TERNOVSKAIA, R.P. NARTSISSOV, <i>Le milieu extérieur, l'état psychique des étudiants et l'état enzymatique des lymphocytes</i> | 133. |
| V.A. TERNOVSKAIA, A.A. DREGALO, L.N. TERNOVSKY, R.P. NARTSISSOV, <i>Milieu intérieur de l'organisme humain et position sociale : corrélation entre l'état enzymatique des lymphocytes et la condition sociale des ouvriers et des employés</i> | 137. |
| Notes et comptes rendus (J.P. BESANCENOT) | |
| <i>Hippocrate, précurseur de la bioclimatologie humaine</i> | 141. |
| <i>Sur le contexte météorologique des urgences neuropsychiatriques à Dijon</i> | 144. |
| <i>Infarctus du myocarde et températures en Nouvelle-Zélande</i> | 146. |
| <i>Le quatrième congrès italien d'aérobiologie</i> | 147. |
| <i>Asthme et climat à Bamako</i> | 149. |
| <i>Urbanisation et confort climatique à Koweït City</i> | 150. |
| <i>Les incendies de puits de pétrole au Koweït et leurs effets sur la santé en Arabie Saoudite</i> | 152. |
| <i>L'évaluation des bioclimats froids</i> | 153. |
| Table des matières | 155. |

Mesures polliniques, météorologiques et électriques en atmosphère non urbaine

Compte rendu préliminaire
d'observations (printemps 1991)

par **Jean-Pascal BORRA**,
Alice GOLDMAN,
Max GOLDMAN,
Rein André ROOS,

*CNRS : Laboratoire de Physique des Décharges,
Ecole Supérieure d'Electricité,
Gif-sur-Yvette*

et **Jean-Pierre SUTRA**,
*CNRS : GDR 102 "Climat et Santé",
Dijon*

RÉSUMÉ. - *Un compte rendu préliminaire d'observations portant sur la période du 1^{er} avril au 20 mai 1991 permet de comparer les variations subies par les Concentrations de Pollens Atmosphériques (CPA), par les paramètres météorologiques et par les caractéristiques électriques de la basse atmosphère. C'est en présence d'un Gradient Vertical de Potentiel (GVP) positif, avec de faibles variations par rapport à la moyenne, que la dispersion des pollens d'arbres est la plus marquée. Le transport des grains, qui repose sur un modèle de mécanique classique (postulant que les forces de déplacement par le vent l'emportent sur les forces de sédimentation), semble être assisté par des forces électrostatiques. C'est en tout cas l'interprétation que l'on peut faire des concordances de phase, partielles ou totales, entre d'une part l'apparition et la disparition des pollens atmosphériques, d'autre part le gradient vertical de potentiel.*

Ceci se vérifie dans 49 des 59 cas traités. Néanmoins si, par son signe et sa stabilité, le GVP paraît favorable à la dispersion des pollens, les paramètres météorologiques restent primordiaux pour déterminer le nombre de grains détectés chaque jour; une température nocturne élevée, une amplitude thermique journalière importante, une humidité relative faible et un vent soufflant à plus de 3 m/s se retrouvent presque systématiquement à l'origine des CPA les plus fortes. Le couplage de mesures météorologiques et électriques devrait permettre d'évaluer en temps réel la CPA, puis de prévoir les périodes de dispersion atmosphérique des pollens à proximité de leur source.

ABSTRACT. - POLLINIC, METEOROLOGICAL AND ELECTRICAL DATA IN A NON-URBAN ATMOSPHERE. - Over the period from April 1st to May 20th, 1991, a preliminary report allows us to compare concentrations of airborne pollens, meteorological parameters and electrical characteristics of the low atmosphere. The separation of days with high and low pollen counts can be made either by meteorological or electrical parameters. The days with low variations of a positive Vertical Potential Gradient (VPG) show high pollen counts. The transport of grains (laying on a model of classical mechanics : displacement forces thanks to the wind > sedimentation forces) seems to be assisted by electrostatical forces. Actually, perfect and/or partial simultaneity has been observed between pollen counts and VPG (in 49 cases among the 59 total peaks). For the other 10 peaks, 4 could correspond to fallout because neither the apparition nor the disparition of airborne pollens are in phase with the wind or the VPG. For the last 6 peaks, they may be due to mechanical resuspension by strong wind. Nevertheless, if the sign and the stability of the VPG seem to account for pollen dispersion, its intensity doesn't seem to influence the quantity of detected pollens. It is clear that meteorological factors are primordial concerning the number of pollens counted each day; a high nocturnal temperature with an important thermic daily amplitude, a low relative humidity and a strong wind (> 3 m/s) lead to relatively high pollen counts. However, the number of airborne pollens is clearly increased after a period with low concentration of pollens in the air, when the liberation of grains is impossible but mostly when the atmospheric dispersion is inhibited.

Mots clés : Pollen - Aéropalynologie - Météorologie - Electricité atmosphérique - Atmosphère non urbaine.

Key words : Pollen - Aeropalynology - Meteorology - Atmospheric electricity - Non-urban atmosphere.

Grains de pollen et spores fongiques constituent une fraction non négligeable du contenu particulaire total de l'atmosphère, notamment dans la couche d'échanges. Si la libération des masses polliniques dépend de la maturité des plantes émettrices (c'est-à-dire de la saison) et, plus précisément, de conditions météorologiques favorables, il en va de même, en aval, pour la dispersion et le transport des pollens (L. Edmonds, 1979).

En effet, le transfert de ces corpuscules vers l'atmosphère repose essentiellement sur des processus physiques (déchirement de l'anthere, libération des grains, dispersion mécanique par le vent), chacun étant gouverné par des paramètres environnementaux différents, mais inter-corrélés. Néanmoins, à la suite des travaux de W.S. Benninghoff (1978, 1987), de S.A. Corbet *et al.* (1982), de K.J. Niklas (1985) et de M.T. Cerceau-Larrival *et al.* (1992), il a paru intéressant de comparer les mesures de Concentrations Polliniques Atmosphériques (CPA) avec les conditions météorologiques et les caractéristiques électriques de la basse atmosphère, qui en sont le reflet (J.A. Chalmers, 1967). On peut ainsi espérer mettre en évidence une éventuelle influence du Gradient Vertical de Potentiel (désormais noté GVP), ou champ électrique terrestre, sur la dispersion atmosphérique des pollens.

Nous présentons ici un compte rendu préliminaire d'observations sur un site non urbain, pour un début de saison pollinique (du 1^{er} avril au 20 mai 1991) où 95% des pollens détectés sont des pollens d'arbres.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

La station d'observation de la basse atmosphère (dans les 10 premiers mètres au-dessus de la surface du sol) est située à 150 kilomètres à l'ouest de Paris (Nocé : 0°57'E., 48°55'N.), dans une zone rurale que l'on peut considérer comme non polluée, du fait d'un trafic automobile quasi nul et de l'absence d'industries.

A. LES PARAMETRES ÉTUDIÉS

Les différentes mesures, électriques, météorologiques et aéropolliniques, sont toutes réalisées sur le même site.

Le principe des mesures électriques et météorologiques ne sera pas détaillé ici, mais est accessible (R.A. Roos et M. Goldman, 1990). Le GVP est mesuré à l'aide d'un égaliseur de potentiel reposant sur le principe établi par H.W. Kasemir (1951). L'appareil est situé sous la cime des arbres, à 7 mètres du sol. La température de l'air est relevée à deux

niveaux (4,5 et 0,5 m), l'humidité relative à 1 m, la direction du vent à 3,5 m. Les données météorologiques et électriques sont interfacées avec un enregistreur multi-canaux qui fonctionne en continu et permet, en temps réel, la visualisation des mesures sur des graphiques.

Les données polliniques sont obtenues à partir de recueils effectués sur un capteur volumétrique de type Hirst, aspirant 10 litres d'air par minute, dans la direction d'où souffle le vent, à 3 mètres du sol. Le capteur a été mis à la masse, suivant les indications fournies par W.S. Benninghoff (1980), qui a montré que l'efficacité du recueil de particules atmosphériques électriquement chargées comme le sont les pollens (S.A. Corbet *et al.*, 1982, M.T. Cerceau-Larrival *et al.*, 1992) augmentait dans ce cas. Le séquençage des analyses est trihoraire, avec un doublement de la mesure à la demi-heure. Ainsi, pour chaque tranche de 24 heures de recueil, sont pratiqués seize sondages. La détermination des pollens est effectuée en microscopie optique (grossissement 400), au niveau du genre et/ou de la famille, ce qui permet une analyse préliminaire des scores polliniques. Il est toutefois important de noter que, pour les comparaisons avec les signaux électro-météorologiques, le choix a été fait, dans le cadre de ce premier compte rendu, de traiter le signal pollinique globalement, sans différencier les taxons dénombrés et sans tenir compte des valeurs horaires. Il est clair que la fréquence d'analyse masque les fluctuations rapides de la CPA. Il s'ensuit que les courbes obtenues, littéralement lissées, ne reflètent guère autre chose que *l'allure générale* des concentrations de pollens.

B. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES MESURES

1. Découpage de la saison pollinique selon la hauteur des sources

En fonction de la hauteur des sources d'émission de pollens, nous avons été amenés, dans cette première étude, à scinder les données en deux groupes distincts. Du 1^{er} avril au 20 mai 1991, la majorité des recueils est due à des grains de pollen d'arbres, émis à des hauteurs dépassant 5 mètres, alors qu'après le 20 mai coexistent dans l'atmosphère pollens d'arbres et pollens de graminées (émis à partir du sol). Il est évident que la taille, le poids, les quantités de pollens et leur mode (actif ou passif) d'aéro-émission différent selon l'espèce végétale, et constituent autant de critères dont l'étude serait sans doute aussi intéressante que celle de la hauteur de la source. Il n'empêche que c'est le contenu pollinique total de l'atmosphère, tous taxons confondus, qui reste la cause ou

la conséquence des variations observées des paramètres électriques de l'atmosphère. Aussi l'unique moyen de découpler les effets électriques de la dispersion des pollens d'arbres et de graminées consiste-t-il à étudier séparément, puis à comparer les observations effectuées sur deux périodes différentes (au cours desquelles les pollens d'arbres sont ou ne sont pas associés à des pollens de graminées).

2. Séparation des jours avec ou sans recueil pollinique fort (pour la première partie de la saison)

Pour simplifier le problème du traitement des données, qui présentent naturellement une grande variabilité, il a paru préférable d'isoler les jours de recueil pollinique faible et les jours de recueil pollinique fort, la convention étant - en fonction du total recueilli sur l'ensemble de la période prise en compte - de considérer comme faibles les CPA inférieures à 10 grains/m³ et comme forts les "pics" au moins égaux à 10 grains/m³. Cela nous a permis de dresser le profil électro-météorologique des journées dont le recueil est ici qualifié de fort.

3. Différenciation des pollens atmosphériques dispersés pendant ou en dehors de la période de libération

Le transfert des grains de pollen, de leur point-source vers l'atmosphère, est un mécanisme complexe, qui comporte deux étapes bien distinctes : libération, puis transport aérien.

Pour la *libération* des grains, l'importance de hautes pressions a déjà été notée. L'ouverture des fleurs et la bonne disposition spatiale des anthères qui contiennent les sacs polliniques est contrôlée, dans certains cas, par la température nocturne (qui doit être supérieure à 4°C) et par une forte élévation thermique en cours de journée. Quand ces conditions sont réunies, le déchirement des anthères (condition *sine qua non* de toute libération de pollen) peut s'effectuer. Encore faut-il tenir compte de l'humidité relative. Si celle-ci dépasse 80%, une libération est peu probable; à l'inverse, plus le degré hygrométrique est faible, plus les anthères se déchirent vite. Une fois celles-ci déchirées, les pollens, selon les conditions atmosphériques du moment, peuvent soit tomber par gravité sur les feuilles situées au-dessous, soit rester en suspension dans l'air ou être transportés sur de plus ou moins grandes distances.

En ce qui concerne le *transport* des grains, il apparaît (L. Edmonds, 1979) que la proportion des pollens aéroportés dépend de la vitesse du

vent, de sa direction, de la hauteur de la source au-dessus des obstacles environnants et, par suite, de la densité de la végétation.

Pour éviter d'inclure artificiellement dans un calcul de moyennes des mesures qui correspondraient à des processus très différents de dispersion atmosphérique des pollens, au risque de sous-évaluer les relations potentielles que l'on cherche à mettre en évidence, nous avons séparé les "pics" de CPA selon les critères météorologiques énoncés ci-dessus. Cela nous a permis de différencier ces pics selon que leur présence dans l'atmosphère était due à une *resuspension* postérieure à la libération ou, au contraire, à une dispersion intervenant *immédiatement* lors de la libération. Mais il était bien naturel de trouver des cas intermédiaires, qui correspondent à une détection de pollens pendant une période où sont possibles aussi bien une dispersion immédiate qu'une resuspension.

4. Etude de synergie entre CPA, vitesse et direction du vent, humidité relative et gradient vertical de potentiel à 7 mètres

Du fait que la dispersion atmosphérique des pollens repose sur un modèle de mécanique classique (où les forces de déplacement par le vent l'emportent sur les forces de sédimentation), l'analyse des données, qu'il s'agisse de journées complètes ou de "pics" de CPA, a été envisagée sous deux aspects. D'une part, on a procédé à l'analyse des conditions climatiques qui définissent l'éventualité de la dispersion atmosphérique. D'autre part, on a considéré les mesures du gradient vertical de potentiel à 7 m, aussi bien dans les cas favorables que dans les cas défavorables à la dispersion.

Nous présentons ci-après quelques définitions et simplifications utilisées dans l'exposé des résultats :

- **Début** : apparition des pollens atmosphériques = début du pic de CPA;
- **Fin** : disparition des pollens atmosphériques = fin du pic de CPA;
- **Mécanique** : apparition (ou disparition) des pollens atmosphériques en phase avec un changement de direction ou de vitesse du vent, sans lien avec le gradient vertical de potentiel; on remarquera que c'est parfois l'augmentation d'humidité en fin d'après-midi qui semble causer la disparition du signal pollinique (le caractère hygroscopique des grains peut, en effet, les rendre plus lourds par prise d'eau);
- **Electrique** : *idem*, mais en phase avec les variations du gradient vertical de potentiel GVP, sans lien avec le vent.

II. LES RÉSULTATS

A. ANALYSE DES DONNÉES POLLINIQUES

Sur les 46 jours de recueil effectif, on en dénombre 24 avec des CPA ne dépassant pas 10 grains/m³ et 26 présentant des scores polliniques forts avec, au total, 59 "pics" de CPA. Parmi eux, on relève 18 taxons arboréens et 9 taxons non arboréens. Sur l'ensemble des recueils, deux espèces dominant très nettement : il s'agit de *Quercus* (chêne) avec plus de 55% du total recueilli et de *Betula* (bouleau) avec plus de 25%. Les taxons non arboréens représentent moins de 5% du total et sont détectés, pour 38% d'entre eux, après le 10 mai : c'est alors la saison des graminées. En ce qui concerne le bouleau, les scores les plus élevés se concentrent avant le 25 avril. Pour le chêne, dont on peut suivre le début de pollinisation (ce qui n'est pas le cas pour le bouleau), 51% du total aéropollinique sont détectés au-delà du 5 mai. Il est indiscutable que le signal pollinique étudié ici, en atmosphère non urbaine, relève avant tout de pollens d'arbres, et plus précisément des pollinisations de deux arbres à chatons pendants, de l'ordre des *Fagales*. On sait que, dans les divers points du globe où ces arbres font partie d'un même type de couvert végétal, leurs pollinisations ne sont jamais directement synchrones, mais plutôt chevauchantes (J.P. Sutra *et al.*, 1988, 1990). Ceci se vérifie à Nocé, au niveau du signal pollinique détecté, par une succession des deux types de taxons sur la période étudiée.

B. CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRO-MÉTÉOROLOGIQUES DES JOURS DE RECUEIL POLLINIQUE FAIBLE

Sur les 24 jours de CPA faible, 4 correspondent en fait à une absence de mesures polliniques et ne peuvent donc pas être pris en compte. Parmi les 20 jours restants (fig. 1a et b, tabl. I), 10 présentent une humidité relative supérieure à 70% tout au long de la journée (fig. 1a) :

- Pour huit d'entre eux, cette très forte humidité permanente est corrélée avec un *gradient vertical de potentiel négatif*, caractéristique de cette situation; de toute la période étudiée, ces huit jours sont les seuls à présenter un tel GVP.
- Pour les deux autres, la très forte humidité est liée à une période orageuse, facilement repérable sur les enregistrements de GVP par des *changements de signes fréquents et quasi instantanés, typiques des mécanismes électriques mis en jeu pendant un orage*.

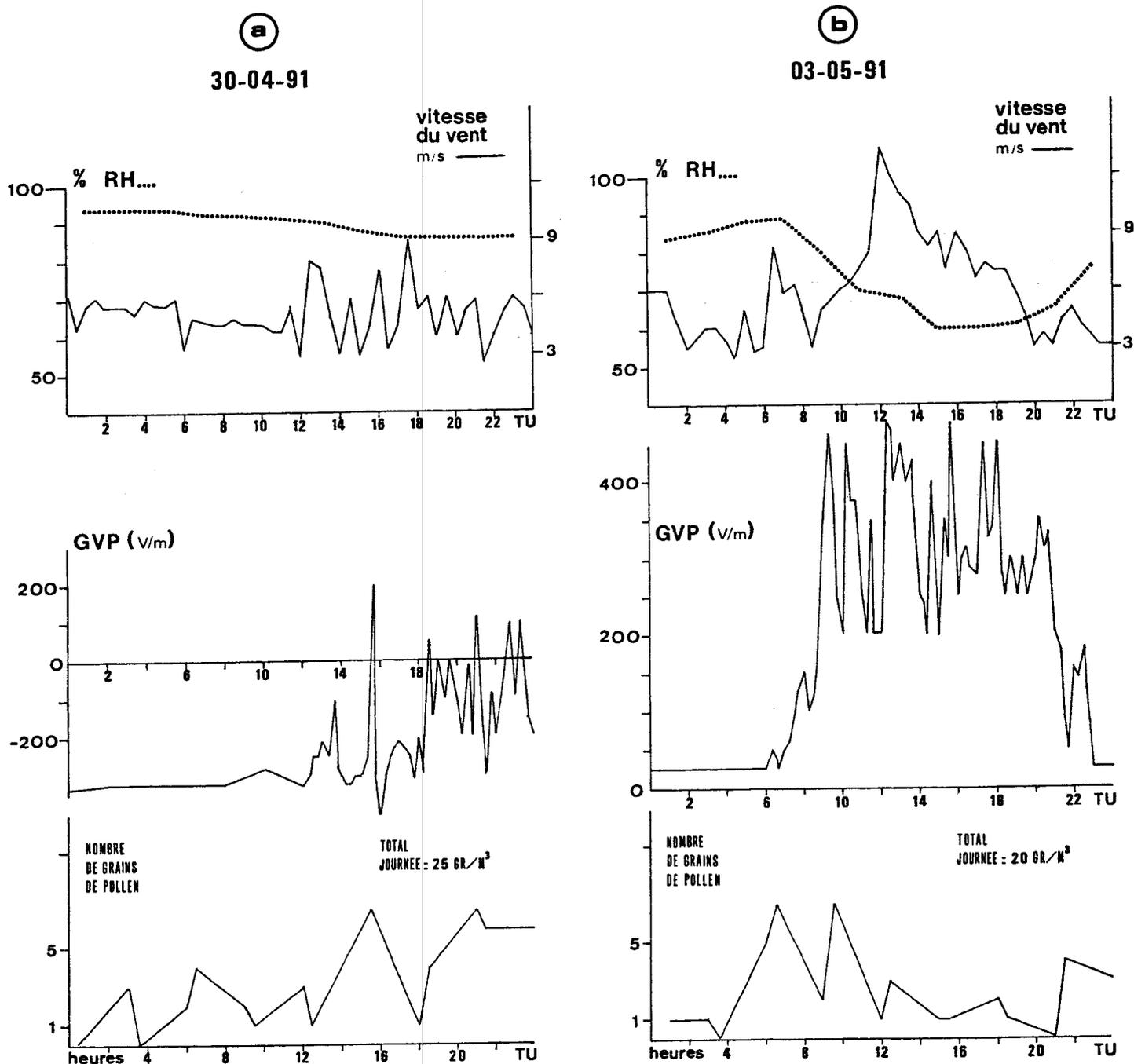


Figure 1. - Caractéristiques des recueils polliniques faibles.

- a : 11 jours sur 20 (très forte humidité permanente, gradient vertical de potentiel GVP négatif ou caractéristique de l'orage);
 exemple du 30/04/1991;
- b : 6 jours sur 20 (humidité relative "normale", vent faible ou fort, GVP oscillant autour de sa valeur moyenne);
 exemple du 03/05/1991.

Tableau I. - **Caractéristiques électro-météorologiques des vingt jours de recueil pollinique faible** (U% = humidité relative).

| | U% > 70% | | U% "normale" | | Total |
|---------------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|-------|
| | Vent faible | Vent fort | Vent faible | Vent fort | |
| GVP < 0 | 2 | 6 | - | - | 8 |
| ORAGE * | 1 | 1 | - | 1 | 3 |
| GVP > 0 avec Δ GVP | - | - | 2 | 4 | 6 |
| GVP > 0 sans Δ GVP | - | - | 1 | 2 | 3 |

* On rappelle que, pendant les orages, se produisent des changements fréquents et instantanés du gradient vertical de potentiel (Δ GVP).

Trois autres journées à faible recueil pollinique connaissent une humidité "normale" pour la saison (évoluant entre 90% dans la nuit ou la matinée et 40- 50% dans l'après-midi). Mais un *vent faible* (< 3 m/s) semble cette fois limiter le transport des grains. Pendant ces trois jours, le gradient vertical de potentiel reste *positif*, tout en présentant, pour deux d'entre eux, des *variations rapides et continues* ($0 < \text{GVP} < 400$ Volts/mètre) (fig. 1b).

Enfin, il reste sept jours où, pour expliquer l'absence de pollens dans l'atmosphère, ne peuvent être incriminés ni un vent faible, ni une forte humidité permanente. L'un d'entre eux présente des variations de GVP caractéristiques d'une situation orageuse, alors que ce gradient est positif pour les six autres. A quatre reprises, il présente le même type de variations que celui décrit plus haut ($0 < \text{GVP} < 300$ V/m, fig. 1b). Enfin, pour les deux jours restants, ni le vent, ni l'humidité, ni le champ électrique ne montrent de particularités; aucune explication n'a pu être apportée par les différents signaux enregistrés durant ces deux jours, hormis le fait qu'ils font l'un et l'autre suite à deux jours d'orage et d'humidité jamais très éloignée de la saturation. On songe alors à un manque de maturité qui retarderait la libération des grains.

Au total, donc, 17 des 20 jours présentant des concentrations aéro-polliniques faibles sont marqués par des perturbations du GVP qui reflètent des situations météorologiques que l'on peut caractériser aisément (tabl. I, fig. 1).

C. CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRO-MÉTÉOROLOGIQUES DES JOURS DE RECUEIL POLLINIQUE FORT

Les 26 jours pour lesquels ont été détectés les 59 "pics" de CPA (>10 grains/m³) se caractérisent par une température nocturne supérieure à 10°C, un vent variable de 1 à 12 m/s (9 "pics" avec un vent inférieur à 3 m/s) et une humidité que l'on qualifiera de "normale" (fig. 2).

Il est peu contestable que chacun de ces paramètres joue un rôle important sur la présence de pollens dans l'atmosphère. Mais le plus remarquable réside sans doute dans le fait que tous les "pics" de CPA, ou presque (57 sur 59), coïncident avec un *gradient vertical de potentiel positif*. Certes, à lui seul, cet argument est insuffisant pour affirmer l'influence du GVP sur le transport atmosphérique des pollens. Il n'empêche que la comparaison du GVP positif dans 57 cas sur 59 de recueil pollinique fort avec celui des périodes de recueil pollinique faible (GVP négatif en cas d'humidité en permanence élevée, ou sujet à des changements de signes fréquents et instantanés pendant l'orage, ou bien encore positif mais présentant des variations rapides et successives entre zéro et quelques centaines de volts/mètre) paraît indiquer, sinon une relation causale directe, au moins une corrélation entre l'état électrique de l'atmosphère et la présence de scores polliniques élevés. Il semble effectivement qu'*un GVP positif, présentant de faibles variations par rapport à la valeur moyenne, soit nécessaire à la dispersion atmosphérique des pollens.*

Afin de préciser cette corrélation, nous nous sommes intéressés aux caractéristiques électro-climatiques de chaque "pic", et avons récapitulé dans le tableau II les observations relatives à l'apparition et à la disparition des pollens atmosphériques.

Une première analyse permet de remarquer que, sur les 59 "pics" de CPA, 4 seulement ne sont, ni au début ni à la fin, en phase avec le gradient vertical de potentiel ou avec le vent. Seuls six d'entre eux sont complètement (à la fois au début et à la fin) *d'origine mécanique*, c'est-à-dire en phase uniquement avec le vent, considéré dans sa direction et sa vitesse (fig. 2b). 49 autres "pics" sont au moins partiellement (c'est-à-dire soit au début, soit à la fin) en phase avec le gradient vertical de potentiel; parmi eux, on recense par vent faible neuf "pics" d'origine uniquement électrique (au début et à la fin, fig. 2a); 23 autres sont en phase complète avec la vitesse du vent et avec le GVP (fig. 2c); enfin, les 17 restants sont vraisemblablement des combinaisons entre début et fin d'origine mécanique, électrique et électro-mécanique.

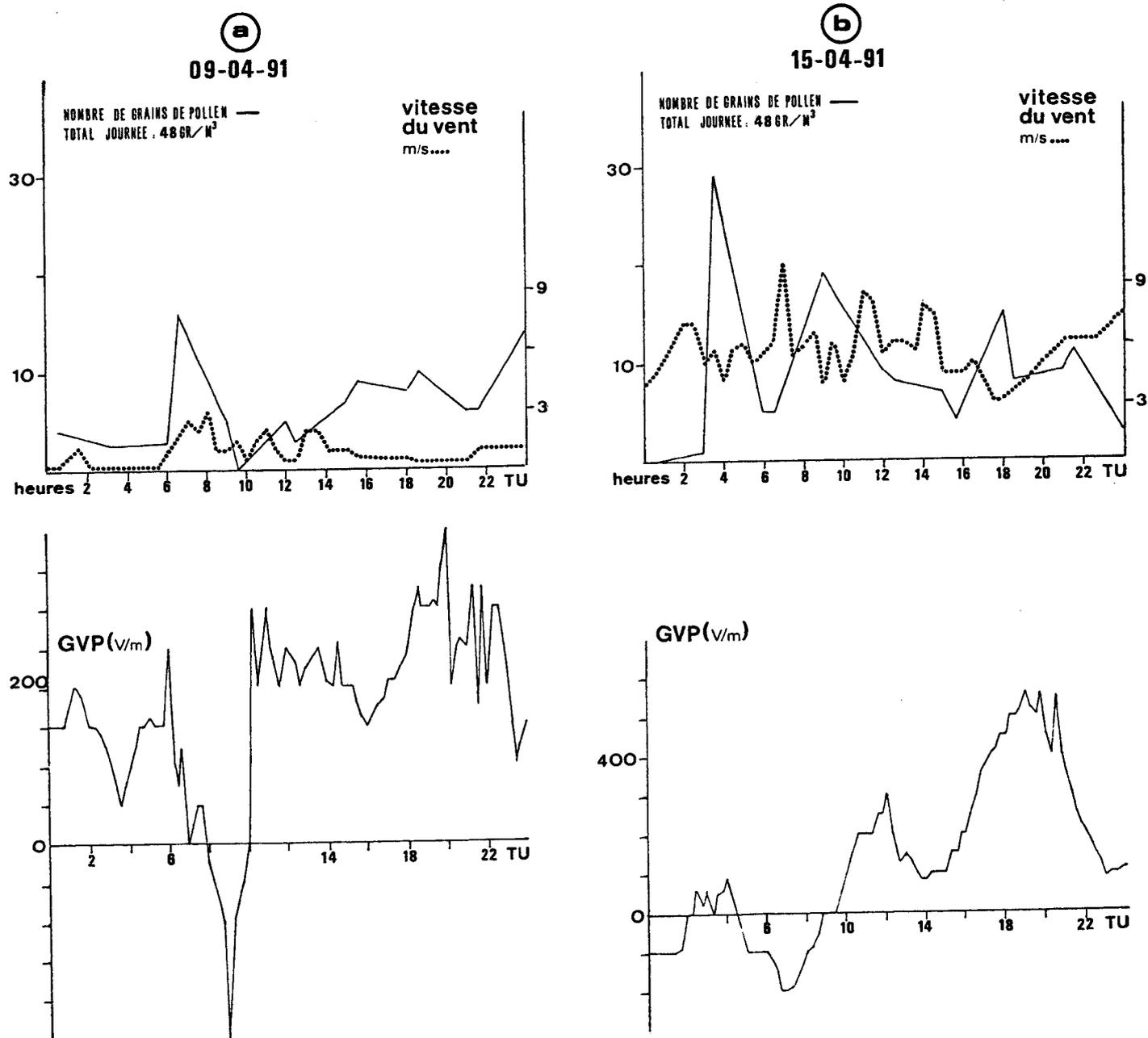


Figure 2. - **Caractéristiques des recueils polliniques forts.**

a : 9 "pics" liés à des phénomènes électriques (exemple du 09/04/1991);
 b : 6 "pics" liés à des phénomènes mécaniques (exemple du 15/04/1991).

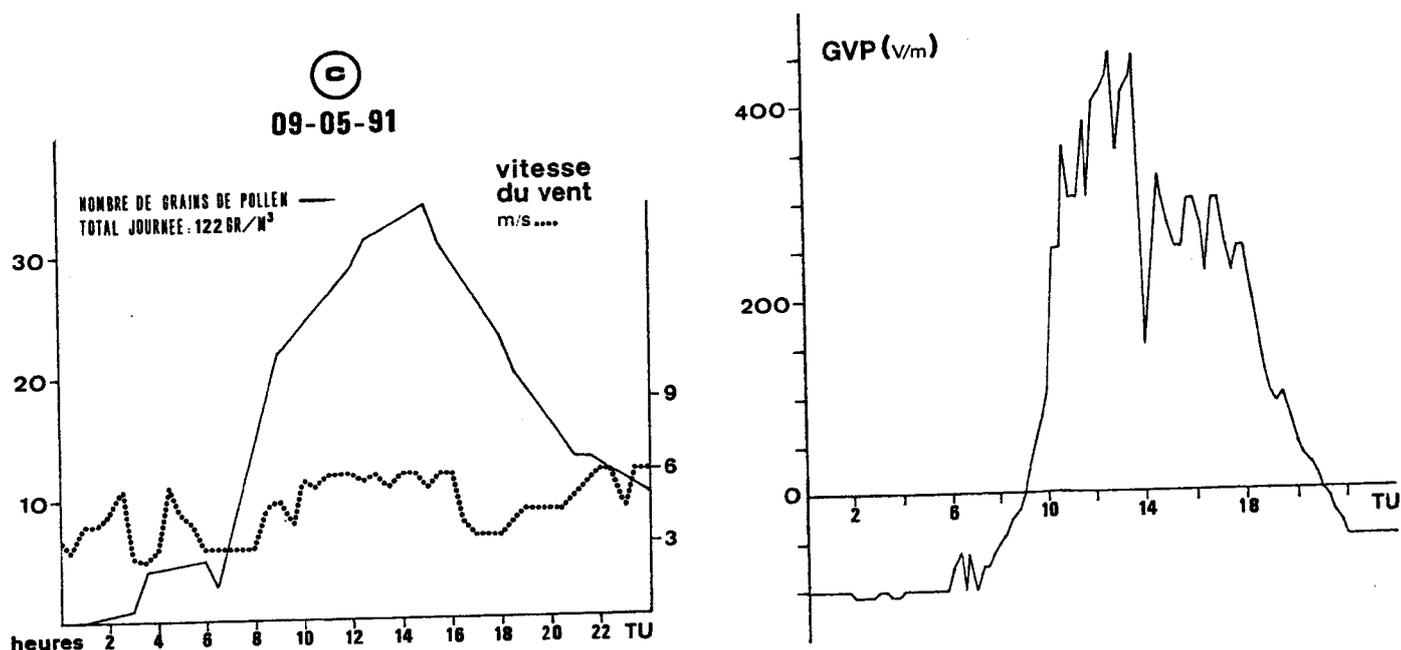


Figure 2 (suite). - **Caractéristiques des recueils polliniques forts.**

c : 23 "pics" liés à des phénomènes électro-mécaniques (exemple du 09/05/1991).

Tableau II. - **Caractéristiques électro-météorologiques des 59 "pics" de recueil pollinique fort,**
à l'exception des quatre qui ne sont en phase ni avec le vent [vitesse, direction], ni avec le gradient vertical de potentiel.

| Fin / Début | MÉCANIQUE | ÉLECTRIQUE | ÉLECTRO-MECAN. | TOTAL |
|-------------------|--|--|---|-------|
| MÉCANIQUE | (vent fort) 6 Resusp. | 1 Mélange | 5 Disp. imm. 1 Resusp. | 13 |
| ÉLECTRIQUE | 1 Mélange 2 Resusp. | 1 Mélange 6 Disp. imm. 2 Resusp. | 2 Disp. imm. 1 Resusp. | 15 |
| ÉLECTRO-MÉCANIQUE | 2 Mélange 1 Disp. imm. 1 Resusp. | | 5 Mélange 15 Disp. imm. 3 Resusp. | 27 |
| TOTAL | 13 | 10 | 32 | 55 |

"Mélange" = cas intermédiaire; "Disp. imm." = Dispersion immédiate;
"Resusp." = Resuspension.

On peut affirmer d'après ces observations, et cela - répétons-le - pour 49 cas sur 59, que *le transport des grains semble être, à tout le moins, assisté par des forces électrostatiques.*

D. PARAMETRES INFLUANT SUR LES QUANTITÉS QUOTIDIENNES DE POLLENS

Il est très net que les facteurs météorologiques sont primordiaux pour rendre compte des scores polliniques quotidiens.

- Pour ce qui est de la libération des grains, il ressort clairement qu'une température nocturne élevée, accompagnée d'une amplitude thermique journalière importante et d'une humidité relative faible, conduit à des concentrations relativement fortes de pollens atmosphériques, aussi bien par dispersion immédiate à la période de libération que par resuspension ultérieure.

- D'autre part, pour le transport, un vent fort (> 3 m/s) et une humidité relative faible paraissent favorables, sans pour autant s'avérer indispensables.

Ceci dit, le facteur électrique n'est sûrement pas sans influence. En effet, les perturbations d'un gradient vertical de potentiel positif, ou un champ électrique trop fréquemment négatif, correspondent de façon presque systématique à de faibles concentrations de pollens atmosphériques.

Il reste que le facteur le plus discriminant, celui qui augmente de la façon la plus nette le score pollinique d'un jour donné, est bien l'absence de pollens dans les jours précédents.

III. DISCUSSION

A. LA REPRÉSENTATIVITÉ DES MESURES POLLINIQUES

Une présentation succincte du couvert végétal environnant la station d'observation permet de discuter la bonne représentativité des mesures polliniques effectuées. En effet, Nocé, situé dans le Perche, pays vallonné et humide de Basse-Normandie, est une zone peu habitée, encore vierge d'industries, où prédominent le bocage et la forêt. Le capteur de pollens, situé comme on l'a dit à 3 mètres au-dessus du sol, sur un plateau, est bordé au nord par un bosquet (boisement d'une surface inférieure à 0,5 ha)

où sont représentés bouleaux, chênes, conifères, marronniers, châtaigniers et noisetiers. La hauteur des frondaisons de ce bois, situé à une centaine de mètres du capteur, est d'environ 15 à 20 mètres.

Pour la période sur laquelle porte ce compte rendu, le calendrier pollinique défini par L. Edmons (1979) permet de comprendre l'excès de pollens d'arbres des forêts tempérées et la très faible proportion de pollens de graminées (moins de 5% du total). Sous un vent dominant de NNW (plus de 69% des cas), le capteur est directement exposé aux pollens émis par les espèces à pollinisation anémophile présentes dans ce massif. Le fait que les deux taxons majoritaires sur l'ensemble des recueils soient le chêne (55%) et le bouleau (25%) semblerait indiquer que les scores polliniques reflètent essentiellement la proximité de la source. Il est malgré tout intéressant de remarquer que les pollinisations de *Quercus* et de *Betula* sont dominantes aussi bien à Nocé que dans de grandes, voire très grandes villes, où la proximité des sources ne joue pas, ou joue beaucoup moins (J.P. Sutra *et al.*, 1988 et 1990).

D'autre part, A. Rantio-Lehtimäki *et al.* (1991) ont établi que la hauteur du capteur a une influence sur les CPA enregistrées, notamment en ce qui concerne les pollens émis au niveau du sol : la variabilité des phénomènes météorologiques qui jouent sur le transfert des grains entre 0,5 et 15 mètres aboutit à une mauvaise corrélation des scores polliniques obtenus à ces deux niveaux de prélèvement. Mais la situation de notre capteur à 3 mètres du sol nous permet d'affirmer la bonne représentativité des mesures relatives aux pollens de graminées détectés dans la seconde partie de la période d'observation (résultats non présentés ici). Pour ce qui est des pollens d'arbres (sources hautes), les travaux cités ont montré que les variations quotidiennes des recueils polliniques étaient corrélées de façon significative entre les deux niveaux. Il semblerait donc que nos mesures réalisées à 3 mètres du sol soient bien représentatives du nombre de pollens d'arbres présents sur ce plateau, dans les plus basses couches de l'atmosphère (jusqu'à une quinzaine de mètres de hauteur).

B. LES INFLUENCES MÉTÉOROLOGIQUES SUR L'ASPECT QUANTITATIF DES CONCENTRATIONS DE POLLENS ATMOSPHERIQUES

Nos résultats, quant au nombre de grains détectés chaque jour, confirment l'influence positive, déjà bien connue (L. Edmons, 1979), d'une température élevée et d'une faible humidité sur les premières étapes de la

dispersion des pollens. Au sujet de l'influence positive d'un vent fort, M. Käpylä (1984) conclut qu'elle est d'autant plus nette que les grains de pollen sont plus gros (ou éventuellement regroupés en grappes, comme cela peut être le cas pour le chêne). Il souligne que les variations quotidiennes de concentration atmosphérique en grains de *Quercus* présentent régulièrement deux maxima (à midi et en fin d'après-midi) et un minimum (tôt le matin), alors que pour le bouleau les variations quotidiennes sont éminemment variables (fig. 3). L'auteur attribue cette variabilité aux fortes convections thermiques et à la turbulence des masses d'air proches du sol qui, dans la journée, entraîneraient les pollens de bouleau vers la couche d'échanges, réduisant ainsi les CPA au niveau du sol. Les grains retomberaient ensuite la nuit, quand l'intensité des turbulences atmosphériques faiblit, tout particulièrement en présence d'une inversion de température. Pour les grappes (*clusters*) de pollens de chêne, qui sont plus lourdes, cet effet de dilution du signal dans le temps, dû aux turbulences, serait moins important et permettrait d'observer les variations quotidiennes des CPA que l'on vient d'indiquer.

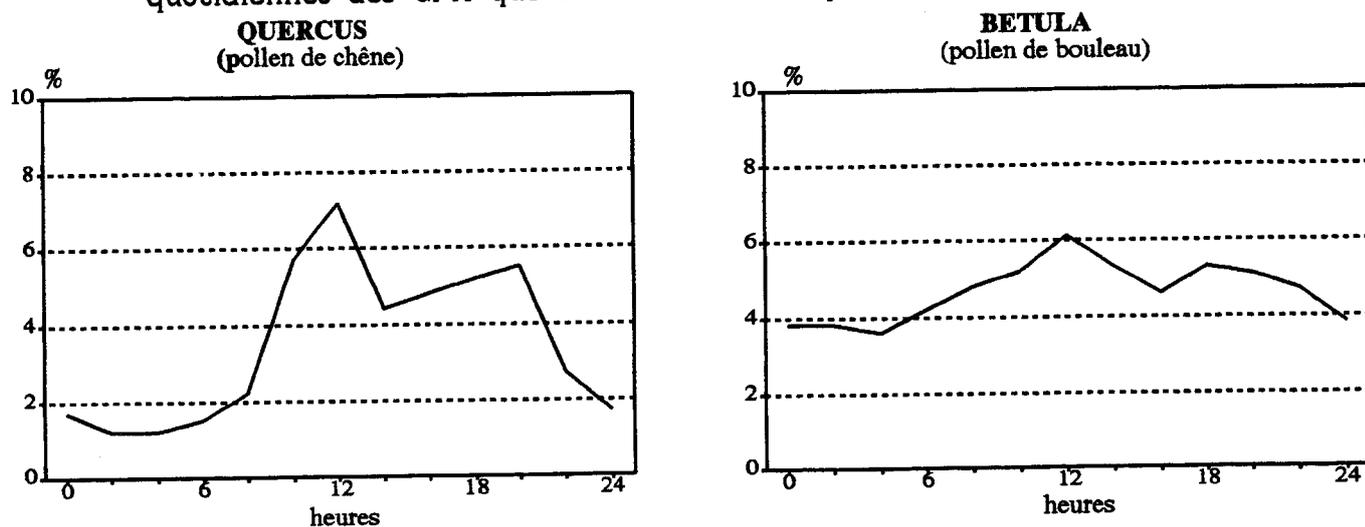


Figure 3. - **Le rythme interhoraire de la concentrations des pollens de chêne et de bouleau dans l'atmosphère.**
Taux exprimés en pourcentage du nombre total de grains
(d'après M. Käpylä, 1984).

Ajoutons que l'augmentation des concentrations polliniques dues aux inversions thermiques nocturnes a également été notée par R.M. Leuschner *et al.* (1987). Cela expliquerait que l'on relève des CPA d'autant plus fortes que, dans les jours précédents, les scores polliniques sont restés médiocres. En effet, tout laisse à penser que ce n'est pas la libération

des grains qui, les veilles, était inhibée par les conditions météorologiques, mais que c'est plutôt leur dispersion atmosphérique qui se trouvait alors ralentie ou masquée par des phénomènes de forte turbulence. On peut donc se poser la question : si les mesures polliniques au sol restaient faibles, n'est-ce pas tout simplement parce que les turbulences entraînaient les pollens vers des niveaux plus élevés, alors même que rien n'empêchait la libération des grains. Nous essaierons, en collaboration avec les services météorologiques locaux, de tenir compte de ces paramètres pour les études à venir.

C. LES INFLUENCES QUALITATIVES DU GRADIENT VERTICAL DE POTENTIEL SUR LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES POLLENS

Si l'aspect mécanique développé ci-dessus est l'un des phénomènes essentiels qui règlent le transport atmosphérique des pollens, les forces électrostatiques (S.A. Corbet *et al.*, 1982) n'en exercent pas moins une influence significative sur la libération des grains de l'anthere et sur leur émission dans l'air. De plus, comme le soulignent K.J. Niklas (1985) et M.T. Cerceau-Larrival *et al.* (1992), les pollens possèdent une charge électrique globalement négative, qui pourrait expliquer qu'un GVP positif (ciel positif par rapport à la terre) soit nécessaire à leur dispersion atmosphérique (situation retrouvée 57 fois sur 59, faut-il le rappeler ?). Néanmoins, comme le signal pollinique étudié ici est entendu "tous taxons confondus", il serait intéressant de vérifier pour chaque taxon la corrélation ainsi entrevue.

De plus, il vaut la peine de noter que, si les forces électrostatiques sont prédominantes par rapport aux forces de sédimentation quand il s'agit de particules sub-microniques, l'ordre de grandeur relatif est inversé pour des grains de pollen de taille dix ou cent fois supérieure. Or, parmi nos 59 "pics" de CPA, neuf ont été enregistrés en présence de vents faibles, de sorte qu'ils se trouvent en phase uniquement avec le gradient vertical de potentiel. Deux hypothèses sont concevables pour rendre compte d'un tel résultat :

- Ou bien les forces électrostatiques sont suffisantes pour permettre à des grains émis à 15 mètres de hauteur dans le bois d'arriver, malgré la sédimentation, jusqu'au capteur situé à 100 mètres de là.
- Ou bien, ces "pics" de CPA correspondent à des pollens qui ont été émis dans les jours précédents par une source plus lointaine et qui, après avoir été entraînés en altitude par les turbulences, retombent à un moment où la couche d'échanges est plus stable.

D. COMPARAISON DE L'INFLUENCE DU GRADIENT VERTICAL DE POTENTIEL ET DES PARAMETRES MÉTÉOROLOGIQUES SUR LA DISPERSION PENDANT OU APRES LA PÉRIODE DE LIBÉRATION

D'après le tableau II, les six "pics" de CPA qui apparaissent et disparaissent en phase avec la vitesse et/ou la direction du vent correspondent *tous* à des pollens dispersés dans l'atmosphère en dehors des périodes de libération.

Au contraire, sur les 49 "pics" d'origine électro-mécanique, environ 60% doivent être interprétés comme des dispersions immédiates (à la période de libération) et 20% comme des resuspensions, les 20% restants correspondant à des cas intermédiaires. Seuls 4 "pics" ne sont en phase, ni avec le vent, ni avec le gradient vertical de potentiel.

Si ces résultats nous ont permis de mettre en évidence le fait que la dispersion atmosphérique des pollens reposait sur un modèle mécanique assisté par des forces électrostatiques, ils posent aussi la question de savoir si la libération des grains, fortement contrôlée par les conditions météorologiques (L. Edmons, 1979), ne serait pas également sous influence électrostatique, comme le suggèrent S.A. Corbet *et al.* (1982).

E. LES ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES ET LE GRADIENT VERTICAL DE POTENTIEL PENDANT LES JOURS DE CPA < 10 GRAINS / m³

Avant de préciser d'éventuelles corrélations, il faut remarquer que l'égaliseur de potentiel utilisé pour nos mesures de champ électrique est l'une des seules solutions offertes à qui veut enregistrer en continu, quelle que soit la saison, les variations du GVP entre zéro et plusieurs centaines de volts par mètre. Ce procédé a l'avantage de saisir les petites variations liées à des phénomènes locaux de très faible amplitude (ce que H. Israël, 1959, nommait *agitation électrique*), aussi bien que les fluctuations de beaucoup plus grande ampleur, telles que celles des orages, reflétant des mécanismes physico-chimiques à présent assez bien connus (S. Chauzy *et al.*, 1988).

Parmi les vingt jours où la CPA n'excède pas 10 grains/m³, nous dénombrons trois jours orageux, qui se distinguent clairement par les variations brutales du GVP décrites plus haut (fig. 1a) : il est alors évident que les fluctuations du champ électrique sont directement corrélées au phénomène météorologique en question.

Une humidité relative supérieure à 80% toute la journée, cause de huit jours à faible CPA (fig. 1a), est, elle aussi, systématiquement transcrite

au niveau du signal du gradient vertical de potentiel, qui reste négatif pendant ces différentes périodes. H. Israël (1959) avait déjà observé que les fluctuations de l'humidité relative et du champ électrique avaient en général la même allure, et cela quelle que soit la saison. Malheureusement, l'auteur n'a décrit ni les jours où l'humidité relative restait constamment forte, ni le principe de ses mesures : il nous est donc, pour l'instant, difficile d'interpréter cette différence de comportement du GVP en fonction de l'humidité.

En revanche, certaines des faibles CPA enregistrées (6 jours) ne sont pas à mettre sur le compte d'un degré hygrométrique élevé. Deux de ces journées présentent de faibles vitesses du vent - ce qui, en soi, n'est pas toujours un facteur limitatif de la dispersion ou de la retombée des pollens, on l'a vu ci-dessus. En fait, l'unique point commun de ces six jours est la remarquable agitation du gradient vertical de potentiel autour de sa valeur moyenne de fluctuation. Or, H. Israël (1959) et J.A. Chalmers (1967) ont montré que cette agitation était caractéristique du passage de nuages de natures différentes (l'agitation du champ électrique est alors relativement importante) ou de phénomènes de convection dans l'air proche du sol, sous l'influence de variations soudaines de la température (on parle alors de "cellules turbulentes de charges différentes", qui conduisent à une agitation moins forte que dans le cas "nuageux" précédent). En définitive, ces agitations du GVP seraient le reflet électrique des turbulences atmosphériques, expliquant ainsi les faibles CPA que l'on a enregistrées durant les journées en question.

Les trois derniers jours où n'ont été détectés que très peu de pollens sont les 1^{er}, 06 et 07 avril : ils ont été précédés soit par des orages, soit par des journées entières caractérisées par une humidité relative supérieure à 80%. Il semblerait donc qu'après des conditions météorologiques défavorables à la libération et à la dispersion des pollens, un certain délai soit nécessaire pour la mise en circulation de nouveaux pollens aéroportés. Faut-il penser au temps requis pour le séchage des anthères, ou au délai de maturation des grains ? Il est trop tôt pour se prononcer...

Conclusion

Les fluctuations quotidiennes de la CPA sont bien évidemment dépendantes du rythme de libération des pollens, rythme propre à chaque espèce. Mais ce processus est *influencé par les conditions météorologiques locales*, avant et pendant la libération; il en va de même pour la dispersion atmosphérique des grains, du fait qu'elle repose sur un modèle mécanique (forces de déplacement par le vent > forces de sédimentation) qui semble être assisté par des forces électrostatiques.

Les jours de recueils polliniques forts et faibles se différencient par les conditions météorologiques tout autant que par l'état électrique, ce dernier reflétant avant tout les turbulences de l'atmosphère, principal facteur qui détermine l'aspect quantitatif des CPA. Le couplage de mesures météorologiques et électriques au voisinage des sources permettrait donc, tout d'abord, d'évaluer en temps réel la CPA et, à plus long terme, après une étude statistique sur un site donné, de prévoir les périodes de dispersion atmosphérique desdits pollens. Il est inutile d'insister sur l'intérêt pratique d'une telle démarche, dans la prévention des pollinoses.

Néanmoins, d'après les résultats présentés ici, qui sont en bon accord avec les données de la littérature, pour rendre compte des fluctuations quotidiennes de la CPA à *distance des sources d'émission*, l'intensité des turbulences dans les couches proches de la terre semble bien l'emporter sur les conditions météorologiques qui déterminent la libération et les premières phases de dispersion des pollens.

Remerciements

Les auteurs ne sauraient laisser dans l'ombre toute l'équipe de bénévoles qui a permis le bon déroulement de cette campagne, de longue durée et continue, donc fort astreignante. Sans leur concours hebdomadaire, voire quotidien, l'étude n'aurait pu être menée à bien. Isabelle HALOPEAU et Hervé PENOT se sont distingués par leur contribution, Murielle FORESTIER (Institut Pasteur, Paris) par son assistance sans faille pour les analyses polliniques, Orane PROISY par son aide précieuse pour le dépouillement des résultats, qui fut long et fastidieux. Jean-Pierre BESANCENOT (CNRS, Dijon) a contribué à la mise en forme définitive du texte.

Bibliographie

- BENNINGHOFF W.S., 1980 : "Airborne organic particles in relation to electric fields". In : *Proceedings of the 1st International Conference on Aerobiology (August 1978, München)*. Berlin : Herausg. Umweltbundesamt, pp. 135-155.
- BENNINGHOFF W.S., 1987 : "Environmental influences on deposition of airborne particles". In : BOEHM G., LEUSCHNER R.M., *Advances in Aerobiology. Proceedings of the 3rd International Conference on Aerobiology (August 6-9, 1986, Basel, Switzerland)*. Basel : Birkhäuser, *Experientia Supplementum*, vol. 51, pp. 13-18.
- CERCEAU-LARRIVAL M.T., NILSSON S., CAUNEAU-PIGOT A., BERGEN B., DEROUET L., VERHILLE A.M., CARBONNIER-JARREAU M.C., 1992 : "The influence of environment (natural and experimental) on the mineral composition of the exine of allergenic pollen with deposit of mineral polluting particules". In : *Proceedings of the 4th International Conference on Aerobiology (August 21-27, 1990)*. Stockholm : Scandinavian University Press, *Grana Special Issue, Part II*, pp. 532-546.
- CHALMERS J.A., 1967 : *Atmospheric electricity*. Oxford : Pergamon Press, 2nd ed.
- CHAUZY S., DESPIAU S., SOULA S., 1988 : "Effects of coronaes under high electric field conditions". In : *Recents progrès sur la foudre, Proceedings of lightnings*. Société des Electriciens et des Electroniciens, Club 11, pp. 81-82.
- CORBET S.A. et al., 1982 : "Are electrostatic forces involved in pollen transfer ?" *Plant, cell and environment*, vol. V, pp. 126-129.
- EDMONDS L., 1979 : *Aerobiology : the ecological system approach*. Dowden, Pa. : Hutchinson & Ross Inc., 379 p.
- ICKOVIC M.R., SUTRA J.P., THIBAUDON M., 1988 : "Pollinosis symptoms compared to atmospheric pollen counts from April 1st to July 30th 1987 in the Paris area". *Annales des Sciences Naturelles*, vol. IX, pp. 89-94.
- ISRAEL H., 1959 : "The atmospheric electric agitation and its origin". *Geofisica pura e applicata*, n° 1, pp. 140-142.
- KÄPYLÄ M., 1984 : "Diurnal variation of tree pollen in the air in Finland". *Grana*, vol. XXIII, pp. 167-176.
- KASEMIR H.W., 1951 : "An apparatus for simultaneous registration of potential gradient and air-earth current". *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, vol. II, pp. 32-37.
- LEUSCHNER R.M., BOEHM G., BROMBACHER C., 1987 : "Influence of inversion layers on the daily pollen count and on the allergic attacks of patients". In : BOEHM G., LEUSCHNER R.M., *Advances in Aerobiology. Proceedings of the 3rd International Conference on Aerobiology (August 6-9, 1986, Basel, Switzerland)*. Basel : Birkhäuser, *Experientia Supplementum*, vol. 51, pp. 13-18.

- MANDRIOLI P., 1984 : "Evidence for long range transport of biological and anthropogenic aerosol particles in the atmosphere". *Grana*, vol. XXIII, pp. 43-53.
- NIKLAS K.J., 1985 : "The aerodynamics of wind pollinisation". *The Botanical Review*, vol. LI, n° 3, pp. 329-386.
- RANTIO-LEHTIMÄKI A., HELANDER M.J., PESSI A.P., 1991 : "Circadian periodicity of airborne pollen and spores; significance of sampling height". *Aerobiologia*, vol. VII, n° 2, pp. 129-135.
- ROOS R.A., GOLDMAN M., 1990 : "Using the electrical signature of particles for real-time atmospheric aerosol observation". In : *3rd France-Japan Workshop on Lightning, Chamonix, France, Sept. 18-21*.
- SUTRA J.P., SULMONT G., LAPALUS A., JULIEN P., MARTIN M.H., BOILLEAU Y., MENDEZ F., VUAILLAT B., 1988 : "Betula : aeropollinic data for several French sites". *Annales des Sciences Naturelles, Botanique et Biologie Végétale*, 13° Série, vol. IX, pp. 73-78.
- SUTRA J.P., PELTRE G., LAPALUS A., JULIEN P., RUFFALDI P., SULMONT G., LAFOND J., 1990 : "Aeropalynological and immunochemical data on Fagales pollen grains". *Review of Paleobotany and Palynology*, vol. LXIV, pp. 53-59.

=====

GEOGRAPHIA MEDICA

=====

(International Journal on Geography of Health)

1991 - Volume 21

President of the Editorial Board : Prof.Dr. Yola Verhasselt

Editor-in-Chief : Prof.Dr. Illés Dési

Editor : (Mrs) Lea Varga

Editorial Office : Geographical Research Institute
Hungarian Academy of Sciences
H-1388 Budapest, P.O.B. 64, Hungary

Published by :
MEDICO-GEOGRAPHICAL SECTION OF THE HUNGARIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
in charge of the
IGU COMMISSION ON HEALTH AND DEVELOPMENT

The first issue of **GEOGRAPHIA MEDICA** was published 21 years ago. It is known by many readers and became a respected journal by specialists. The journal intends to bring closer researchers working in the field of medical geography to each other by publishing up-to-date experimental results and by reporting abstracts of lectures held at international conferences. The journal is published once a year at the Geographical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences.

GEOGRAPHIA MEDICA (1991, Vol. 21, 140 p.) has been published by the end of December, 1991. **CONTENTS :**

1/ M.F. Rofort and J.P. Besancenot : *Aux sources de la géographie de la santé : les topographies médicales en France aux XVIII^e et XIX^e siècles*; 2/ J.J. Parysek : *Regional differentiation of health of the inhabitants of Poland*; 3/ A.E. Joseph, R.G. Hollett and J. Whaley : *The design of a data-base for local health care planning in Ontario, Canada*; 4/ P. Ghadiran and J.P. Thouez : *The possible role of opium in the etiology of oesophageal cancer : a geographical interpretation*; 5/ A.J. Dzik : *Leukemia mortality rates of Ohio river communities in comparison with other communities*; 6/ J. Torma : *Magic aetiology of Bashkir folk-medicine*; 7/ E.V. Glushko, S.M. Malkhazova and V.S. Tikunov : *Space monitoring of spread and dynamics of natural-focus diseases (as evidenced by plague in Kyzyl-Kum)*; 8/ N. Izhar : *AIDS and AIDS education programme in India*; 9/ H.S. Mathur : *Health hazards of fluorosis in the Indian arid zone*; 10/ Abstracts of Papers : *Conference on health and development - IGU-Commission on Health and Development, Kingston, Jamaica, 1990*; 11/ Abstracts of Papers : *International Seminar on Health Care Planning in the Developing World - IGU Commission on Health and Development, Calcutta, India, 1991*; 12/ Y. Verhasselt : *IGU Commission on Health and Development, Circular N° 6*.

ORDER FORM :

Please send to your bookseller or to KULTURA Hungarian Foreign Trading Company, Antiquar Journals Department, P.O. Box 149, H-1389 Budapest, Hungary.
