

La Presse Thermale et Climatique

BIOCLIMATOLOGIE

Organe officie
de la Société
Française d'Hydrologie
et de Climatologie Médicales





gréoux

les-bains
en haute Provence

**Rhumatismes,
voies respiratoires O.R.L.**
arthroses, traumatologie,
arthrites.
Climat méditerranéen
tempéré. Altitude 400 m.
Ouvert toute l'année.

amélie

les-bains
en Roussillon.

**Voies respiratoires O.R.L.
rhumatismes**
Emphysème,
rhino-laryngologie,
pré-gérontologie.
Climat méditerranéen
Altitude 230 m.
Ouvert toute l'année.

la preste

les-bains
en haut Roussillon.

Colibacillose
maladies de l'appareil
urinaire, lithiases, prostatisme
maladies du métabolisme,
nutrition.
Altitude 1130 m.
Avril-Octobre.

molitg

les-bains
en Roussillon.

**Affections de la peau,
voies respiratoires O.R.L.**
rhumatismes, obésité,
pré-gérontologie. Station-
pilote de la relaxation.
Climat méditerranéen
tempéré. Altitude 450 m.
Ouvert toute l'année.

barbotan

les-thermes
en Armagnac.

Station de la jambe malade
circulation veineuse,
phlébite, varices.
Rhumatismes, sciaticques,
traumatologie.
Station reconnue
d'utilité publique.
Avril-novembre.

eugénie st christau

les-bains
Landes de Gascogne.

1^{er} Village minceur
de France animé par
Michel Guérard
Obésité, rhumatismes
rééducation,
colibacillose, reins,
voies digestives
et urinaires.
Avril-octobre.

cambo

les-bains
en haut Béarn.

**Muqueuses, dermatologie,
stomatologie**
Altitude 320 m.
Avril-octobre.

cambo

les-bains
en Pays basque.

**Rhumatismes,
voies respiratoires,
O.R.L.**
nutrition, obésité
Avril-octobre.

demandez la documentation sur la station qui vous intéresse à :

maison du thermalisme

32 avenue de l'opéra 75002 paris. tél. 742.67.91+,
et société thermale de chaque station

La Presse Thermale et Climatique

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'HYDROLOGIE
ET DE CLIMATOLOGIE MÉDICALES

Ancienne GAZETTE DES EAUX

Fondateur : Victor GARDETTE †

COMITE DE PATRONAGE

Professeur ARNOUX. — Professeur F. BESANÇON. — G. BONNET. — Doyen G. CABANEL. — Professeur CORNET. — Professeur Agrégé V. COTLENKO. — Professeur Agrégé C. DELBOY. — Professeur Y. DENARD. — Professeur P. DESGREZ. — Professeur J.-J. DUBARRY. — Professeur M. FONTAN. — Professeur GONIN. — Professeur GRANDPIERRE, Directeur du Centre d'Enseignement et de Recherches de Médecine aéronautique de Paris. — GRISOLET, Ingénieur en chef de la Météorologie, Chef du Service d'Etudes Climatiques de la Ville de Paris. — Professeur JUSTIN-BESANÇON, Membre de l'Académie de Médecine. — Professeur Cl. LAROCHE. — Professeur J. LOUVEL. — P. MOLINÉRY. — J. PASSA. — R. SOYER, Assistant au Muséum National d'Histoire naturelle. — P.M. de TRAVERSE, Chef de Laboratoire, Hôpital Broussais.

COMITE DE REDACTION

Rédacteur en chef honoraire : Jean COTTET, membre de l'Académie de Médecine.

Rédacteur en chef : J. FRANÇON, Secrétaire de Rédaction : R. JEAN.

Biologie : P. NEPVEUX. — **Veines** : J. FOLLEREAU, R. CAPODURO, M^{me} C. LARY-JULLIEN. — **Cœur** : C. AMBROSI, J. BERTHIER, A. PITON. — **Dermatologie** : P. BAILLET, P. HARDY. — **Hépatologie et Gastroentérologie** : H. DANY, M^{me} GIRAULT, J. de la TOUR. — **Gynécologie** : Y. CANEL. — **Neuro-psychiatrie** : J.-C. DUBOIS, J. DUCROS †, L. VIDART. — **Pathologie ostéo-articulaire** : F. FORESTIER, J. FRANÇON, A. LARY, R. LOUIS. — **Pédiatrie** : J. CHAREIRE, R. JEAN. — **Néphrologie et Urologie** : J. COTTET, J. FOGLIERINI, J. THOMAS. — **Voies respiratoires** : A. DEBIDOUR, R. FLURIN, J. MAUGEIS de BOURGUESDON. — **Etudes hydrologiques et thermales** : B. NINARD.

COMITE MEDICAL DES STATIONS THERMALES

M^{me} DELABROISE, G. EBRARD, G. GODLEWSKI, J. LACARIN.

Les opinions exprimées dans les articles ou reproduites dans les analyses n'engagent que les auteurs.



Éditeur : EXPANSION SCIENTIFIQUE FRANÇAISE

15, rue Saint-Benoît - 75278 PARIS CEDEX 06

Tél. (1) 260.39.50 - C.C.P. 370-70 Paris

TARIFS DE L'ABONNEMENT

4 numéros par an

FRANCE : 125 F — ETRANGER : 150 F

Prix du numéro : 35 F

cauterets (65110) alt. 1000 m

**CURES THERMALES
TOUTE L'ANNEE**

**10 SOURCES THERMALES
SULFUREES SODIQUES ET**

7 ETABLISSEMENTS DE SOINS

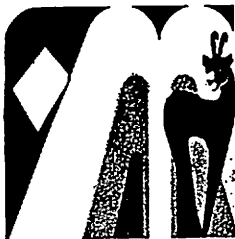
- MALADIES DE LA GORGE ET DE LA VOIX.
- AFFECTIONS NASO-SINUSIENNES
ET BRONCHIQUES.
- AFFECTIONS TUBO-AURICULAIRES,
- RHUMATOLOGIE.

EQUIPEMENT THERAPEUTIQUE MODELE :

Douches pharyngiennes, insufflations tubai-
res, humages, aérosols, méthode de Proëtz,
douches nasales et rétro nasales, rééducation
respiratoire et cures déclives.

Renseignements :
(62) 97.50.27
97.51.60

CLIMAT DE MONTAGNE au cœur du
PARC NATIONAL DES PYRENEES



capvern (65130) alt. 480 m les bains

2 mai - 15 octobre

**2 sources sulfatées calciques
magnésiennes, radioactives**

- AFFECTIONS URINAIRES ET RENALES.
- AFFECTIONS HEPATO-BILIAIRES.
- MALADIES DE LA NUTRITION.
- SEQUELLES DES AFFECTIONS TROPICALES.

Bains thermo-gazeux et carbo-gazeux, massages sous l'eau

Climat de moyenne altitude, à la fois tonique et sédatif

Renseignements : 16-62 99.50.02 Société thermale
16.62 99.50.46 Syndicat d'initiative

monographies d'urologie

publiées par A. STEG
et L. BOCCON-GIBOD

2

La prostate

sous la direction de
L. Boccon-Gibod et A. Steg

★

Il y a quinze ans, la question « quoi de neuf en
pathologie prostatique » ne suscitait chez un
maître de l'urologie qu'un laconique « rien ». Pa-
reille réponse ne serait plus possible aujourd'hui.
C'est la raison d'être de cette seconde livraison
des monographies d'urologie.

★

Un ouvrage 17,5×22,5
200 pages, 58 figures

Prix en nos magasins : 110 F
franco domicile : 119 F

★

Rappel :

Monographies d'Urologie n° 1 :
« Tumeurs du rein »

En vente chez votre libraire spécialisé habituel
ou à l'Expansion Scientifique Française
15, rue Saint-Benoît, 75278 Paris Cedex 06

Circonstances météorologiques des infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux et tentatives de suicide au voisinage de Paris

F. BESANÇON *, D. PEZZI-GIRAULT, E. ROCQUIN-CHAPTAL, H. RICOME

(Paris)

L'organisation des soins médicaux urgents, dans le cadre des SAMU, permet de recenser un grand nombre de faits pathologiques soudains et de connaître l'heure de leur survenue. Le développement de l'informatique à la Météorologie Nationale permet d'identifier les circonstances météorologiques au cours desquelles ces faits cliniques ont une fréquence accrue. Grâce à la puissance de ces moyens, nous avons pu baser les corrélations météoropathologiques non pas sur l'appréciation globale des situations météorologiques mais, de façon qualitative et analytique, sur la décomposition en nombreuses classes de chaque caractéristique atmosphérique. En raison de leur importance clinique et des applications pratiques, nous avons choisi l'infarctus du myocarde, l'hémiplégie — ou plus exactement les accidents vasculaires cérébraux (AVC) — et les tentatives de suicide, pour l'étude de ces corrélations, pendant une période de trois ans.

TECHNIQUES

Nous avons établi une chronique des faits pathologiques, comme des variations météorologiques, et recherché les corrélations.

Chronique des faits pathologiques

Le service d'aide médicale d'urgence (SAMU) du département des Hauts-de-Seine, qui entoure Paris au nord, à l'ouest, et au sud, a recensé les faits

pathologiques en 1975, 1976 et 1977. La population concernée avoisine 1 500 000 habitants. On a retenu seulement les cas dont l'heure de survenue a été précisée.

Sous le nom d'infarctus du myocarde, on a enregistré les infarctus typiques et les syndromes de menace. Sous le nom d'AVC, on a enregistré les thromboses et les hémorragies vasculaires cérébrales, à l'exclusion des accidents cérébraux de causes traumatiques, toxiques ou infectieuses.

Chronique météorologique

Les relevés météorologiques effectués toutes les trois heures au Bourget (à proximité du nord de la ville de Paris) sont enregistrés sur un support informatique. On obtient les moyennes journalières de chaque caractéristique, ainsi que la valeur maximale des variations en trois heures. Nous avons sélectionné onze caractéristiques.

Les sept premières caractéristiques sont des valeurs journalières moyennes, maximales ou minimales :

— température moyenne du thermomètre sec, allant de la classe 1 (supérieure à 20° C) à la classe 14 (inférieure à — 20° C) ;

— indice de sécheresse de l'air, défini par l'écart de la tension de vapeur moyenne sous abri à la moyenne climatique ; une valeur positive correspond à une atmosphère humide, une valeur négative à une atmosphère sèche ; la moyenne climatique E (en mbar) se déduit, dans la région parisienne, de l'équation de régression : $E = 0,55 T + 5$, où T est la température moyenne journalière du thermomètre sec sous abri, en degrés centigrades ; l'échelle s'étend de la classe 1 (supérieure

Travail de la Météorologie nationale (E. Choissnel), du SAMU des Hauts-de-Seine (Dr J. Pasteyer) et de l'Institut d'Hydrologie et Climatologie (Pr F. Besançon).

* Hôtel-Dieu, 1, place du Parvis Notre-Dame, 75004 PARIS.

à 6 mbar, la plus humide) à la classe 14 (inférieure à — 6 mbar, la plus sèche) ;

— humidité relative maximale ;

— humidité relative minimale de la journée ; leurs échelles s'étendent toutes les deux de la classe 1 (comprise entre 95 et 100 p. cent), à la classe 14 (inférieure à 35 p. cent) ;

— brouillards, pour lesquels il n'existe que deux classes, suivant leur absence ou leur présence ;

— orages, de même ;

— insolation, exprimée en fraction journalière, c'est-à-dire en pourcentage d'heures d'insolation sur 24 heures. La classe 1 groupe les valeurs inférieures à 25 p. cent et la classe 3 les valeurs supérieures ou égales à 75 p. cent.

Les quatre dernières caractéristiques concernent les variations météorologiques :

— variations maximales en trois heures de la pression atmosphérique réduite au niveau de la mer ; ces variations vont de la classe 1 (supérieure à 6 mbar) à la classe 14 (inférieure à — 6 mbar) ;

— variation maximale en trois heures de la température du thermomètre sec, allant de la classe 1 (supérieure à 6° C) à la classe 14 (inférieure à — 6° C) ;

— variation maximale de l'humidité relative en trois heures, allant de la classe 1 (supérieure à 40 p. cent) à la classe 14 (inférieure à — 40 p. cent) ;

— variation maximale en trois heures du point de rosée, par rapport à celui de la journée précédente, allant de la classe 1 (supérieure à 6° C) à la classe 14 (inférieure à — 6° C). De fortes variations ne sont observées qu'en cas de passage de fronts chauds ou froids.

Soit, par exemple, une des 14 classes définies pour chaque variable. On compte le nombre NC de journées de cette classe k, et on le rapporte au nombre total NT des journées de la période formée par les trois années étudiées, ou seulement par une saison durant ces trois années. On obtient ainsi le rapport FN, qui est la fréquence des journées de classe k.

Parallèlement, on compte le nombre KC des événements pathologiques durant les journées de la classe k et on le rapporte au nombre total KT des événements pathologiques des journées de classe k.

Il reste à comparer ces fréquences entre elles. Par programme informatique (D. Platteel, 1978 [24]), on a appliqué le test de Bernoulli, sur le principe de l'écart réduit :

$$B = \frac{KC - (KT \times NC/NT)}{KT \times NC/NT (1 - NC/NT)}$$

Si B dépasse 1,96, le test est significatif (*) à $p < 0,05$.

Si B dépasse 2,576, le test est hautement significatif (***) à $p < 0,01$.

Si B dépasse 3,29, $p < 0,001$ (****).

Le test n'est validé que si NC et KC sont au moins égaux à 5. Ses résultats équivalent en pratique à ceux du classique Chi carré, dont le Bernoulli est la racine carrée.

L'ordinateur édite, pour chaque maladie, chaque caractéristique météorologique et pour chaque classe, les informations suivantes : numéro de la classe, nombre de journées appartenant à la classe, nombre total de journées de la période considérée (toutes saisons réunies, ou chaque saison considérée séparément), et le quotient de ces deux valeurs, c'est-à-dire la fréquence de la classe. Ensuite, viennent le nombre des cas cliniques appartenant à la classe, le nombre de cas cliniques de la période considérée et la fréquence clinique résultant du quotient de ces deux nombres. Ensuite vient l'indice biotropical qui est le quotient FK/FN, c'est-à-dire le rapport de la fréquence observée à la fréquence attendue. En dernier lieu, la machine calcule la signification statistique par le test de Bernoulli.

Ces tableaux de chiffres ne suffisent pas. Il est nécessaire de tracer les histogrammes correspondants, de manière à n'accepter que les histogrammes dont la structure est cohérente, c'est-à-dire pas en dents de scie. Il convient également de rejeter le test de Bernoulli quand le nombre de jours de la classe ou quand le nombre de cas cliniques de la période est trop faible. Théoriquement, ce nombre doit être égal ou supérieur à 5. Pour nous mettre à l'abri de fluctuations aléatoires, nous avons préféré fusionner les classes à faibles effectifs de manière à ce qu'aucun effectif ne tombe au-dessous de 10. Les tests de Bernoulli sont calculés à nouveau sur les classes regroupées. Nous indiquerons en quoi ces opérations critiques modifient le dépouillement initial.

Quand des classes ont été marquées par une recrudescence des faits pathologiques, nous avons considéré les cartes météorologiques correspondantes, afin d'apprécier globalement les conditions météorologiques.

RÉSULTATS

Au cours des 1 096 journées des années 1975, 1976 et 1977, on a recensé et daté le début de 1 966 infarctus du myocarde, 701 accidents vasculaires cérébraux (AVC) et 2 885 tentatives de suicide. Le pourcentage du sexe féminin était respectivement de 28 - 41 et 51 p. cent. La moitié environ des tentatives de suicide ont eu lieu avant l'âge de trente ans. La répartition par tranches horaires figure dans le tableau I. La répartition mensuelle cumulée des trois années apparaît sur

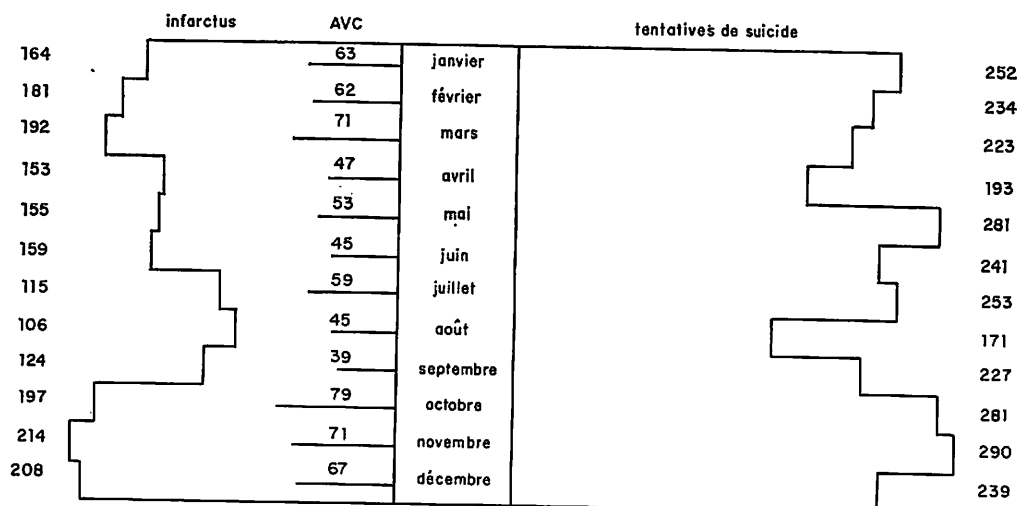


Fig. 1. — Nombres mensuels, cumulés sur trois années, des événements cliniques : infarctus du myocarde et accidents vasculaires cérébraux (AVC) à gauche de la figure, tentatives de suicide à droite.

TABLEAU I. — Horaire de survenue des infarctus, accidents vasculaires cérébraux (AVC) et tentatives de suicide

Heures	Infarctus (p. cent)	AVC (p. cent)	Tentatives de suicide (p. cent)
0 à 6	15,9	8,4	13,1
6 à 12	21,6	30,8	19,9
12 à 18	29,1	33,1	28,3
18 à 24	26,3	23,5	37,6

TABLEAU II. — Distribution saisonnière des faits cliniques en trois ans

Faits cliniques	Printemps (nb de cas)	Été (nb de cas)	Automne (nb de cas)	Hiver (nb de cas)
Infarctus	498	380	535	553
AVC	171	149	189	192
Tentatives de suicide	697	665	798	725

la figure 1 et la distribution saisonnière dans le tableau II.

Le mois de juillet voit varier en sens inverse (voir fig. 1) la fréquence des infarctus et des accidents vasculaires cérébraux ($p < 0,025$). Le mois de mai voit varier en sens inverse la fréquence des tentatives de suicide et de l'ensemble formé par les infarctus et AVC ($p < 0,01$).

Les corrélations météoropathologiques apparaissent sur les histogrammes des figures 2 à 9 (dont chacune concerne une caractéristique météorologique) et sur les tableaux III et IV. Les recrudescences ou raréfactions des événements cliniques sont modérées. Les plus nettes concernent la température et l'humidité maximales. Les températures moyennes inférieures à 0° C s'accompagnent d'une recrudescence des infarctus, tandis que les températures avoisinant 20° C sont concomitantes d'une raréfaction de ceux-ci en toutes saisons, spécialement en automne. Les AVC manifestent des corrélations analogues, spécialement au printemps et en automne. Les tentatives de suicide sont nette-

ment liées à la température, mais de façon opposée suivant les saisons. Au printemps et en automne, on se suicide davantage quand arrive la température de la saison suivante, c'est-à-dire la chaleur au printemps, et le froid en automne. En hiver et en été, on se suicide davantage quand règne la température de la saison opposée, ce qui est fréquent à Paris (fig. 2).

L'humidité maximale journalière et la fréquence des infarctus du myocarde varient de façon parallèle, surtout en été et en automne. Au contraire, la fréquence des AVC varie de façon opposée au degré de l'humidité maximale en toutes saisons, spécialement en été. Par conséquent, la sécheresse estivale favorise les apoplexies (plus de 25 p. cent). Les tentatives de suicide ont la même tendance que les infarctus : on se suicide moins les jours où l'humidité maximale est faible, surtout en été et en automne (fig. 3).

Les histogrammes de l'humidité minimale journalière, moins cohérents que ceux de l'humidité maximale, ne leur ressemblent que pour les infarc-

Fig. 2 à 9

Les 5 histogrammes de la colonne de gauche concernent les infarctus du myocarde ; de haut en bas : en toutes saisons, en hiver, au printemps, en été, et en automne. La colonne centrale concerne les accidents vasculaires cérébraux (AVC), et la colonne de droite les tentatives de suicide. Chaque histogramme comprend 14 lignes, qui correspondent aux 14 classes des mesures météorologiques. Quand l'effet des jours ou des cas cliniques de certaines classes est inférieur à 10, ces classes sont insérées avec les classes adjacentes, ce qui est indiqué par des parenthèses à gauche des histogrammes.

Une ligne comprend 10 tirets quand l'indice biotopique, c'est-à-dire le rapport de la fréquence observée à la fréquence attendue, est égal à 1. Le nombre de tirets est proportionnel à l'indice biotopique dans chaque classe. La signification statistique des corrélations météorologiques, positive ou négative, est figurée par 1, 2 ou 3 astérisques correspondant aux seuils de signification statistique.

Fig. 2. — Température moyenne du thermomètre sec : relations avec les accidents cliniques. La classe 1 correspond aux températures supérieures à 20° C, et la classe 14, aux températures inférieures à — 20° C.

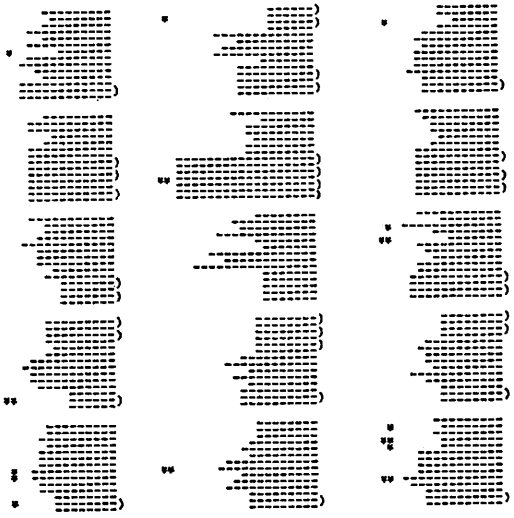


Fig. 4. — Humidité relative minimale. Même échelle.

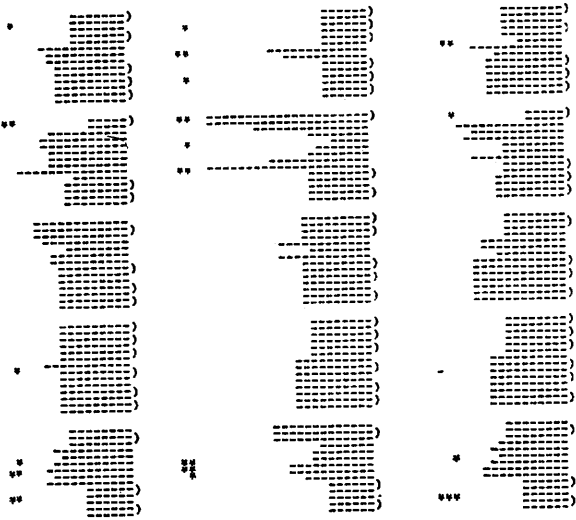


Fig. 5. — Indice de sécheresse de l'air. Classe 1 : supérieure à 6 mbar (la plus humide) ; classe 14 : inférieure à — 6 mbar.

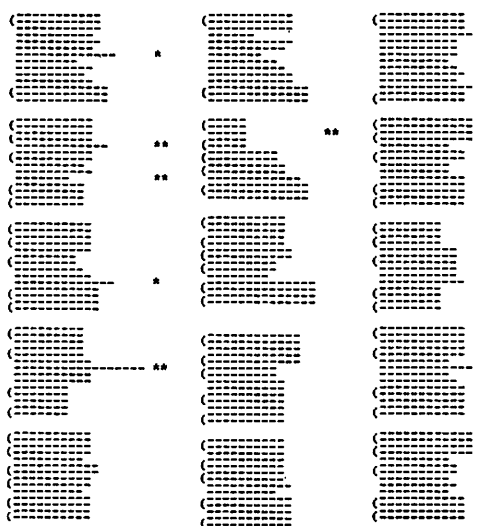


Fig. 6. — Variations de la pression atmosphérique (variations maximales en trois heures). Classe 1 : supérieure à 6 mbar ; classe 14 : inférieure à - 6 mbar.

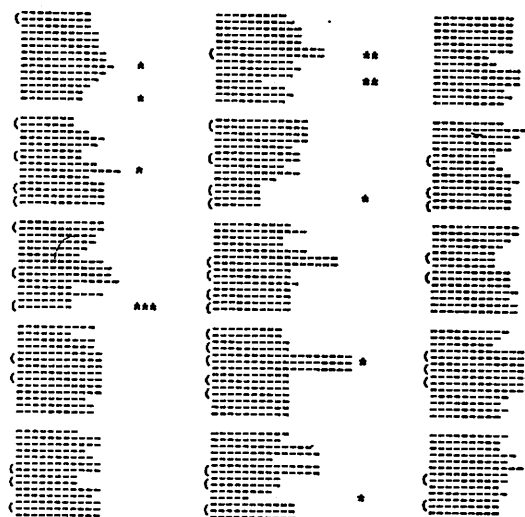


Fig. 7. — Variations de la température. Classe 1 : supérieure à 6° C ; classe 14 : inférieure à - 6° C.



Fig. 8. — Variations de l'humidité relative. Classe 1 : supérieure à 40 p. cent ; classe 14 : inférieure à - 40 p. cent.



Fig. 9. — Variations du point de rosée. Classe 1 : supérieur à 6° C ; classe 14 : inférieur à - 6° C.

tus et ils s'opposent à eux en été pour les apoplexies. La recrudescence de celles-ci est ainsi très nette, soit quand l'humidité maximale est faible, soit quand l'humidité minimale est élevée, en été (fig. 4).

L'indice de sécheresse de l'air (moyenne journalière) résulte des deux caractéristiques précédentes, et ses histogrammes n'apportent pas de contribution supplémentaire (fig. 5).

Les journées de brouillard sont marquées par une recrudescence des infarctus en automne. Les journées de faible insolation sont marquées par une recrudescence très faible, mais significative, des trois accidents cliniques, en toutes saisons (tableaux III et IV).

A notre surprise, l'analyse des variations maximales en trois heures révèle peu de corrélations

TABLEAU III. — Journées de brouillard. Relations avec les épisodes cliniques.

Météorologie			Clinique		Corrélations	
Saison	Classe météorologique : numéro et limites	Nb de jours de classe	Nature	Rapport classe/période (Nb de cas)	Augmentation de fréquence	Signification
Toutes saisons	Présence de brouillard	77	Infarctus	169/1966	22,5	**
Automne	do	33	do	82/535	27,3	*

N.B. — Le nombre de cas cliniques de chaque classe est rapporté au nombre de jours de la période. La durée de la période est de 1 096 jours pour trois ans, et de 274 jours pour une saison durant trois ans.

TABLEAU IV. — Jours d'insolation nulle ou inférieure à 25 p. cent. Relations avec les épisodes cliniques

Météorologie			Clinique		Corrélations	
Saison	Classe météorologique : numéro et limites	Nb de jours de classe	Nature	Rapport classe/période (nb de cas)	Augmentation de fréquence (p. cent)	Signification
Toutes saisons	0 à 25 %	467	Infarctus	893/1966	6,5	*
Toutes saisons	do	467	AVC	326/701	9,1	*
Automne	do	141	Tentatives suicide	444/798	8,2	*

pathologiques. Ce sont les jours où la pression atmosphérique varie peu, et lentement, que les infarctus sont les plus fréquents, spécialement en été. A l'opposé, les AVC sont plus fréquents quand la pression atmosphérique s'abaisse rapidement, plus rares quand elle s'élève rapidement, spécialement en hiver. Les suicides ne sont pas influencés (fig. 6).

Ce sont les jours où la température varie peu et lentement que les infarctus et AVC sont les plus fréquents, en toutes saisons. De même pour les suicides en été. Les jours de grandes variations thermiques sont bénéfiques aux athéromateux. Notamment, les refroidissements brusques voient se raréfier les apoplexies en hiver et les infarctus au printemps (fig. 7).

Les variations rapides de l'humidité ont peu d'influence. En automne, on observe moins d'infarctus les jours où l'humidité augmente rapidement, et moins de suicides les jours où elle diminue rapidement (fig. 8).

Les variations en trois heures du point de rosée, indice du passage des fronts froids et chauds, nous ont surpris par l'absence de corrélations pathologiques nettes. Il n'y a eu que deux jours d'orage en hiver, qui ont vu doubler la fréquence des infarctus et tripler celle des AVC, mais cette circonstance était trop rare pour que la liaison soit statistiquement significative (fig. 9).

Parmi les trois maladies considérées, l'accident vasculaire cérébral semble être celui qui subit les variations les plus amples en fonction des circonstances météorologiques, et les tentatives de suicide les variations les moins amples. Les infarctus occupent une position intermédiaire.

Le dépouillement initial des résultats, avant que ne s'exerce la critique sur la cohérence des histogrammes, et en acceptant des effectifs aussi bas que cinq dans les classes météorologiques, avait donné des résultats que nous citons ici comme douteux.

Les infarctus du myocarde avaient semblé augmenter de fréquence au cours des fortes chutes barométriques en toutes saisons, des sécheresses, enfin des hausses importantes du point de rosée en toutes saisons, correspondant au passage des fronts chauds.

Les AVC avaient paru plus fréquents lors des chutes barométriques importantes en toutes saisons, des hausses brutales de température en hiver, enfin des hausses brutales du point de rosée en toutes saisons (fronts chauds), et de ses chutes brutales en automne (fronts froids).

Les tentatives de suicide semblaient accrues en cas d'air sec au printemps, lors des fortes chutes de pression atmosphérique en hiver, lors des chutes modérées du point de rosée en hiver.

TABLEAU V. — Comparaison entre les études météoropathologiques basées sur l'analyse des caractéristiques élémentaires ou sur celles des situations globales

	Caractéristiques élémentaires	Situations globales (Daubert et Schubert [10], Brezowsky [3])
Facteurs météorologiques définis	Quantitativement et avec précision	Qualitativement et de précision inégale
Phénomènes intenses et rares	Bien discernés	Mal discernés
Explications des corrélations météoropathologiques	Phénomènes isolés ou analyse multivariée	Conjonction de facteurs
Technique de l'analyse	Fastidieuse sans informatique, mais automatisable	Accessible sans informatique, mais d'automatisation incertaine
Observations cliniques nécessaires	Très nombreuses	Peu nombreuses

DISCUSSION

La méthode développée ici par les ingénieurs de la Météorologie Nationale (E. Choissel, D. Platteel-Devatine, C. Desouches, I. Manardo-Vicedo) analyse séparément chaque caractéristique météorologique. Elle obéit aux mêmes principes que le travail d'Ohno en 1969 [20, 21] sur les circonstances du décès par AVC à Nagoya. Elle diffère des méthodes de Brezowsky [3] et de Daubert [10], qui individualisent une dizaine de situations météorologiques globales, appelées phases de temps, à l'examen des cartes météorologiques. Le tableau V compare ces deux méthodes. L'une a l'avantage de définir quantitativement et avec précision les facteurs météorologiques, de tenir compte des phénomènes intenses et rares, de pousser l'explication des corrélations jusqu'au niveau des facteurs élémentaires, d'être automatisable et de se prêter à l'analyse multivariée. L'autre a l'avantage de rechercher l'explication des corrélations par une conjonction de facteurs, de ne pas exiger l'informatique, et de requérir un nombre moins important d'observations cliniques.

L'analyse des correspondances est une méthode statistique complexe, exigeant d'importants moyens informatiques. Inaugurée en biométéorologie dans la thèse d'Evrard en 1979 [14], elle a en principe l'avantage d'être une analyse multivariée, susceptible de mettre en évidence des conjonctions de facteurs. Toutefois, les résultats paraissent décevants, exprimés en graphiques peu lisibles, et sans seuils de signification statistique. Aucune affirmation ferme n'en découle. Certaines des tendances sont en accord avec nos résultats : la relation du froid avec l'ensemble des accidents vasculaires, de la brume avec les infarctus et de la sécheresse avec les thrombo-embolies cérébrales.

Nos résultats relatifs aux variations horaires,

mensuelles et saisonnières des faits cliniques se situent aux frontières de la météorologie. Les rythmes circadiens n'ont pas été pris en compte. La baisse de fréquence du mois d'août n'est probablement qu'une apparence, étant donné qu'une fraction notable de la population suburbaine part en vacances. En juillet, la variation opposée des infarctus et des AVC peut s'expliquer de deux manières : soit par la sensibilité de ces derniers au dessèchement de l'atmosphère (voir fig. 3), soit parce que les candidats à l'infarctus, plus jeunes que les candidats à l'hémiplégie, sont plus nombreux à partir en vacances. Il sera intéressant, à l'avenir, de distinguer les jours de fin de semaine et les fêtes, susceptibles d'influencer la pathologie par des facteurs autres que météorologiques.

Les informations cliniques sont sommaires, ce qui empêche de différencier les corrélations météorologiques suivant les traitements en cours, les divers facteurs de risque ou le degré d'exposition au climat au cours des journées précédentes. La date du début des AVC n'est connue qu'avec une marge d'erreur souvent appréciable.

Antérieurement au présent travail, la Météorologie Nationale a collaboré avec le SAMU de l'Hôpital Necker à Paris (Pr Cara, Drs Poisovert et Planes), et les résultats préliminaires concernant 763 infarctus du myocarde et 235 AVC sont indiqués dans les mémoires de D. Platteel [24], C. Desouches [12] et B. Delforge [11]. On y trouve des corrélations que notre travail ne confirme pas : celle des fronts froids et des arrivées d'air tropical humide avec les infarctus et AVC ; celle des flux d'air froid et sec du nord-est avec les AVC. Les AVC paraissent répondre plus rapidement que les infarctus aux changements de l'atmosphère. Le mémoire de C. Desouches se distingue par l'analyse des mesures en altitude par radiosondages : hauteur d'eau condensable, et ses variations en 0 h et 12 h ; niveau de la base et épaisseur des inversions. Les infarctus et AVC sont plus fréquents au cours des inversions basses et épaisses avec flux du secteur nord, avec ou sans front froid.

La signification statistique des corrélations n'est pas une preuve de causalité, mais seulement une présomption, plausible si les effectifs sont suffisants, si les autres facteurs pathogènes sont répartis de façon aléatoire dans toutes les classes, et si les modalités d'intervention du SAMU ne sont pas influencées par les circonstances météorologiques.

L'expression $p < 0,05$ signifie qu'on approche d'une chance sur 20 de se tromper quand on dit que la corrélation apparente n'est pas due au hasard. Ce risque, c'est-à-dire l'affirmation d'une corrélation illusoire, s'est probablement réalisé au moins une fois à propos de chacune des trois maladies considérées, parce que le nombre des confrontations opérées dans la présente étude s'élève à plusieurs centaines.

Une corrélation significative ne correspond pas aux mêmes accroissements de fréquence, suivant que les circonstances météorologiques envisagées surviennent fréquemment ou rarement. Par exemple, le seuil de signification est atteint dès que la fréquence des tentatives de suicide est accrue de 8,2 p. cent, pourvu que la circonstance météorologique soit très fréquente, observée plus d'un jour sur deux. En effet, la classe météorologique correspondante comprend de nombreux jours, et les faits cliniques sont assez nombreux pour rendre significative une faible différence. En revanche, quand une circonstance météorologique est rare, ne survenant qu'une fois par mois, les cas cliniques sont peu nombreux et il faut que leur fréquence soit accrue d'environ 50 p. cent pour être pareillement significative.

C'est peut-être en apparence seulement que les AVC et les tentatives de suicide ont paru respectivement très, et très peu météorosensibles. Les secondes sont en effet quatre fois plus nombreuses que les premières (2885 contre 701), ce qui réduit les fluctuations aléatoires de la distribution. Dans les AVC, les accroissements de fréquence dépassant 50 p. cent ont été constatés dans des classes dont les effectifs étaient seulement de 8..., 9..., 10..., 10... et 11. Malgré leur signification statistique, l'éventualité de fluctuations aléatoires n'est pas exclue. Il revient donc au clinicien de tempérer l'enthousiasme de l'ordinateur, et nos résultats ont été expurgés des corrélations manifestement illusoires en raison du petit nombre de cas.

La division en 14 classes des échelles de grandeur prête à discussion, car l'optimum statistique et l'optimum médical divergent. L'intérêt du statisticien est d'avoir de nombreux cas dans chaque classe, donc de faire peu de classes ; le médecin n'accordera de crédit et de signification pratique qu'aux accroissements de fréquence de grande ampleur. Ceux-ci ont toutes chances d'être rares, donc de correspondre à des classes n'ayant qu'un faible nombre de jours, avec de faibles chances d'atteindre le seuil de signification. A l'avenir, on pourrait concilier en partie ces impératifs en créant des classes moins nombreuses et en leur assignant des intervalles inégaux : relativement étroits au centre de l'échelle et beaucoup plus larges aux extrémités. Une des solutions serait de créer des classes d'égale durée en jours, ce que l'ordinateur peut faire. Toutefois, des classes trop larges feraient méconnaître les influences cliniques qui ne s'exerceraient qu'à partir d'un seuil des variations météorologiques.

Les données de la littérature, revue par Tromp jusqu'en 1963 [27, 28], sont assez contradictoires, ce qui s'explique par la diversité des situations géographiques et des techniques d'analyse des corrélations, et souvent par l'insuffisance du nombre des cas.

La plupart des résultats antérieurs s'opposent aux nôtres, parce qu'ils affirment des concomitances avec les variations rapides de l'atmosphère :

— en ce qui concerne les infarctus du myocarde, les résultats concernent les variations rapides de température (Maschas et coll. [19], Heyer et coll. [16]), les chutes rapides de pression atmosphérique (Coget et coll. [9]), les arrivées de fronts froids et chauds (Brezowski [2, 3]) ;

— en ce qui concerne les accidents vasculaires cérébraux : les variations importantes de la température et de la pression atmosphérique (Chilaïdis et coll. [8]), les temps froids ou les brusques chutes de température (Bull [4, 5], Ohno [21, 22], Evrard [14]), le dessèchement rapide de l'air (Ohno [21, 22], Lanoë et coll. [17]), les fronts chauds (Brezowski [2, 3]) ;

— en ce qui concerne les suicides, les travaux les plus importants sont ceux de Pokorny [25] et Léonard [18]. La plupart des auteurs incriminent les températures extrêmes (Hajjar [15]), les chutes de la pression atmosphérique (Digon [13], Hajjar [15]), le foehn, au nord des Alpes (Blumer [1], Rohden [26], Obersteg [20]) et le vent d'autan à Toulouse (Hajjar [15]).

La plupart des auteurs s'accordent pour conclure que les variations brusques de masses d'air ont plus d'influence que les caractéristiques de ces masses d'air. Ce sont les « phases biotropiques » de Brezowski [2, 3]. Notre étude l'aurait confirmé si nous avions accepté sans critique les tableaux de chiffres édités par l'ordinateur. A présent, nous considérons au contraire comme douteux la plupart des résultats associés aux fronts froids et chauds, aux baisses de pression atmosphérique, aux hausses brutales de température. Si les circonstances météorologiques exercent une influence, c'est plutôt par les caractéristiques des masses d'air comme la température et l'humidité moyenne, que par leurs variations. Toutefois, nous ne rejetons pas entièrement les résultats considérés comme douteux. La plupart correspondent à des journées exceptionnelles, trop peu nombreuses pour avoir une signification statistique, mais au cours desquelles, précisément, des circonstances météorologiques exceptionnelles ont pu avoir une influence nette. L'exemple le plus caractéristique concerne la concordance de deux orages en hiver avec les infarctus du myocarde et les AVC.

Par quels mécanismes les influences climatiques s'exercent-elles ? On possède seulement des indications partielles. La coagulation du sang *in vitro*, chez le lapin, est accélérée dès avant le passage des fronts froids et ce phénomène ne dure que quelques heures (Caroli et Pichotka [7]). La fibrinolyse augmenterait chez l'homme au passage des fronts froids (Caroli [6]).

Les molécules instables impliquées dans la coagulation pourraient se comporter comme les col-

loïdes étudiés in vitro par Piccardi [23]. Leur état physique semblait influencé par les variations du champ magnétique et par le cycle des taches solaires. Toutefois, le rôle de ce dernier est contesté par Coget [9].

Au cours d'études ultérieures, on pourrait élargir l'analyse météorologique, de plusieurs manières :

— prise en compte de caractéristiques supplémentaires telles que le champ électrique, la nébulosité et surtout les mesures effectuées en altitude (C. Desouches [12]) ; toutefois, les facteurs météorologiques à considérer en premier lieu sont ceux qui sont perceptibles à l'intérieur des habitations ;

— étude de climats moins tempérés que celui de Paris ;

— c'est arbitrairement que l'on a basé la présente enquête sur la concomitance entre les événements météorologiques et les événements cliniques. On a négligé le fait que l'enchaînement des causes et des effets prend du temps, dans les deux domaines. De nouvelles études, assez simples à réaliser, devraient mettre en relation les faits cliniques qui suivent d'un, deux ou trois jours (Maschas et coll. [19]), ou même qui précèdent les situations météorologiques considérées. On examinera alors si ces nouvelles corrélations météoropathologiques sont plus significatives statistiquement, et ont des histogrammes plus cohérents.

CONCLUSION

Quelles conséquences pratiques peuvent découler de nos résultats ? Les SAMU n'auraient à tenir compte des prévisions météorologiques, dans leurs programmes d'entretien des véhicules et de rotation des personnels, que si les influences météorologiques étaient de grande ampleur et de même sens dans les diverses pathologies, ce qui n'est pas le cas. Dans les hôpitaux, les services de cardiologie et de réanimation pourraient tirer parti de la météorologie, pour prévoir des lits vacants et des renforts de personnel.

Certaines circonstances météorologiques s'accompagnent d'une raréfaction des accidents cliniques. Y a-t-il lieu de les considérer comme propices à la marche à pied, pour les athéromateux ? Et à la psychothérapie, chez les déprimés ? Ces hypothèses appellent vérification.

Quant aux actions de prévention, individuelles ou collectives, il semble qu'elles ne seraient à envisager qu'après avoir déterminé si les malades sont météorosensibles différemment suivant l'âge, le sexe, les facteurs de risque et les traitements comme les bêtabloquants, les anticoagulants, les antidépresseurs. Ces points acquis, on pourrait imaginer que la radio, la télévision et les banques de données contribuent à la prévention, tout en évitant d'affoler la population.

Les destinataires des messages ne seraient sans doute pas les médecins mais, dans le public, les sujets qui, par exemple, se savent candidats aux thromboses artérielles ou au suicide. L'un des messages pourrait prédire que, tel jour, le nombre des infarctus du myocarde dépasserait légèrement la moyenne. Ce ne serait pas le jour idéal pour faire des efforts physiques inhabituels, prendre des repas copieux, s'exposer au froid, entretenir une altercation, ni cesser un traitement en cours. On rappellerait que les influences météorologiques ne sont pas les plus déterminantes et que la prévention de l'infarctus dépend surtout de l'hygiène personnelle.

Un second message pourrait prédire que davantage de personnes auraient des idées noires tel jour et conseiller, en cas de cafard, de ne pas tarder à en parler au médecin. Faute d'arriver à voir le médecin, ce serait déjà une bonne idée que de téléphoner à SOS Amitié.

A l'évidence, de tels messages ne pourraient être diffusés qu'à intervalles assez longs pour ne pas augmenter une anxiété déjà trop répandue, et plus pathogène peut-être que certains facteurs météorologiques.

RESUME

Les moyens actuels permettent d'analyser les relations entre certains accidents cliniques et diverses caractéristiques atmosphériques, analysées quantitativement.

Les faits cliniques ont été recensés et leur début daté, grâce au Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU) des Hauts-de-Seine, dans la banlieue de Paris (1 500 000 habitants), durant trois ans. La chronique météorologique informatisée provient du Bourget, à proximité de Paris. Elle comprend onze caractéristiques : la température moyenne, l'indice de sécheresse, l'humidité relative minimale et maximale journalière, les brouillards, les orages, la fraction journalière d'insolation ; les variations maximales en trois heures de la pression atmosphérique, de la température, de l'humidité relative et du point de rosée. La plupart des échelles des variations ont été divisées en 14 classes et les corrélations avec les faits cliniques des journées correspondantes ont été évaluées par le test de Bernoulli, équivalent au Chi carré. On a fusionné les classes à trop faibles effectifs et on a tenu compte de la cohérence des histogrammes.

Les résultats concernent 1 966 infarctus du myocarde, 701 accidents vasculaires cérébraux (AVC) et 2 885 tentatives de suicide. Les circonstances météorologiques de leur recrudescence ou de leur raréfaction apparaissent sur les figures et dans les tableaux, en toutes saisons et pour chaque saison. Ces circonstances concernent davantage les valeurs des caractéristiques atmosphériques (température moyenne et humidité) que leurs variations rapides. Ceci s'oppose à la plupart des publications antérieures. Les recrudescences les plus amples concernent les AVC, tandis que les tentatives de suicide paraissent peu influencées.

Les avantages de la méthode proposée ici sont comparés à ceux des méthodes antérieures. Des actions préventives sont réalisables et leurs conditions sont discutées.

REFERENCES

1. Blumer S. — *Zur Frage, Selbstmord und Witterung*. Thèse Méd., Zurich, 1945.
2. Brezowsky H. — Morbidity and weather. In: Licht S. *Medical climatology*, pp. 358-399. Baltimore, Waverly Press, 1964.
3. Brezowsky H. — Über die Abhängigkeit physiologischer Messwerte von Wetter vorgägen. *Int. J. Biometeorol.*, 1965, 9, 253-259.
4. Bull G.M. — A comparative study of myocardial infarction and cerebral vascular disease. *Gerontol. clin. (Basel)*, 1969, 11, 193.
5. Bull G.M. — Meteorological correlates with myocardial and cerebral vascular disease, and respiratory diseases. *Br. J. prev. soc. Med.*, 1973, 27, 108-113.
6. Caroli G. — Atmosphärische und solare Einflüsse auf die Fibrinolyse. *Med. meteorol. Hefte*, 1950, 4, 12-27.
7. Caroli G., Pichotka J. — Weitere Untersuchungen zur Beziehung zwischen Blutgerinnung und Wetter. *Arch. Meteorol. Geophys. Bioklimatol. [B]*, 1954, 5, 403-412.
8. Chilaïditis G., Sparros L., Maschas H. — Facteurs météorologiques et accidents vasculaires aigus cérébraux. *Sem. Hôp. Paris*, 1968, 44, 1152-1157.
9. Coget J., Warembourg H., Desruelles J., Merlen J.F. — Les influences météorologiques et cosmiques dans l'infarctus du myocarde. *Presse méd.*, 1962, 70, 119-121.
10. Daubert K., Schubert R. — Spezifische Reizkomponenten des Wetters und ihre Beziehung zum gesunden und kranken Organismus. *Med. meteorol. Hefte*, 1953, 13, 63.
11. Delforge B. — *Contribution à la discussion du rôle favorisant de facteurs météorologiques dans l'apparition de deux phénomènes circulatoires aigus : l'insuffisance coronarienne aiguë et l'accident vasculaire cérébral*. Thèse méd., Paris, 1979.
12. Desouches C. — *Contribution à la biométéorologie humaine. Etude de corrélations entre certaines situations météorologiques et le déclenchement de maladies respiratoires ou cardiovasculaires*. Mémoire de fin de stage de l'Ecole Nationale de Météorologie, Paris, 1979.
13. Digon E. — Suicides and climatology. *Arch. environ. Health*, 1966, 12, 279-286.
14. Evrard D. — *Influence des facteurs météorologiques et solaires sur la survenue d'accidents vasculaires aigus (infarctus du myocarde, thrombo-embolies et hémorragies cérébrales)*. Thèse méd., Nancy, 1979.
15. Hajjar J. — *Météorologie et suicide*. Thèse Méd., Toulouse, 1975-76.
16. Heyer H.E., Teng H.C., Barris W. — Increased frequency of acute myocardial infarction during summer months in warm climate. *Am. Heart J.*, 1953, 45, 741-748.
17. Lanoë R., Parsus P., Choïsnel E., Manardo I. — L'air sec est-il néfaste aux vieillards ? *Nouv. Presse méd.*, 1981, 10, 1660-1661.
18. Léonard C. — *Conduites suicidaires et conditions météorologiques*. Thèse Méd., Nancy, 1974.
19. Maschas H., Chilaïditis G., Vassilounis K., Zaharioudakis J., Sparros L. — Facteurs climatiques et infarctus du myocarde. *Presse méd.*, 1966, 74, 2031-2034.
20. Obersteg J., Marzetta B. — *Zur Frage, Selbstmord und Witterung*. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.*, 1957, 46, 18-26.
21. Ohno Y. — Biometeorological studies on cerebrovascular diseases. *Jpn. Circ. J.*, 1969, 33, 1285-1309.
22. Ohno Y. — Evaluation of meteorological factors, their changes or combinations on the occurrence of cerebrovascular diseases. *Jpn. Circ. J.*, 1970, 34, 69.
23. Piccardi G. — *The chemical basis of medical climatology*. Springfield, Illinois, Thomas Charles, 1963.
24. Platteel D. — *Biométéorologie humaine. Détermination des paramètres météorologiques et indices utilisables en biométéorologie humaine*. Mémoire de fin de stage de l'Ecole Nationale de Météorologie, Paris, 1978.
25. Pokorny A.D. — Suicide, suicide attempts and weather. *Am. J. Psychiatry*, 1963, 4, 377-381.
26. Rohden H. — Einfluss des Föhns auf das körperlich-seelische Befinden. *Arch. Psychol. (Frankf.)*, 1933, 89, 605.
27. Tromp S. — *Medical biometeorology*. Amsterdam, Elsevier, 1963.
28. Tromp S.W., Bouma J.J. — Study of the possible relationship between atmospheric environment, suicide and suicide attempts in the western part of the Netherland (period 1954-1969). In: *Monograph series, vol. XII*, Leiden, Biometeorologic Research Center, 1973.

Aspects actuels de la bioclimatologie du Cap-Vert

H. de LAUTURE, I. WONE, L. ROBINEAU

(Dakar)

En 1875, Borius écrivait : « D'après ce que nous savons déjà du climat du Sénégal, nous ne devons pas nous attendre à trouver de ces élévations du thermomètre qui, toujours exagérées, ont fait considérer le Sénégal comme le point le plus chaud du globe, les idées les plus fausses règnent sur cette contrée... Aussi, rien n'égale l'étonnement des Européens lorsque, débarquant sur les côtes de notre colonie, ils reconnaissent qu'ils ont été transportés dans un milieu dont leur imagination avait fait une sorte de fournaise et qui ne leur donne, s'ils débarquent dans la saison sèche que des sensations de fraîcheur souvent fort accusées et, s'ils arrivent au milieu de l'hivernage, que des sensations de chaleur très supportables » [2].

Malgré cette constatation, il a fallu attendre presque un siècle pour que le climat du Sénégal ne soit plus considéré comme un sérieux obstacle au développement des activités humaines : c'est seulement d'une décennie que date l'implantation du tourisme dans ce pays.

En fait, le climat du Sénégal est divers comme le sont ses régions et ses caractéristiques commentent seulement à être déterminées car elles peuvent enfin s'appuyer sur des observations suffisamment prolongées. En effet, les données climatologiques ne peuvent se contenter d'impressions ou de mesures parcellaires ou fragmentaires : elles doivent s'appuyer sur des séries d'enregistrements. L'Office Mondial de la Météorologie (OMM) estime que pour obtenir des moyennes valables il faut disposer en particulier [1] :

- de 30 années pour la pluviométrie,
- de 20 années pour les températures,
- de 15 années pour l'hygrométrie.

Or de telles séries de données existent au Sénégal.

Voici déjà près de 20 ans, l'un de nous avait ébauché une étude de la climatologie du Sénégal et bien qu'elle fût limitée, elle avait permis d'individualiser le microclimat de la presqu'île du Cap-Vert. Notre but actuel est de reprendre cette étude de façon suffisamment étoffée grâce aux informations obtenues durant ces 20 dernières années.

Nous passerons en revue les principales composantes climatologiques du Cap-Vert* et nous tenterons d'en retirer quelques conclusions pratiques, en particulier sur leur déterminisme physiologique.

TEMPÉRATURES

La température est une des composantes majeures des climats. Elle représente l'état énergétique de l'air plus ou moins échauffé par le rayonnement solaire, compte tenu de l'influence de tous les facteurs d'environnement : altitude, source froide, végétations, etc. Son évolution annuelle est donc soumise à deux causes :

- l'évolution cosmique, car la température est liée à l'incidence des rayons solaires ;
- des facteurs d'environnement qui viennent modifier cette influence première, comme l'inertie thermique des océans.

Les moyennes mensuelles mettent en évidence deux saisons nettement différenciées (fig. 1) :

- une saison à température plus faible avec un seul minimum thermique qui se situe en février ;
- une saison à température plus élevée avec un seul maximum thermique qui se situe en septembre.

Le minimum thermique est déphasé par rapport à l'évolution cosmique. Ce décalage de deux mois est dû à l'inertie thermique de l'océan. Celui-ci emmagasine du froid lors de la phase de minimum

Travail de la Clinique de Médecine préventive et de Santé publique de la Faculté de Médecine de Dakar.

* Le travail s'appuie sur les relevés de la station météorologique de Dakar-Yoff.

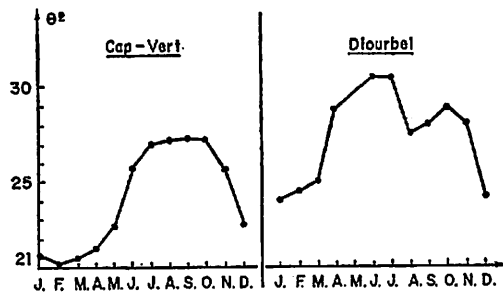


Fig. 1. — Moyennes mensuelles des températures sur 30 ans (1947-1976).

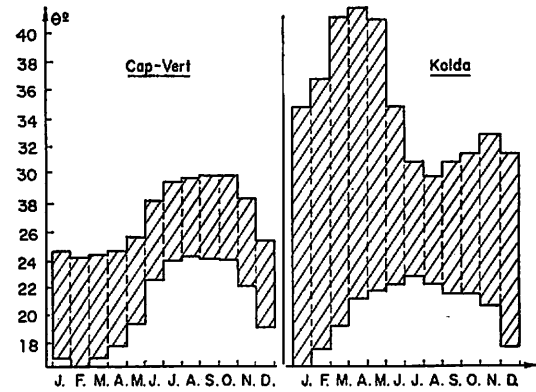


Fig. 2. — Moyennes mensuelles des maxima et minima des températures sur 30 ans (1947-1976).

cosmique : il le libèrera lentement ensuite. La baisse de la température en novembre-décembre est liée à l'évolution cosmique : les vents froids du Nord baignent le Cap-Vert qui reçoit de fréquentes coulées d'air polaire peu tropicalisé en surface à cause du trajet océanique.

Si on compare le Cap-Vert avec d'autres régions du Sénégal, on constate que cette saison froide y est plus froide et plus longue. A titre d'exemple, la comparaison avec Diourbel, ville située à 200 km de la côte à l'Est de Dakar, montre les différences suivantes :

- le nombre de mois à température moins élevée est de 6 au Cap-Vert et de 4 à Diourbel ;
- les moyennes de températures durant ces mois sont comprises entre 20,5 et 23 au Cap-Vert, 24 et 25,5 à Diourbel.

A partir de mai-juin, la hausse des températures entraîne une hausse parallèle de la tension de vapeur d'eau et de l'humidité relative, le rayonnement nocturne est de plus en plus freiné par la vapeur d'eau.

Le soleil passe à la verticale de la station deux fois par an : le 1^{er} mai et le 15 août, mais le maximum thermique est décalé par rapport au maximum cosmique pour les mêmes raisons que précédemment : il survient en septembre. Du fait de l'inertie thermique océanique, des précipitations estivales, de la forte nébulosité, de la réduction de l'insolation, l'augmentation de la température est freinée et égalisée sur les trois mois d'août, septembre et octobre.

Cette saison à température plus élevée est très différente pour le Cap-Vert et les autres régions du Sénégal. La température est plus élevée dans les autres régions et elle présente deux maxima en mai-juin et en août (courbe bimodale) : la comparaison avec Diourbel est démonstrative.

La différence du Cap-Vert avec les autres régions est encore plus importante si on compare les maxima mensuels moyens et les amplitudes mensuelles moyennes.

La figure 2 met en évidence cette comparaison entre le Cap-Vert et Kolda, ville située à 500 km au Sud-Est de Dakar : à Dakar, les maxima moyens ne dépassent jamais 30°C, alors qu'à Kolda ils sont toujours supérieurs à cette température et les amplitudes ne dépassent jamais 6,5°C, alors qu'à Kolda elles atteignent 19°C.

Le cycle diurne de la température est le suivant : le minimum a toujours lieu avant 6 h du matin. Ensuite la température monte rapidement de 2 à 3°C jusqu'à 10 h, elle continue de croître d'1 à 2°C à 13 h. Le maximum a lieu entre 13 h et 14 h et dans cet intervalle de temps, la température varie peu.

Ensuite, elle baisse jusqu'à 22 h, et assez brusquement après le coucher du soleil.

De 22 h à 6 h du matin, le refroidissement est peu considérable et ne dépasse pas 1,5°C. Ceci est dû au phénomène de la rosée : la vapeur d'eau en passant à l'état liquide rend à l'air toute la chaleur qu'elle avait accumulée dans la journée.

Ces quelques données nous montrent que la stabilité est une caractéristique de la température du Cap-Vert. Elle se retrouve dans l'étude des variations interannuelles : il n'y a pas pratiquement de modifications des moyennes mensuelles de température sur 30 ans et d'une année à l'autre les variations sont faibles (fig. 3).

PRÉCIPITATIONS

Une autre caractéristique fondamentale d'un climat est la distribution de ses précipitations. En effet, les quantités de pluies conditionnent partiellement les réserves en eau du sol, donc le mode

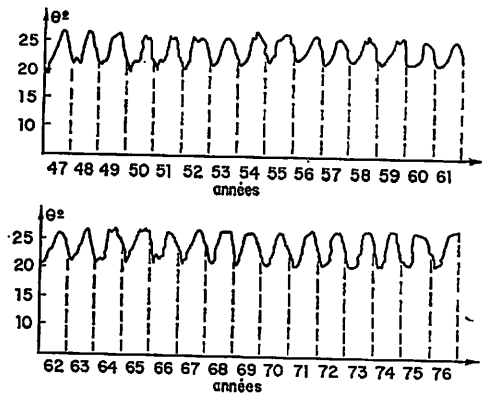


Fig. 3. — Variations interannuelles des températures (1947-1976).

cultural et la production vivrière. Les pluies sous forme de grains brusques influent profondément sur le rythme thermique des journées qu'elles affectent, mais selon un mode totalement différent d'une pluie fine et continue. Les averses plaquent au sol les éléments figurés en suspension dans l'air, alors que les brouillards peuvent en favoriser la diffusion.

Dans la région du Cap-Vert, comme d'ailleurs dans le reste du Sénégal, les précipitations se concentrent pendant la saison la plus chaude appelée hivernage (fig. 4), avec les proportions suivantes : 38,5 p. cent en août, 69 p. cent en août et septembre, 85 p. cent en juillet, août et septembre, 98,4 p. cent de juin à octobre.

Il y a deux mois sans pluie : mars et avril, et de très faibles pluies d'hiver situées surtout en janvier et février.

Ces pluies de saison sèche sont appelées « Heug ». Elles sont liées à des invasions d'air polaire sur l'ouest de l'Afrique occidentale mais elles mettent en jeu une multitude de facteurs analysés par Leroux [8] et Seck [12], d'où leur inconsistance : un trajet continental provoque une faible nébulosité du fait de la forte siccité de l'air et de la subsidence, ainsi toute pluie issue de ces formations est évaporée avant d'avoir atteint le sol ; un trajet maritime provoque un réchauffement et une humidification des couches inférieures, d'où l'accroissement du gradient vertical et l'apparition de l'instabilité, cependant que les formations nuageuses sont bloquées par la subsidence supérieure et évoluent en strato-cumulus ou en cumulus d'alizé. Les pluies issues de ces formations nuageuses ont plus de chance d'atteindre le sol, la couche inférieure de l'alizé étant alors moins évaporante.

On peut aussi se trouver en présence d'un flux de Sud-Ouest ou du moins de l'une de ses composantes appelée « mousson d'altitude » issue de l'hémisphère météorologique Sud : en coiffant l'air froid

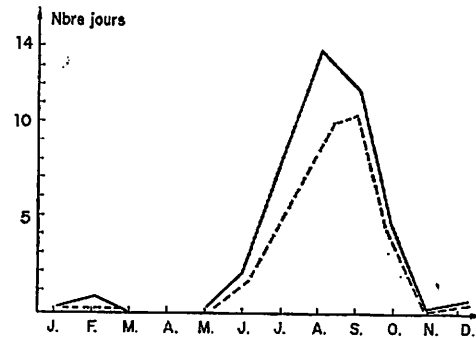


Fig. 4. — Normale du nombre de jours de pluie et d'orage sur 30 ans (1947-1976).

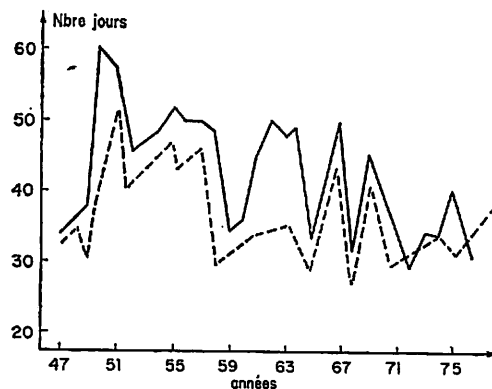


Fig. 5. — Variations interannuelles du nombre de jours de pluie sur 30 ans (1947-1976).

d'origine polaire, elle crée les conditions favorables à une perturbation et joue ainsi un rôle important.

Les pluies d'hivernage sont liées à la mousson qui arrive sur le Sénégal en été boréal. Mais pour diverses raisons météorologiques, telle par exemple le blocage du front intertropical (FIT) semi-continental sur la côte, l'ouest de l'Afrique septentrionale ne reçoit que des lignes de grains atténuées et émoussées.

L'origine des pluies se trouve aux environs du Lac Tchad et à l'ouest de la boucle du Niger. Certaines pluies d'ailleurs abondantes sont dues à la confluence mousson-alizé et elles n'accompagnent pas des orages. D'ailleurs, en 30 ans, il y a 1 288 jours de pluie contre 954 jours d'orages.

La pluviométrie est caractérisée par une très grande variabilité interannuelle (fig. 5), dans le rapport de 1 à 8.

Plusieurs études, en particulier celles de Giraud et Rossignol (in [3]) n'ont pas pu mettre en évi-

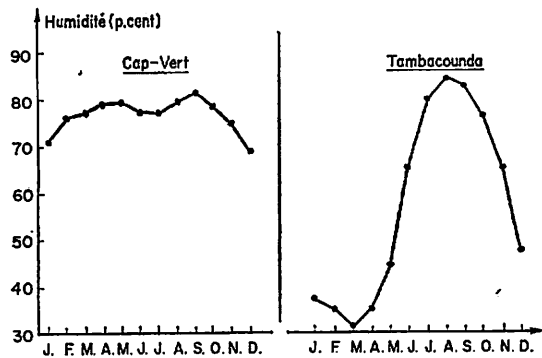


Fig. 6. — Moyennes mensuelles de l'humidité relative sur 30 ans (1947-1976).

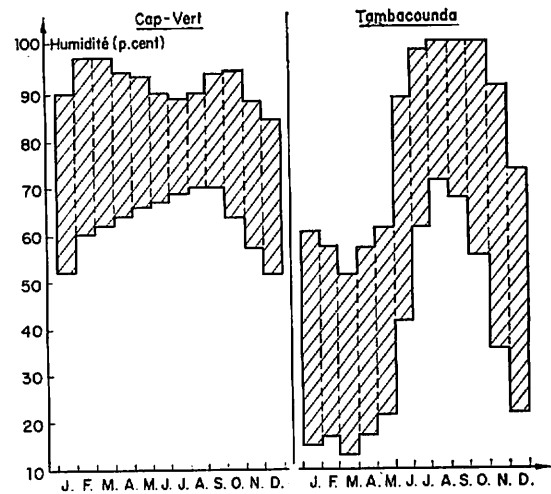


Fig. 7. — Moyennes mensuelles des maxima et minima d'humidité relative (1947-1976).

dence des cycles pluviométriques pour la région du Cap-Vert, même sur des séries très longue, telle 1901-1972. Mais la périodicité des saisons de pluie, leur variabilité interannuelle, l'évolution des normales antérieures (1901-1930 : 535 mm ; 1931-1960 : 578 mm ; 1947-1976 : 518 mm) font penser qu'on assiste à une détérioration progressive du régime pluviométrique.

Par son régime pluviométrique, le climat du Cap-Vert est de type sahélo-soudanien (4 à 5 mois de pluie et de 500 à 1 000 mm/an), mais il tend à devenir sahélien.

HYGROMÉTRIE

L'état hygrométrique est le grand régulateur des climats. Généralement, pour le désigner, on utilise les deux expressions suivantes : tension de vapeur d'eau et humidité relative.

La tension de vapeur d'eau est proportionnelle à la masse de vapeur d'eau que renferme l'unité de volume d'air et qu'on définit par le terme « humidité absolue ».

L'humidité relative est le rapport de l'humidité absolue à l'humidité qui serait mesurée si l'air était saturé de vapeur d'eau à la même température, c'est-à-dire sa capacité hygrométrique. Elle est mesurée en centièmes. Elle varie dans la journée d'une manière bien différente de celle dont varie la quantité absolue d'eau contenue dans l'air. En effet, l'air oppose un obstacle à la formation de la vapeur d'eau et, à mesure que sa température s'élève, sa capacité pour l'eau croît plus rapidement que n'augmente l'évaporation, toujours plus ou moins limitée. Il en résulte que, relativement à

son état de saturation, l'air contient de moins en moins d'eau à mesure que sa température s'élève : la courbe des moyennes horaires de l'humidité relative marche en sens opposé de celle de la température.

Toutefois, il y a des modulations : dans la saison sèche, la température s'abaisse, puis se relève, avec une rapidité trop grande pour que l'air, qui a besoin d'un certain temps pour absorber la vapeur d'eau, puisse se rapprocher de son point de saturation. Aussi est-ce à cette époque de l'année, au moment des plus grands mouvements de température que la sécheresse relative est la plus grande. Mais dans la région du Cap-Vert, l'air peut se charger rapidement d'humidité par évaporation de la surface marine. Ceci entraîne des variations hygrométriques qui, tout en étant plus sensibles dans la saison sèche que dans l'hivernage, sont moins considérables pour le Cap-Vert que dans l'intérieur des terres, où les surfaces d'évaporation sont beaucoup plus restreintes.

La courbe des moyennes mensuelles est légèrement bimodale avec deux maxima en mai et septembre (fig. 6) ; il y a deux minima, l'un absolu en décembre, l'autre relatif en juillet. On voit que l'humidité relative est toujours élevée, contrairement à ce qui se passe à l'intérieur du Sénégal, comme on peut le voir sur la courbe des moyennes mensuelles de Tambacounda, où il y a deux saisons bien tranchées : pendant la saison chaude l'humidité est élevée, pendant la saison sèche elle est abaissée.

L'élévation de l'humidité relative dans la région du Cap-Vert est liée à sa situation littorale.

De janvier à avril, l'humidité relative est la moins élevée dans l'ensemble. Ceci est dû à l'influence

marquée des températures hivernales qui font baisser l'humidité absolue de l'air ; en outre, cette période correspond à la fréquence maximale des flux de nord-est et d'est relativement secs.

Le maximum de mai correspond au début de l'été cosmique et, partant, à une augmentation de la capacité hygrométrique de l'air ; en outre, ce mois enregistre le maximum de flux d'origine océanique.

La légère baisse de juin-juillet correspond à une baisse des flux humides.

Le maximum de septembre est surtout lié aux abondantes pluies d'août-septembre, ce qui contribue à la saturation du milieu ambiant.

Ensuite s'amorce la baisse, très forte en décembre, en raison de la fréquence minimale des flux d'origine océanique.

L'analyse des maxima et des minima (fig. 7) nous montre que l'amplitude de l'hygrométrie est faible tout au long de l'année. Les minima ne descendent pas en dessous de 50.

Leur valeur et leur distribution sont très différentes de celles qu'on peut rencontrer dans une station comme Tambacounda.

On retrouve pour l'hygrométrie cette stabilité déjà trouvée pour les températures.

AUTRES ÉLÉMENTS

Pression

La pression barométrique moyenne annuelle à Dakar-Yoff est de 11,9. Elle est légèrement supérieure à celle des autres régions du Sénégal. Son caractère dominant est la stabilité au cours de l'année, du mois et de la journée, car les variations maximales ne dépassent pas 1 millibar.

Rayonnement solaire

Le nombre annuel d'heures d'insolation est de 3 056 à Dakar-Yoff, avec un minimum en août de 185 heures et un maximum en avril de 317 heures.

Il est plus important que dans le reste du pays où il avoisine 2 800 heures. Rappelons qu'à Paris il est de 1 700 heures, à la Baule de 2 100 et à Nice de 2 500 [4].

Régime des vents

Le régime des vents retiendra plus notre attention, tant est grande son importance dans la détermination d'un climat.

Il existe entre la température et les vents une relation de cause à effet qui peut donner lieu à une certaine confusion. Du point de vue météorologique, ce ne sont pas les vents qui modifient la température : au contraire, ils sont sous sa dépendance.

Avant d'envisager le régime des vents du Cap-Vert, nous verrons quelques généralités sur les centres d'actions, les flux mis en jeu et les discontinuités.

Centres d'actions

Deux centres permanents et un temporaire sont mis en jeu [3] :

— l'anticyclone des Açores ou de l'Atlantique Nord subit une translation méridienne en fonction de la saison : en hiver boréal, il descend plus bas vers l'Afrique occidentale sur laquelle il fait régner un temps anticyclonique ; en été boréal, il remonte vers le Nord et son centre se situe au large des côtes ibériques ;

— l'anticyclone de Sainte-Hélène subit un déplacement méridien en phase avec son homologue de l'Atlantique Nord : en hiver boréal, il descend vers le Sud et il se trouve au large des côtes sud-africaines ; en été boréal, il remonte vers le Nord et il est centré sur le golfe de Guinée ;

— l'anticyclone continental ou maghrébin n'existe sur le continent qu'en hiver, car en été il est sur la Méditerranée. En Afrique occidentale, il est remplacé en surface par une dépression thermique continentale qui entraîne la translation méridienne de l'axe des basses pressions intertropicales.

Flux

L'alizé est un flux émis par l'anticyclone des Açores : il est de direction nord à nord-ouest. C'est un vent humide mais stable dont le réchauffement est ralenti par l'action du courant froid des Canaries et l'Upwelling qui lui est associé. C'est un flux modéré de 20 à 40 km/h qui souffle toute l'année jusqu'à Dakar.

La mousson souffle de juin à octobre un flux chaud et humide émis par l'anticyclone de Sainte-Hélène. Ce flux, dévié vers le nord-est au passage de l'Equateur, devient mousson et envahit l'Afrique occidentale.

L'alizé maritime continentalisé est une variante de l'alizé maritime quand l'anticyclone étend une dorsale continentale. Il est de direction nord-nord-est à nord-est et il est plus chaud que l'alizé maritime. Il s'accompagne de brume sèche dont l'épaisseur peut atteindre 1 500 m.

L'alizé continental est issu d'une dorsale très continentalisée de l'anticyclone des Açores. Subside et humide au départ, il s'assèche progressivement et s'accompagne d'une épaisse brume (2 500 à 3 000 m). Sa branche sud-est, appelée « harmattan », est un vent chaud et sec (45° C et 10 p. cent d'humidité).

Discontinuités

Le front intertropical (FIT) est un axe de basses pressions (BPIT) qui se situe entre l'anticyclone des

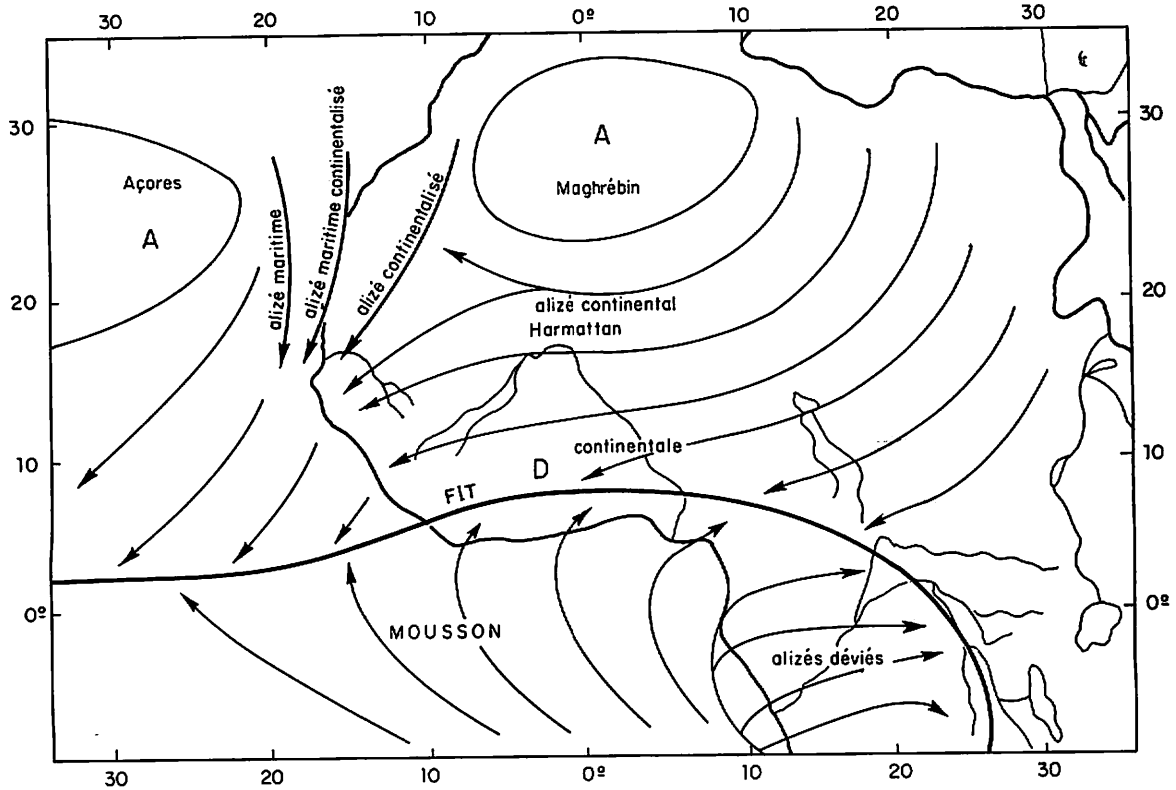


Fig. 8. — Le front intertropical (FIT) lors de l'hiver boréal.

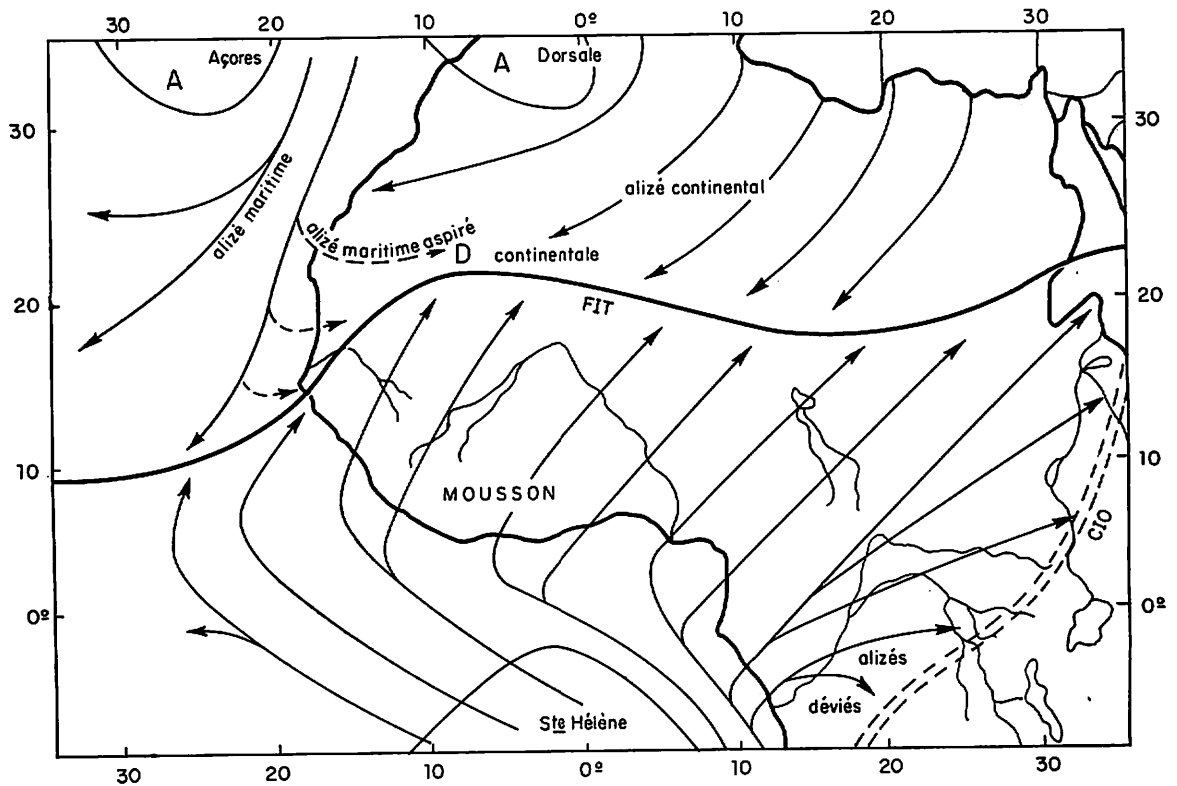


Fig. 9. — Le front intertropical (FIT) lors de l'été boréal.

Açores, l'anticyclone maghrébin et l'anticyclone de Sainte-Hélène (fig. 8 et 9).

Cet axe se prolonge en mer où il est appelé zone intertropicale de confluence (ZIC).

Cet axe subit une translation méridienne qui est fonction du dynamisme respectif des anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène.

L'inégalité de l'élévation de la température dans l'intérieur du pays et sur le littoral est la cause de cette mousson. Chauffés par le soleil zénithal, le grand désert et les plaines arides de l'Afrique arrêtent dans leurs marches les alizés du nord-est. Ces masses d'air surchauffées s'élèvent en colonnes verticales et produisent une baisse de pression qui attire l'air plus frais de l'océan et détermine un vent venant du large, c'est-à-dire du nord-ouest, ouest et sud-ouest. Si la direction sud-ouest domine, ceci résulte de la combinaison de ces vents avec les contre-alizés supérieurs qui doivent, eux aussi, épouser une modification analogue à celle des alizés de nord-est, c'est-à-dire s'abaisser et devenir inférieurs, pendant que ceux-ci deviennent supérieurs. Ainsi les contrastes qui existent entre la température de l'intérieur des terres et celle du littoral de la mer cessent par leur excès même. Deux régions atmosphériques voisines ne peuvent rester inégalement échauffées, et le rétablissement d'un équilibre thermique est la cause de l'hivernage au Sénégal. Au moment où l'hivernage se termine et où les alizés vont reprendre leur direction régulière, tous les points du Sénégal tendent à avoir à peu près la même température moyenne.

Discontinuité d'alizés

C'est une discontinuité secondaire ne jouant qu'un rôle mineur. Elle marque en Afrique occidentale la limite très souvent diffuse des alizés maritimes au-dessus desquels s'élèvent les alizés continentaux. Elle n'engendre pas de précipitations en raison des caractères des flux en présence.

Ainsi le régime des vents amène à envisager l'existence d'un rythme annuel avec deux saisons nettement opposées et deux périodes de transition [3] :

- une saison principale pendant laquelle le Cap-Vert est sous la domination exclusive des flux de secteur nord, les alizés, avec prépondérance très nette de l'alizé maritime : elle s'étend d'octobre à mai ;

- une contre-période de transition durant le mois de juin, la tendance nord étant relayée par la dominante ouest ;

- une saison secondaire pendant laquelle la station est sous la domination des flux du secteur ouest, de juin à septembre. Elle correspond aux fluctuations à terre du FIT ;

- une courte période de transition établie en octobre au cours de laquelle la dominante ouest

est relayée par la dominante nord, marquant le retour des vents du nord.

En fait, Dakar est soumis de façon quasi permanente aux alizés et la mousson ne s'installe que de façon très transitoire.

Quant à la vitesse du vent en m/s, elle est beaucoup plus importante dans la région du Cap-Vert (6,2 m/s) que dans le reste du Sénégal (3 m/s).

IMPLICATIONS PRATIQUES ET DÉTERMINISME PHYSIOLOGIQUE

Le climat du Cap-Vert est un climat intertropical avec deux saisons majeures, l'une sèche de novembre à juin et l'autre pluvieuse, mais il se différencie nettement de celui du reste du Sénégal par :

- une température moyenne moins élevée,
- des variations thermiques très amorties,
- une humidité relative beaucoup plus élevée et beaucoup plus stable,
- un régime éolien plus dynamique.

Certaines caractéristiques de ce climat se retrouvent à Saint-Louis et font du climat côtier qui s'étend de Dakar à Saint-Louis un climat spécial qui rappelle celui des Canaries, climat qu'on peut appeler « subcanarien » ; en outre, pendant une partie de la saison sèche, le climat du Cap-Vert, particulièrement rafraîchi par son environnement marin, est de type « californien ».

Un climat étant, comme l'a bien montré d'Arsonval, l'intégrale d'une multiplicité de facteurs physique, son action physiologique est complexe et son étude difficile à aborder [4].

Toutefois, dans les pays tropicaux, par suite de l'élévation simultanée de la température et de l'humidité, l'étude du complexe thermo-hygrométrique est particulièrement intéressante.

Ce complexe tient en grande partie sous sa dépendance certaines réactions appelées « réactions de confort », qui offrent un grand intérêt pratique car elles conditionnent le rendement physique et intellectuel des individus [10].

Les réactions de confort sont en rapport direct avec les réactions de thermorégulation. Chez tout individu, on observe l'existence d'oscillations vasomotrices caractéristiques représentées par des alternatives de constriction et de dilatation de valeur égale. L'amplitude de ces oscillations varie selon les différentes parties du corps : elle est plus importante au fur et à mesure qu'on approche des zones distales, particulièrement au niveau des doigts. La durée périodique moyenne de chaque oscillation est de 6 à 8 secondes. Ces oscillations mises en évidence par Hensel ont été retrouvées et signalées par divers auteurs, en particulier par R. Lemaire [6] et nous-mêmes [5].

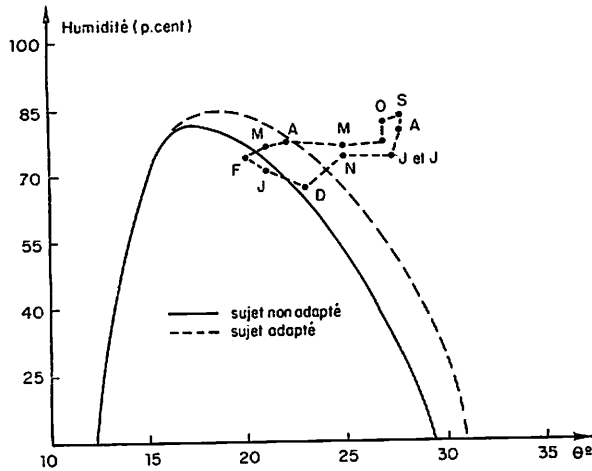


Fig. 10. — Climogramme du Cap-Vert.

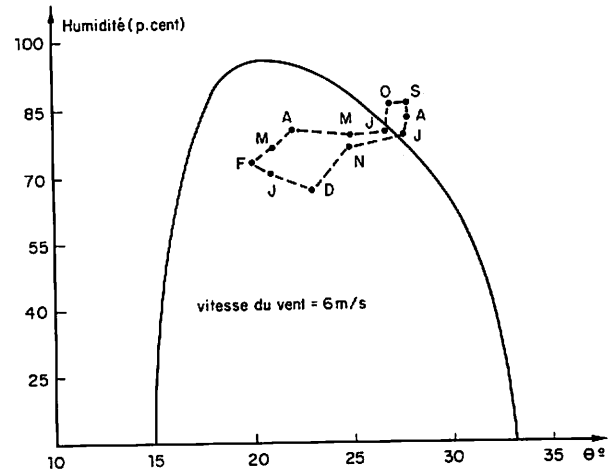


Fig. 11. — Climogramme corrigé du Cap-Vert.

Or, l'ampleur de ces oscillations et des réactions réflexes d'origine vasculaire, du type réflexe de Brown-Sequard-Tolosan, est maximale lorsque le sujet se trouve dans un état de confort : lorsque l'état moyen de thermorégulation se déplace vers le froid ou le chaud, l'amplitude des oscillations diminue.

La réaction de confort semble faire appel à des processus intégratifs d'origine centrale : c'est ainsi que, si on expose des sujets à la chaleur rayonnante d'un côté et au froid de l'autre, ils peuvent accuser une sensation de confort tout en percevant des inégalités thermiques. De même, les oscillations vasomotrices de Hensel enregistrées au niveau des différentes parties du corps sont synchronisées et sont en faveur d'un phénomène d'origine centrale.

Ainsi est manifeste la liaison entre une réaction physiologique : « l'activité des processus réflexes vasomoteurs », et la notion de confort. Hensel a émis l'hypothèse d'un « tonus thermosensible » entretenu par les influx émis par l'ensemble des thermorécepteurs [6].

L'état de confort se situe alors comme un état physiologique caractérisé par l'apparition de réactions de confort. Cet état se rencontre chez des sujets en équilibre physiologique avec le milieu qui les entoure. Il englobe la zone de neutralité thermique, mais il ne peut lui être assimilé. Un sujet qui n'a à lutter ni contre le froid, ni contre le chaud, peut se trouver dans un état de confort, mais il peut rester dans cet état tout en luttant contre le froid ou la chaleur, et un individu peut se trouver en état de confort lorsqu'il met en jeu des mécanismes thermorégulateurs, de telle sorte que cette réaction est inconsciente ou tout au moins ne comporte aucun caractère désagréable.

Ce tonus thermosensible en relation avec les réactions de confort représenterait l'expression neurophysiologique de la température cutanée moyenne.

La température cutanée moyenne est très sensible à l'humidité de la couche limite cutanée, couche d'air de quelques millimètres au contact de la peau. L'humidité de cette couche limite est à son tour en relation avec l'humidité de l'ambiance. Lorsque l'humidité cutanée est inférieure à 90 p. cent, la température cutanée évolue comme la température sèche de l'ambiance. Elle sera au contraire fonction de l'humidité du milieu lorsque l'humidité de la couche limite dépasse 90 p. cent.

Ainsi le degré de confort ou d'inconfort d'une température est considérablement modifié par l'humidité qui l'accompagne, et il est intéressant de connaître le rapport existant entre température et humidité de confort pour connaître la zone de confort d'un climat.

On a pu déterminer des courbes de confort qui varient, suivant qu'elles s'appliquent à des sujets adaptés aux climats chauds tempérés ou froids : c'est ainsi que R. Lemaire a pu constater que, pour une humidité supérieure à 80 p. cent, l'état de confort apparaît entre 16 et 19° C, tandis que pour une humidité relative de 20 p. cent, l'écart s'étend de 13 à 29° C [6].

Pour situer un climat par rapport aux courbes de confort, on peut en dresser le « climogramme ». Pour ce faire, on représente en juxtaposition avec le graphique de la courbe de confort les moyennes mensuelles extrêmes des complexes thermo-hygro-métriques. Chaque mois est alors représenté par deux points :

— l'un correspondant au minimum de température sèche et au maximum de l'humidité relative ;

— l'autre au maximum de température sèche et au minimum d'humidité relative.

Les variations du complexe thermo-hygro-métrique se font pour chaque mois autour d'une droite qui joint les deux points représentant les valeurs extrêmes de ce complexe.

On peut aussi représenter plus simplement le climogramme en définissant chaque mois par la confluence des moyennes de la température et de l'hygrométrie.

En utilisant ce dernier procédé, on constate que le climat du Cap-Vert est à l'intérieur de la zone de confort, hormis pendant l'hivernage (fig. 10).

Toutefois, si on tient compte des vents qui modifient la sensation de confort, on voit que le climogramme de la région du Cap-Vert s'insère beaucoup plus dans les zones de confort (fig. 11).

Ce serait évidemment bien différent pour les autres contrées du Sénégal.

Ce climat du Cap-Vert nous apparaît donc comme un climat particulièrement adapté sur le plan physiologique aux activités humaines, pendant une grande partie de l'année.

RESUME

Les principales composantes climatiques du Cap-Vert différencient nettement le climat de cette région. La température est assez stable tout au long de l'année avec des variations diurnes assez faibles : toutefois, on peut distinguer une saison plus chaude de juin à novembre et une moins chaude de décembre à mai.

Ce régime bisaisonnier est aussi marqué pour les précipitations avec quatre mois pluvieux de juin à octobre, le reste constituant la saison sèche. Les pluies sont très constantes d'une année à l'autre et il semble que la pluviosité aille en diminuant.

L'hygrométrie est encore plus stable que la température : elle est élevée avec deux maxima en mai et en août.

Le régime des vents dépend des flux qui émanent des anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène. Il s'organise autour du front intertropical (FIT) qui se déplace du Nord au Sud et vice-versa : déplacements qui déterminent finalement les saisons. Le régime éolien est dynamique.

Le régime éolien est dynamique.

L'étude du climogramme montre que le climat du Cap-Vert est situé dans la zone de confort, hormis pendant l'hivernage. On rencontre le même climat de Dakar à Saint-Louis, qu'on qualifie de « subcanarien ». Il rappelle aussi le climat californien.

RÉFÉRENCES

1. Ashve Guide. — New York, Ashve Ed., 1977.
2. Borius A. — *Recherches sur le climat du Sénégal*. Paris, Gau-thier-Villars, 1975.
3. Faye M. — *Monographie climatique d'une station synoptique. Dakar-Yoff (1947-76)*. Maîtrise de géographie, Faculté des Lettres, Dakar, 1978.
4. Lauture H. de. — *Allergothérapie et thalassothérapie à la lumière des travaux expérimentaux et de 600 observations*. Thèse Méd., Nantes, 1960.
5. Lauture H. de, Pene P., Delorme G. — Quelques aspects de la bioclimatologie au Sénégal. *Méd. Afr. noire*, 1963, 3, 107-127.
6. Lemaire R. — Les bases physiologiques de la notion de confort. *Bull. Mém. Ecole Méd. Dakar*, 1949, 7.
7. Leroux M. — La mousson. *IFAN Série A*, 1974, 36, 511-524.
8. Leroux M. — Dynamique des précipitations au Sénégal. *Notes Africaines*, 1973, 140, 105-108.
10. Missenard A. — Influence de l'ambiance physique sur la formation humaine. *Soc. Ing. civils France*, 1958, 7.
11. Moral P. — Le climat du Sénégal. *Rev. Géogr. Afr. occ.*, 1966, 3, 4-35.
12. Seck A. — Le « Heug » ou pluie de saison sèche au Sénégal. *Ann. Géogr.*, 1962, 385, 225-246.



rééducation de la coxarthrose

par J. Samuel, B. Badelon, M. Lequesne

"On trouvera dans cet ouvrage un exposé très détaillé des modalités techniques de la rééducation fonctionnelle de la coxarthrose dans ses différents aspects, ainsi qu'un important chapitre d'anatomie fonctionnelle et un chapitre de pathologie qui faciliteront la compréhension du problème"

un ouvrage 17,5 x 22,5 200 pages, 111 figures
prix en nos magasins : 115 - franco domicile : 124 F

Dans la même collection :

- Rééducation des scolioses (P. Stagnara et coll.)
- Rééducation des cardiaques (A. Abastado et coll.)
- Rééducation des paraplégiques (Ph. Lacert et coll.)
- (L. Gagnard et M. Le Métayer)
- Rééducation des hémiplegiques (J.P. Held et coll.)

En vente chez votre libraire spécialisé habituel
ou à l'Expansion Scientifique Française
15, rue Saint-Benoît 75278 Paris Cedex 06

La source hydrominérale Célia : ses qualités médicales, son intérêt en santé publique

H. de LAUTURE, I. WONE, C. PENOT

(Dakar)

L'eau qui retiendra notre attention est une eau qui jaillit au Sénégal et qui a été offerte au consommateur depuis 2 ans. Elle se présente comme une eau minérale, d'où son très grand intérêt.

Nous en rappellerons les caractéristiques physico-chimiques et ensuite nous en verrons l'intérêt en Santé publique qui s'avère être double : thérapeutique et socio-économique.

CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES

L'eau Célia jaillit d'un griffon unique situé au lieu-dit dénommé Ntiaye, situé en bordure de la route des Niayes qui va de Mbayar à Mboro, près du Lac Tamna à 10 km environ de Mont-Rolland.

Elle est située au nord-est de la presqu'île du Cap-Vert, dans la région de Thiès, dans la communauté rurale de Notto : son accès est aisé.

Du point de vue géologique, c'est une émergence de la nappe des calcaires paléocènes de Pout, au niveau de la dépression dite du Lac Tamna dans la région du horst de Ndiass.

Des analyses chimiques répétées ont été faites au Laboratoire de la Faculté des Sciences de Dakar par M^{me} S. Champy-Hatem et elles ont montré la

constance de sa composition. Les résultats obtenus ont donné lieu à une communication à l'Académie de Médecine le 19 décembre 1972 [1].

Leur analyse nous a amené à comparer cette eau avec celle d'Evian-Cachat.

Nous donnons dans les tableaux I, II et III les caractéristiques des principaux paramètres physico-chimiques, des principaux anions et cations des eaux de Célia et Cachat.

Pour mieux cerner les caractéristiques de cette eau, nous en avons tracé le diagramme à coordonnées rayonnantes suivant la technique de Ninard [8] et nous en donnons la comparaison avec celui de Cachat (fig. 1 et 2).

Nous constatons que c'est une eau du même type ; elle est :

- hypothermale,
- oligo-métallique,
- bicarbonatée calcique.

Malgré quelques légères différences, en particulier la présence d'1 mEq/l de sodium, on peut dire que l'eau de Célia est une jumelle de celle de Cachat et on peut la classer dans les eaux minérales.

Nous n'insisterons pas sur sa pureté bactériologique.

Certes, des études cliniques ou pharmacodynamiques seront toujours intéressantes pour confirmer les effets de l'eau de Célia, mais ce ne pourront

Travail du Service de Médecine préventive et de Santé publique de la Faculté de Médecine, DAKAR.

TABLEAU I. — Caractéristiques physicochimiques

	Célia	Cachat
Résistivité à 20 °C	1 900	2 146
Extrait sec à 180 °C (mg/l)	359	304
Température	23 °C	11,2 °C
Débit (l/m)	400	1 083

TABLEAU II. — Principaux anions et cations

	Célia	Cachat
<i>Anions</i>		
CO ₃ H ⁻	228,8	383,0
Cl ⁻	57,4	traces
SO ₄ ⁻	6,7	31,9
<i>Cations</i>		
Ca ⁺⁺	69,7	83,4
Mg ⁺⁺	11	31,6
Na ⁺	30,8	2,7
<i>Non ionisés</i>		
SiO ₂	18,0	28,0

TABLEAU III. — Quelques oligo-éléments

	Célia	Cachat
Cs	2,05	1,95
Fe	0,17	0,19
Li	0,004	0,003
Sr	0,4	0,3

être que des confirmations des qualités que la nature de cette eau laisse présager et il est légitime de passer dès maintenant à son intérêt en Santé publique.

ACTION PHARMACODYNAMIQUE

La très grande similitude de l'eau de Célia avec l'eau de Cachat montre qu'on doit en attendre des effets pharmacodynamiques semblables, et elle permet de rappeler ceux de cette dernière.

Action rénale

Elle a été mise en évidence par Desgrez et Regnier qui ont démontré que l'eau de Cachat, en cure de diurèse, a une action préventive sur la néphrite expérimentale du lapin déclenchée par le nitrate d'urane, action qui ne se retrouve pas avec une cure de diurèse d'eau distillée [3].

Comment expliquer cette action ? On pourrait penser au contraire qu'en provoquant une surcharge hydrique, on contribue à augmenter le travail du rein, donc à le fatiguer et à accroître le blocage de ses fonctions. Or, il n'en est rien, comme ont pu le démontrer empiriquement J. Cottet [2], constatant

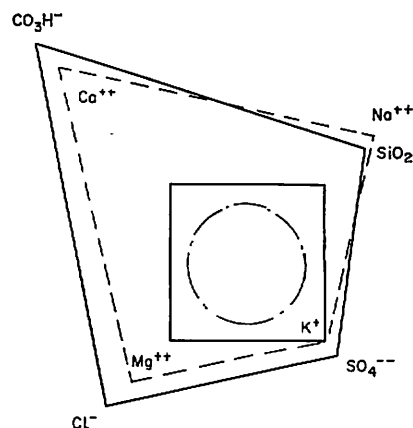


Fig. 1. — Caractéristiques de l'eau de Célia.

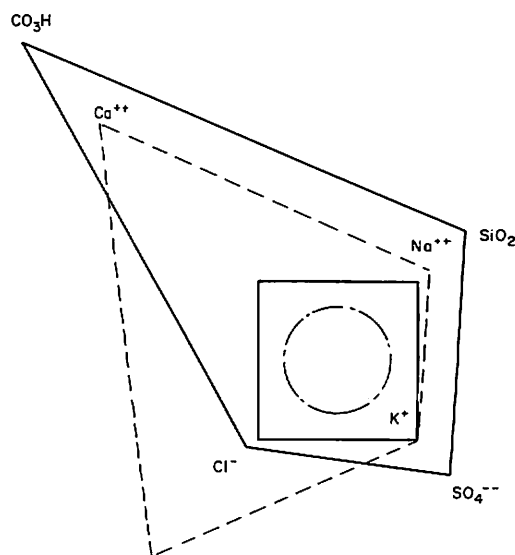


Fig. 2. — Caractéristiques de l'eau de Cachat.

que les cures de diurèse appropriées allégeaient le travail du rein, et expérimentalement Addis. Leurs travaux ont permis d'aboutir aux données suivantes :

— le travail du rein réside dans la réabsorption tubulaire de l'eau et ce travail est d'autant plus intense que le liquide tubulaire est plus concentré : la polyurie entraîne une diminution du travail, alors que l'oligurie accroît les difficultés de la réabsorption. Nous rappellerons cette conclusion d'Addis : « On voit qu'en augmentant le volume de l'urine de 24 h de 1 000 à 3 000 ml on obtient à tous les niveaux d'urée excrétée une réduction de 25 p. cent du tra-

vail du rein. Quand on va jusqu'à 5 000 ml d'urine, il y a réduction supplémentaire de 12 p. cent du travail du rein. Avec des volumes d'urine encore plus élevés, la réduction du travail du rein se montre proportionnellement moindre. On peut donc apporter au rein une aide substantielle en demandant aux patients de boire suffisamment pour maintenir leur urine très diluée ; mais cette aide est de moins en moins grande si la diurèse est poussée au-delà des limites physiologiques » (in [2]).

— Par ailleurs, l'eau distillée n'apporte pas les éléments minéraux nécessaires aux échanges intermembranaires particulièrement actifs au niveau des cellules tubulaires rénales comme l'ont signalé de nombreux auteurs.

— Cette action de protection rénale se double d'une action antilithiasique. D'une part, l'eau de Vormeleum a montré que chez le rat l'hyperpolyurie s'oppose à la genèse de calculs expérimentaux formés autour de corps étrangers, d'autre part, Jules Cottet a constaté, au cours d'études systématiques de la densité et du pH urinaire que pour un même pH, l'apparition du sédiment est fonction de la densité : au-dessous de la densité de 1 010, il n'y a pratiquement pas de précipitations cristallines [2].

Action urétérale

Seule la diurèse augmente de façon naturelle les contractions pyélo-urétérales dans leur rythme et leur puissance, comme l'ont montré les travaux de Lapidès, Stuppel et Rouffilange : la fréquence en est augmentée par l'augmentation du débit urinaire (in [2]).

Au cours de la diurèse paroxystique provoquée par l'eau de Cachat, pendant laquelle le débit peut atteindre 10 ml/min, les voies urinaires des calices sont animées, à la jonction urétéro-vésicale, d'intenses et nombreuses contractions pouvant atteindre 10 à 15 contractions par minute au lieu de 1 à 3 en diurèse totale.

Ce fait est capital, quand on sait l'intérêt d'une bonne dynamique des voies urinaires.

Action hépato-digestive

L'eau de Cachat diminue in vivo le péristaltisme intestinal, comme l'ont montré les travaux de J. Cottet, à la suite d'une absorption régulière et à partir du 8^e jour à condition d'en boire de 2 à 3 000 ml par jour.

Son activité cholérétique est douce avec des abaissements modérés de la bilirubinémie et de la cholestémie.

Action tissulaire

Les recherches sur l'eau marquée ont montré que toute l'eau de l'organisme est renouvelée pratiquement en l'espace de 15 à 20 jours. C'est un des

modes d'action fondamentaux de la cure de diurèse, qui permet le remplacement d'une eau métaboliquement usée par une eau chargée en électrolytes fortement ionisés. Rappelons que les sulfates sont à l'origine de la sulfoconjugaion et que le calcium est un activateur indispensable du métabolisme du système nerveux.

Cette action trouve un terrain privilégié dans la réhydratation per os des organismes déshydratés.

Ce bref rappel nous montre que les bases de l'action pharmacodynamique de l'eau de Cachat donc de l'eau de Célia sont éprouvées et permettent d'en envisager une utilisation thérapeutique judicieuse.

INTÉRÊT EN SANTÉ PUBLIQUE

Sur le plan de la Santé publique, l'eau de Célia présente un double intérêt : thérapeutique et économique.

Intérêt thérapeutique

Les propriétés thérapeutiques de l'eau de Célia découlent de ses propriétés pharmacodynamiques, et on peut dire qu'elles sont éprouvées puisqu'elles ont fait l'objet d'applications nombreuses et répétées sous le vocable Cachat, tant il est vrai que les deux eaux se ressemblent comme deux jumelles. Toutefois, dans le cas de l'eau de Célia elles revêtent un intérêt particulier en raison de la pathologie locale qu'elle permet de soigner.

Nous retiendrons trois indications particulières : dans les affections rénales, en pédiatrie, dans certains états dysmétaboliques.

Dans les affections rénales

C'est l'indication princeps, en particulier dans les hyperazotémies, les lithiases cristallines et la goutte.

Ces indications revêtent bien un intérêt particulier ici, tant est élevé le nombre de malades atteints d'affections rénales chroniques, comme l'ont montré les travaux de l'Ecole de Dakar et en particulier de Mensah [6]. Ces affections rénales chroniques sont d'origine infectieuse ou mécanique, consécutives dans ce cas à des parasitoses comme la bilharziose. On estime que le nombre de porteurs de lésions rénales chroniques est de 4 p. cent dans la population sénégalaise, soit environ 50 000 personnes justiciables de cures de diurèse répétées [6].

Rappelons que des cures de diurèse fréquentes sont la meilleure prévention d'une aggravation d'une néphropathie chronique, de ce fait elles permettent d'éviter ou de retarder le processus d'hospitalisation.

Les lithiases cristallines et la goutte sont loin d'être absentes comme l'ont montré les travaux de

Mensah [6] et de la Clinique médicale du CHU (Payet et coll. [7]).

Le régime associé à la cure de diurèse constitue une bonne prévention de ces affections : toutefois, on ne peut utiliser l'un sans l'autre et il est parfois nécessaire d'y associer des urico-éliminateurs. La cure de diurèse avec l'eau oligo-métallique constitue là aussi à la fois une thérapeutique et une prévention de base.

En pédiatrie

L'eau oligo-métallique est indiquée dans toutes les maladies infectieuses du nourrisson et du jeune enfant, mais aussi chez l'enfant sain pour la préparation du biberon, de préférence à l'eau ordinaire.

Et c'est là qu'il nous semble nécessaire de rappeler les propriétés d'une eau thermale, propriétés qui sont bien celles de Célia.

C'est une eau complexe, contenant de nombreux minéraux en équilibre instable : tous ces nombreux éléments sont en effet dans un état d'équilibre physicochimique bien précis. Une telle eau ne peut être reproduite artificiellement. Tous les essais qui ont été entrepris en ce sens n'ont jamais abouti.

Elle est de composition constante quels que soient la saison ou le régime des pluies : c'est ce qui la différencie de beaucoup de sources superficielles et de l'eau appelée prosaïquement « eau du robinet ».

C'est une eau naturelle, c'est-à-dire utilisée sans traitement chimique ou physique additionnel, alors que l'eau de boisson habituelle est une eau traitée.

De même c'est une eau pure, non dans le sens qu'elle est dénuée de composants, comme l'eau bidistillée, mais qu'elle est indemne d'impuretés, que ce soient des germes ou des produits chimiques dont on constate malheureusement de plus en plus la présence dans les eaux de surface utilisées habituellement pour la boisson.

Fait important : les substances minérales dissoutes s'y trouvent à l'état ionisé, c'est-à-dire sous forme d'une dissociation moléculaire en anions dont les principaux sont dans le cas de l'eau de Célia le carbonate, le chlore, le sulfate et en cations dont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium. Du fait de cet état, elles seront beaucoup plus actives dans tous les phénomènes transmembranaires.

Dans les états dysmétaboliques

La stabilité de l'eau de Célia, comme de toute eau minérale, est très importante pour son utilisation en cure de boisson, car elle permet de savoir en permanence la quantité d'éléments minéraux ingérés. Ceci est particulièrement important pour les régimes hyposodés et on peut dire que l'eau de Célia trouve une indication particulière dans ce cas.

En effet, une personne qui boit 5 litres d'eau de Célia par jour absorbe seulement 194 mg de sodium par jour, ce qui est faible. Nous n'énumérerons pas ici les multiples affections pour lesquelles l'eau de Célia peut être recommandée. Citons en particulier un état décrit souvent par les hydrologues sous le nom d'*état de congestion hépatique*, qu'on trouve par exemple dans les séquelles d'hépatite ou les innombrables embarras gastriques que rencontre chaque jour le médecin praticien.

Toutefois, dans les régimes strictement désodés, on doit conseiller Cachat, l'eau minérale spécifique de ces régimes : or, nombreux sont les patients justiciables de ce régime, en particulier certains hypertendus comme l'a rappelé à diverses reprises P. Koate [5].

Ce bref rappel de l'action médicinale de l'eau de Cachat et donc de Célia nous montre son double intérêt préventif et curatif : c'est l'eau de consommation privilégiée tant du malade hospitalisé que du malade ambulatoire.

Intérêt socio-économique

Pour qu'une action ou un produit médical ait un intérêt en Santé publique, il faut qu'il présente un avantage médicinal mais aussi socio-économique, c'est-à-dire que la collectivité puisse en bénéficier dans les meilleures conditions. Tel est bien le cas mais cela nous amène à donner quelques indications sur la production de Célia.

La capacité de production de l'eau de Célia est de 10 000 000 de cols par an : on estime actuellement que, sur le plan économique, la production optimale d'une installation doit annuellement être de 8 000 000 de cols ; la source Célia présente donc les conditions requises pour assurer une production économiquement valable.

Qu'en est-il actuellement ?

L'année dernière, la fabrication a été de 2 160 000 cols sur lesquels 1 740 000 ont été vendus, les 418 000 restants servant de stock de roulement.

Sur les 1 740 000 cols vendus, 1 000 000 environ l'ont été au Sénégal et le reste en Côte d'Ivoire, au Mali, en Haute-Volta et en Mauritanie.

Or, l'usine de production a accusé un déficit important en 1978, moindre en 1979 mais non négligeable.

Il est évidemment nécessaire qu'elle puisse couvrir ses frais, sans quoi elle sera obligée de stopper sa production ce qui, comme on le verra, serait très préjudiciable au consommateur sénégalais.

Pour couvrir ses frais, il serait nécessaire qu'elle vende actuellement 3 500 000 cols. Comment peut-elle y parvenir ?

Ceci dépend évidemment pour une bonne part de la consommation d'eaux minérales du Sénégal.

Bien qu'elle soit difficile à chiffrer, nous avons essayé de l'établir. Il est nécessaire d'y inclure les eaux minérales stricto sensu, les eaux de source et les eaux de table.

Leur consommation annuelle avoisine ainsi 3 500 000 cols, avec la répartition suivante :

— eaux de source plus eaux de table, 1 700 000 cols (50 p. cent) ;

— eaux minérales consommées sans indications médicales, 850 000 cols (25 p. cent) ;

— eaux minérales consommées sous indications médicales, 850 000 cols (25 p. cent).

La spécificité de chacune de ces consommations montre qu'il n'est pas question de songer à limiter la consommation d'eau minérale à Célia. Au contraire, nous l'avons dit, il est nécessaire que les malades puissent bénéficier, par exemple dans les régimes désodés, de l'eau de Cachat.

Par contre, il n'y aurait aucun inconvénient à ce que l'eau de Célia se substitue aux eaux de source et eaux de table importées, et aux eaux minérales consommées sans indications médicales.

Ceci assurerait une consommation locale de 2 550 000 cols, le restant pouvant être couvert par l'exportation.

Mais l'eau de Célia subit une concurrence redoutable au Sénégal de la part d'eaux implantées par des habitudes publicitaires mais aussi d'eaux nouvelles, telles certaines eaux de table, auxquelles sont attachées, pour des raisons diverses, les importateurs.

Pourtant, la consommation de ces eaux se fait au détriment de l'économie ménagère des consommateurs, comme on peut le constater si on compare le prix de vente de l'eau de Célia et le prix moyen des eaux importées* :

	Célia	Autres eaux
Prix de départ	100 F	100 F (estimation)
Prix consommateur	160 F	226 F

Le consommateur paye donc une eau importée 46 F de plus qu'il ne paierait l'eau de Célia, soit environ 20 p. cent de plus.

Il faut signaler que, ces derniers mois, une baisse concurrentielle a été pratiquée sur des eaux de table et de source importées, leur prix de vente au consommateur s'étant abaissé à 160 F. Ceci montre bien que les prix pratiqués antérieurement pour ces eaux étaient trop élevés et que seule la concurrence a permis de les abaisser : c'est-à-dire que, sans aucune concurrence, les eaux d'importation ont toute liberté pour majorer leurs prix.

* Tous les prix sont en F CFA (2 F = 1 F CFA), que ce soit spécifié ou non.

Si Célia, n'arrivant pas à écouler une production suffisante, venait à disparaître, la concurrence ne jouerait plus, les prix aux consommateurs des eaux importées remonteraient et on pourrait estimer la perte pour les consommateurs à :

$$2\,550\,000\text{ F} \times 46\text{ F} = 117\,300\,000\text{ F.}$$

Il est donc nécessaire que Célia trouve une situation d'équilibre qui la rende concurrentielle : pour cela, il a été nécessaire d'envisager un contingentement à l'importation des diverses eaux de consommation : une telle mesure a d'ailleurs été prise par le Décret n° 79 682 du 12 juillet 1979 paru au JO du 10 novembre 1979 [4].

Si ce décret est appliqué et si l'importation reste ouverte aux seules eaux minérales dont la consommation correspond à des indications médicales précises, comme c'est le cas pour Cachat dans les régimes désodés, il y aura donc une diminution d'importation de 2 550 000 cols.

L'Etat sénégalais tirant une partie importante de ses revenus des taxes douanières, on peut se demander si cette chute d'importation ne lui sera pas préjudiciable.

En effet, il perçoit à l'importation 40 p. cent de taxes sur les eaux minérales dont 35 p. cent de droit fiscal et 5 p. cent de droit de douane. Il y aurait donc, en arrondissant les chiffres, une perte de :

$$40 \times 2\,500\,000 \times 100/100 = 100\,000\,000\text{ F CFA.}$$

Par contre, l'Etat perçoit une taxe de 18,5 p. cent à la production sur l'eau de Célia, qui s'élèverait dans ce cas à :

$$18,5 \times 2\,500\,000 \times 100/100 \neq 46\,000\,000\text{ F CFA.}$$

Donc, il y aurait bien une perte fiscale de 60 000 000, mais elle serait vite compensée par une économie de devises. En effet, pour 2 500 000 cols, la sortie de devises est d'environ 250 000 000 F CFA, elle serait limitée dans le cas présent à 125 000 000 F CFA, car la moitié du prix de production est affecté à l'achat de polyvinyl-chloréthylène pour fabriquer les bouteilles.

Il viendrait s'y ajouter une rentrée de devises d'environ 50 000 000 F, soit la moitié du prix de vente du million de cols exportés, soit en tout cas une économie au niveau national de 115 millions de F, ce qui équivaut au 1/8 des achats annuels de la Pharmacie centrale.

Une exploitation protégée de la source Célia s'avère donc indispensable car elle permettrait des économies de devises substantielles et la possibilité de les utiliser de façon précieuse au niveau de la Santé publique : par exemple, on pourrait presque doubler la dotation en médicaments de la Pharmacie centrale.

CONCLUSION

Ce rapide aperçu nous montre que l'exploitation de l'eau de Célia est d'un intérêt majeur sur le plan de la Santé publique au Sénégal. En effet, elle se présente comme une eau minérale qui convient parfaitement au traitement hospitalier et ambulatoire de la majorité des affections chroniques, à l'exception des malades qui nécessitent un régime désodé strict.

En outre, sa substitution aux eaux de consommation courante importées ne peut que permettre une

économie de sorties de devises importantes pour le Sénégal, économie qui peut évidemment servir à pallier les besoins de santé de plus en plus grands.

L'exploitation de cette source entre directement dans le cadre des transferts de technologie indispensables au développement des pays du Tiers-Monde et de l'utilisation des ressources naturelles de santé.

RESUME

L'eau Célia jaillit d'un griffon unique situé au lieu-dit Ntiaye dans la région de Thiès à une dizaine de kilomètres de Mont-Rolland.

C'est une eau oligo-métallique ou pauciminéralisée, de type médicinal, agissant principalement en cures de boisson.

C'est une eau de type Evian-Cachat, avec la seule différence qu'elle contient un peu de sodium.

Elle présente un très grand intérêt sur le plan de la Santé

publique car elle est indiquée chez de nombreux malades hospitalisés ou ambulatoires, en particulier les malades atteints d'affections rénales ou dysmétaboliques, hormis les cas où le régime exige un régime hyposodé où l'eau d'Evian-Cachat peut lui être substitué.

Son utilisation préférentielle à celle d'eaux d'importation permettra d'importantes économies de devises qui pourront être utilisées à d'autres actions de santé.

REFERENCES

1. Champy-Hatem S., Martin-Euzière J. — Sur une source d'eau potable d'une grande pureté au Sénégal. *Bull. Acad. Méd. (Paris)*, 1972, 30-31, 1005-1011.
2. Cottet J. — Les cures de diurèse en pathologie. *Presse therm. clim.*, 1947, 2, 125.
3. Desgrez A., Regnier P. — Etude expérimentale de l'eau d'Evian dans les néphrites provoquées.
4. *Journal officiel du Sénégal*, 10 novembre 1979.
5. Koate P. — Travaux de la Clinique de Cardiologie. In : *Comptes rendus des travaux de la Faculté de Médecine de Dakar, 1978-1979*.
6. Mensah A. — Travaux de la Clinique d'Urologie. In : *Comptes rendus des travaux de la Faculté de Médecine de Dakar, 1975 à 1978*.
7. Payet M., Pene P., Sankale M., Diop B. — Travaux de la Clinique médicale. In : *Comptes rendus des travaux de la Faculté de Médecine de Dakar, 1975 à 1978*.
8. Justin-Besançon F. et coll. — *Précis d'Hydrologie*. Paris, Expansion Scientifique Française, 1972.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'HYDROLOGIE ET DE CLIMATOLOGIE MÉDICALES

Séance du 15 décembre 1980

Compte rendu

G. GIRAULT

La séance de notre Société était consacrée à la Climatologie, sous la Présidence du Professeur Grandpierre. A 14 h 30, le Président J.Ci. Dubois ouvre la séance.

Etaient présents :

— Les membres du Bureau, J.Ci. Dubois (Saujon), Président ; Cl. Boussagol (Alleverd), F. Forestier (Aix-les-Bains), Vice-Présidents ; G. Girault (Plombières), Secrétaire général ; M. Roche (Paris), Secrétaire général adjoint ; R. Jean (Alleverd), Trésorier ; J.F. Gury (Plombières), Capoduro (Aix-en-Provence), Secrétaires de séance ;

— Les Professeurs F. Besançon (Paris), M. Boulange (Nancy), J.J. Dubarry (Bordeaux) ;

— Les Docteurs Guichard-des-Ages, Baillet (La Roche-Posay), Courbaire de Marcellat (Neuilly-sur-Seine), Devatine, Passa (Paris), Beau (Prechacq), Préalut (Dieulefit), Godonnèche (La Bourboule), Robin de Morhéry (Gréoux), Rouot, Valton (Bourbonne), Flurin (Cauterets), Foglierini (Contrexéville), Quintilla (Vernet), Debidour (Le Mont-Dore), Maugeis de Bourguesdon (Luchon), Lambling, Follereau (Bagnoles-de-l'Orne), Françon (Aix-les-Bains), Ambrosi (Royat), Carles (Capvern), Bonnet (Reims), Maniac (Alleverd), Chouamier.

Etaient excusés : Drs Dany, Gerbault, Ribolet, Baillet.

L'Assemblée adresse ses félicitations au Professeur Cl. Laroche, élu brillamment à l'Académie de Médecine dans la Section I.

Puis on procède aux élections ; sont élus :

— le Professeur Many (Parrains : Professeur J.P. Weill, Docteur Hardy) ; le Docteur A. Bertrand (Parrains : Docteurs J. Berthier, Romeuf).

Puis successivement sont prononcés les éloges funèbres :

— du Professeur A. Morette par le Professeur Grandpierre. Auditeur fidèle de nos séances, il a publié de nombreux travaux d'hydrologie et faisait partie de nombreuses sociétés scientifiques.

— Le Docteur J. Thomas évoque ensuite la vie du Professeur Gross. Né à Oran, il fut biologiste des hôpitaux à

Angers puis à Nancy. Il était Vice-Doyen de cette Faculté où il s'occupa de néphrologie et d'urologie, en particulier à Vittel.

Après une minute de silence, le Docteur Dubois passe la Présidence au Professeur Grandpierre.

Il évoque les assises de l'environnement, l'action sur la Santé et la lutte contre la Pollution qui est une partie de l'Ecologie.

L'Assemblée écoute les communications suivantes :

Le Docteur Matheron présente la communication « Coût énergétique de l'activité physique en montagne », par Eterradossi, Matheron et Tanche (Grenoble) (a paru en mémoire original dans le n° 2/1981 de la Presse thermique et climatique).

Interventions des Docteurs Ambrosi et Debidour.

Le Docteur Préalut (Dieulefit) présente un projet de recherches climatiques appliquées.

Interventions du Professeur Besançon et du Docteur Dubois.

Communication de D. Pezzi-Girault, E. Choissnel, D. Plat-tel-Devatine, Ch. Desouches, I. Manardo-Vicedo, F. Besançon (Paris) sur les : « Circonstances météorologiques des infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux et tentatives de suicide au voisinage de Paris » (paraît dans ce numéro en Mémoire original).

Interventions du Professeur Dubarry et des Docteurs Ambrosi et Dubois.

Communication de J. Timbal, J. Colin (Paris) sur les : « Effets du passage en absence de pesanteur sur les intervalles de temps systolique ».

Interventions du Professeur Boulange et du Docteur Vieillefond.

Communication de H. Vieillefond (Paris) sur : « La sélection des cosmonautes français ». L'auteur commente un film fort intéressant qui décrit les différentes épreuves auxquelles sont soumis les candidats cosmonautes.

La séance est levée à 18 h 30.

Professeur André MORETTE (1905-1980)

Notre Société vient de perdre, le 6 octobre dernier, un de ses membres les plus actifs et les plus assidus à nos réunions : le Professeur André Morette.

Il était né à Orléans en 1905. Après de brillantes études, il acquit, à l'Université de Paris, le titre de Pharmacien en 1928, puis celui de Docteur ès Sciences physiques en 1937.

En 1943, il devient Maître de Recherches au CNRS, puis en 1958, titulaire de la Chaire d'Hydrologie à la Faculté de Pharmacie.

Son activité scientifique fut très importante, tant dans le cadre de la recherche que dans celui de la documentation et de l'enseignement.

Au début de sa carrière, il avait effectué avec son Maître, le Professeur Lebon, de nombreuses études sur le vanadium, le molybdène et le tungstène. Après divers autres travaux, il se consacre pleinement à l'Hydrologie, étudiant surtout, en France et à Haïti, les eaux et les gaz de différentes sources minérales à leur origine puis au cours de leur évolution.

Il nous a donné un reflet merveilleux de l'importance de ses travaux dans sa remarquable communication : « Chimisme et biochimisme des eaux sulfurées » faite à la séance solennelle de notre Société le 3 mars 1971.

En ce qui concerne l'enseignement, André Morette, outre ses conférences et cours à la Faculté de Pharmacie, a rédigé plusieurs ouvrages et de nombreux articles dans des journaux scientifiques. Après avoir participé à la rédaction du Traité de Pharmacie chimique de Lebeau, il a publié un Précis d'Hydrologie édité chez Masson. Mais surtout, il a animé le Journal Français d'Hydrologie qui faisait suite au Bulletin de l'Association pharmacologique française pour l'hydrologie.

Le Professeur Morette appartenait à de nombreuses sociétés scientifiques. Il était membre de notre Société française d'Hydrologie et de Climatologie médicale, mais aussi de l'Académie de Pharmacie dont il était secrétaire annuel en 1965, de l'Association pharmaceutique française d'Hydrologie et de l'Association nationale pour la Protection des Eaux.

Sa réputation de spécialiste fut largement mise à contribution par les services officiels. Autrefois chargé de missions par le Ministère de la Santé publique aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, en Yougoslavie, en Grèce, en Roumanie, il a été membre du Conseil Supérieur d'Hygiène publique et membre de la Commission permanente de Pharmacologie française.

Enfin, il faisait partie du Conseil Central de la Section B de l'Ordre des Pharmaciens.

Le Professeur Morette est lauréat de l'Académie de Médecine et de l'Académie des Sciences. Il est chevalier de la Légion d'honneur, officier des Palmes académiques et officier de la Santé publique.

C'était un homme particulièrement dévoué à son travail et spécialement à l'Hydroclimatologie, un homme de cœur, franc, loyal et très fidèle à ses amitiés.

Notre Société ressent profondément le vide que laisse sa disparition et regrette sincèrement ce membre sympathique, actif et fidèle à nos réunions.

Elle adresse à Madame Morette, à ses enfants et à sa famille ses condoléances attristées.

Professeur R. GRANDPIERRE
(Bordeaux)

Professeur André GROSS (1922-1980)

Le Professeur André Gross est décédé brutalement il y a quelques semaines.

Nous l'avons écouté de nombreuses fois dans nos réunions de la Société Française d'Hydrologie où il exposait ses travaux cliniques et expérimentaux.

Essayons de retracer ensemble cette vie très dense et trop courte par un tour d'horizon rapide de ses titres et travaux.

Le Professeur Gross naquit à Oran le 2 novembre 1922. Il fit ses études de médecine à Alger et fut nommé Externe des Hôpitaux d'Alger en 1941, Externe en Premier en 1942, Interne en 1945 après une campagne militaire qui devait le conduire en Allemagne avec l'Armée Française de Libération. Il passe sa thèse de Doctorat en Médecine en 1949. Il brûle ensuite les étapes, puisqu'il est rapidement nommé

Assistant des Hôpitaux d'Alger, admissible à l'Agrégation de Physiologie en 1952, et Agrégé de Pathologie expérimentale en 1955 ; à cette date, il est le plus jeune agrégé des Facultés françaises.

Sa carrière est d'abord celle d'un physiologiste, avec une série impressionnante de travaux qu'il réalise avec son Maître, le Professeur Malmejac, se consacrant plus particulièrement au système sympathique, à l'adrénaline et aux interrelations médullo-corticosurréniennes.

Mais le départ d'Algérie et l'arrivée à Angers, puis presque aussitôt à Nancy, vont orienter de plus en plus le Professeur Gross vers la Néphrologie.

Il est intégré dans le corps hospitalier universitaire en tant que Biologiste des Hôpitaux, Professeur sans Chaire en 1962, à Angers puis à Nancy.

Il est reçu par le Professeur Sadoul avec qui il se lie de grande amitié, ce qui explique aussi une certaine attirance vers la recherche sur le système pulmonaire ; il va développer dans le laboratoire du Professeur Sadoul une Unité de Physiopathologie rénale et poursuivre une carrière de chercheur. Il est nommé en même temps Chef d'un service de Néphrologie chronique à Vittel, service ensuite directement rattaché au CHU de Nancy, et il crée une Unité d'hémodialyse périodique, la première Unité alors de la Lorraine.

En 1970, il est nommé Professeur titulaire à titre personnel de Néphrologie clinique et expérimentale, Médecin-Chef de Service des Hôpitaux du CHU de Nancy. En 1974, il est chargé de la Pédagogie du 3^e cycle de la Faculté de Médecine B de Nancy et, depuis cette époque également, il assume les fonctions de Vice-Doyen de cette Faculté.

Cette orientation néphrologique nous vaut toute une série de travaux dont je ne ferai qu'évoquer les titres de chapitre :

— étude des variations de la clairance uréique en fonction du débit urinaire, puis des modifications de l'uricurie également en fonction du débit urinaire, ce qui intéresse à la fois la néphrologie et l'hydrologie, puisqu'ainsi le Professeur Gross montre que l'épuration urinaire de l'acide urique augmente avec le flux urinaire, et cela surtout du fait d'une diminution de la réabsorption tubulaire de l'acide urique ;

— étude de l'action de certains diurétiques, mercuriels thiazidiques et inhibiteurs de l'anhydrase carbonique ;

— étude de certains urico-éliminateurs, notamment de la benziodarone et de la benzbromarone.

Le Professeur Gross s'intéresse aux lésions rénales provoquées par la streptomycine et la dihydrostreptomycine, montrant que l'une et l'autre touchent le glomérule mais que la dihydrostreptomycine provoque également des lésions tubulaires. Mais ces lésions sont prévenues expérimentalement par l'utilisation d'un complexe bêta-gamma-globulines, isolé à partir d'un sérum anti-rein obtenu chez la chèvre avec de l'extrait de rein de porc embryonnaire.

Tout naturellement le Professeur Gross est conduit à étudier les processus physiopathologiques de la lithiase rénale, ainsi que les diverses possibilités de traitement préventif et dissolvant des calculs rénaux, et il fait faire par ailleurs à plusieurs de ses élèves des thèses sur les heureux effets de la cure de Vittel dans la lithiase rénale.

Il met au point un protocole de lithiase phosphatique expérimentale du rein par action conjointe de la parathormone et du bicarbonate de soude.

La direction d'une Unité d'hémodialyse périodique conduit le Professeur Gross à étudier divers paramètres cliniques et biologiques de l'insuffisance rénale chronique, et nous retenons plus particulièrement ses publications sur la réduction de l'hyperuricémie des dialysés par l'urate-oxydase et celles sur le comportement du magnésium globulaire et plasmatique au cours des néphrites chroniques.

Au laboratoire, il met au point un appareillage d'hémodialyse chronique chez le lapin.

Ces dernières années, il va effectuer avec le Professeur Jean-Pierre Mallié toute une série de travaux fondamentaux sur le poumon des sujets atteints d'insuffisance rénale chronique non encore ou déjà dialysés. Pour ces études, il

utilise et perfectionne la récente méthode nancéenne d'exploration pulmonaire par utilisation du xénon¹³³ qui, injecté par voie veineuse, va réaliser une scintigraphie de perfusion-ventilation qui permet une analyse dynamique et topographique pulmonaire. Une telle étude systématique chez 50 malades a fait l'objet de publications récentes du plus haut intérêt scientifique.

Nous avons donné un bref aperçu des multiples activités scientifiques du Professeur André Gross. Il nous plaît à rappeler que cet homme de science s'est beaucoup penché sur les problèmes d'hydrologie, qu'il accordait grand crédit à cette médecine apparemment empirique, qu'il en enseignait les bienfaits soit dans ses cours d'hydrologie, soit dans ses cours de néphrologie en Faculté : l'ensemble de ses travaux d'hydrologie a été couronné il y a quelques semaines à peine par l'attribution de la Médaille d'Or de l'Académie de Médecine.

Nous venons de perdre un grand patron des Hôpitaux, un Hydrologue convaincu, très actif et très efficace, et plus spécialement pour Vittel un ami, un défenseur, un protecteur.

Le Professeur André Gross était un homme aimable, souriant, serviable. Ces qualités, tous ses collègues les connaissaient, et moi-même j'ai pu les apprécier de nombreuses fois. J'ai participé avec lui à de nombreuses réunions de travail et à l'établissement de divers projets pour la défense du thermalisme. Il apportait de nombreuses idées qui se soldaient en fait pour lui très souvent par de nouvelles corvées, articles à rédiger, rapports urgents à écrire, démarches à entreprendre. Après ces réunions, que de fois je me suis retrouvé avec lui, en été notamment, après de longues et pénibles journées de travail, et nous bavardions ensemble en déambulant tard dans le parc de Vittel. Il aimait à plaisanter et son sourire n'est pas prêt de s'effacer de nos mémoires. Il était bon vivant et toujours très gai en réunion. Je n'ai pas eu le plaisir d'assister à ses sorties organisées à bicyclette, avec ses élèves, sur les pentes raides aux alentours de Vittel, mais ses élèves ne les oublieront pas : c'étaient de véritables rallyes qui se terminaient joyeusement dans quelques auberge de la région. Le Professeur Gross était un heureux père de famille, fier de parler de tous les siens, de sa femme qui avait toujours les honneurs de ses conversations, de ses deux enfants étudiants en médecine et en physique dont les succès le réjouissaient si justement, de son frère, chirurgien dans le midi, qu'il rejoignait volontiers en été.

Professeur André Gross, André pour vos intimes, excusez-moi si je n'ai pas le style voulu pour exprimer tous vos mérites comme il se doit, mais soyez sûr que ces paroles d'estime sont dites avec la plus grande sincérité. Elles vous rapportent que vous étiez un homme de grande valeur et, pour reprendre les mots de votre grand ami, Monseigneur Nicolas, que « vous étiez épris de perfection dans tous les domaines ». Nous espérons que cette marque d'affection et d'estime, modestement exprimée ici, et reflétant les sentiments de nous tous à la Société d'Hydrologie apportera si cela est possible quelque réconfort à Madame Gross si cruellement et si brutalement blessée, ainsi qu'à ses enfants et petits-enfants si justement fiers de leur père et grand-père. Qu'ils acceptent au nom de nous tous le témoignage de nos très sincères condoléances.

Docteur J. THOMAS
(Vittel)

Allocution d'ouverture

R. GRANPIÈRE *

(Bordeaux)

La semaine dernière se sont tenues à Paris les Assises internationales de l'Environnement à l'UNESCO. Les exposés et les discussions concernaient surtout la protection de la Nature, l'action de l'environnement urbain ou industriel sur la santé et la lutte contre les pollutions diverses.

Bien des études intéressantes ont été ainsi présentées. Mais, comme le faisait remarquer Pierre Recht * « les difficultés demeurent en ce qui concerne la qualification de l'influence des facteurs environnants sur la santé en raison de la complexité de ces facteurs ».

Notre Société s'occupe depuis longtemps des effets de l'environnement sur les organismes humains et bien des travaux à ce sujet ont été publiés au cours des cinquante dernières années.

Certes, autrefois, ces études étaient surtout orientées sur les effets thérapeutiques des climats, observés surtout dans les sanatoriums.

Mais depuis bien des années déjà, le cadre de la climatologie médicale s'est étendu et précisé. Le domaine de celle-ci est devenu plus général : physiologique, physiopathologique, prophylactique et thérapeutique. L'étude, dans chacune de ces divisions, a porté sur l'action des différents facteurs d'ambiance et sur certains groupements de ceux-ci constituant des climats particuliers.

Dans tous les cas, il a fallu considérer, ainsi que je le faisais remarquer l'an dernier au début de la séance consacrée à la Climatologie, non seulement l'action immédiate de ces facteurs mais aussi l'action plus tardive, dite d'adaptation, puis l'acclimatement.

La détermination des différents facteurs d'ambiance qui peuvent intervenir s'est peu à peu précisée. On les divise souvent en facteurs physiques, chimiques et biologiques. Mais on a été amené plus récemment à ajouter les facteurs sociologiques et les facteurs psychologiques.

Les actions physiologiques et pathologiques de beaucoup d'entre eux sont assez bien connues. Mais il en est certains — dont l'importance varie selon les régions géographiques — dont il faudrait compléter l'étude, tels la radioactivité naturelle, l'ionisation de l'air et ses variations, certains rayonnements électromagnétiques non ionisants, etc.

Par ailleurs, on a souvent laissé de côté l'étude physiologique et pathologique — pourtant importante — des variations plus ou moins brusques de ces facteurs climatiques.

Or, la vie moderne comporte inévitablement des déplacements importants et rapides d'un lieu à un autre ayant des climats différents, se faisant par avion.

Que ces déplacements se fassent dans le sens nord-sud (ou inversement), ou dans le sens est-ouest (ou inversement),

ils entraîneront inévitablement des troubles plus ou moins importants dus aux changements de milieu physique ou chimique, soit aux variations horaires.

Si les troubles dus aux changements de température, d'humidité, etc... sont assez bien connus, on a été amené, ces temps derniers, à s'occuper plus spécialement des changements de rythme de l'organisme.

L'homme est soumis et adapté à d'innombrables rythmes : température interne, tension artérielle, etc. Dernièrement, on a même ajouté à ces rythmes ceux de la mémoire, de l'habileté manuelle et surtout de la réponse à différents médicaments.

Au cours des déplacements rapides est-ouest, ces rythmes se trouvaient perturbés et à l'origine de certains troubles pathologiques.

À côté de ces changements plus ou moins rapides d'un ou deux facteurs de climat, la vie moderne conduit aussi à des changements de climat globaux, alors que l'homme s'est peu à peu adapté et même acclimaté à un autre climat.

Des climats particuliers se trouvent dans certains locaux de travail, dans les cabines d'avion ou les cabines spatiales, dans les cabines sous-marines, etc.

C'est dans le cadre de ces différents aspects que s'est établi notre programme d'aujourd'hui. Certes, je l'aurais voulu plus étendu encore.

Les météorologistes m'avaient proposé l'étude des prévisions de variations de certains facteurs d'ambiance dans le cadre de l'année à venir. Mais il y a encore bien des discussions à ce sujet et nous avons remis cette étude à l'année prochaine.

Autre point qui m'avait intéressé, c'est celui, proposé par certains, du contrôle de l'action des cures thermales en se servant de sujets qui pourraient servir de témoins en demeurant dans une station thermale sans suivre une cure.

Mais on doit admettre alors que ce témoin subit les effets du climat et même souvent de certains facteurs utilisés pour la cure thermale, comme la radioactivité de l'air environnant les sources d'eau radioactive.

Ainsi, dans le cadre de la climatologie médicale, il reste encore bien des problèmes à résoudre.

J'évoquais, au début de mon propos, les travaux des Assises internationales de l'Environnement. Or, en clôturant ces journées d'étude, le Chef de l'Etat insistait pour que soient poursuivies les recherches de climatologie et souhaitait que le ministre des Universités et le ministre de l'Environnement organisent « trois ou quatre grands pôles universitaires de recherches écologiques ».

Espérons que ces propos auront des conséquences qui faciliteront les recherches qui peuvent être pour nous d'importance capitale.

* Directeur de la Santé et de la Sécurité auprès de la Commission européenne qui présida certaines discussions.

Un projet de recherches climatiques appliquées

M. PRÉAULT *

(Dieulefit)

La redéfinition du climatisme qui me tient particulièrement à cœur me paraît présenter, pour notre infrastructure médicale et paramédicale, un intérêt capital.

C'est pourquoi je remercie le Professeur Grandpierre d'avoir bien voulu me permettre de parler aujourd'hui devant vous de notre projet de recherches climatiques appliquées.

La géothérapie qui s'appuie sur les propriétés géographiques naturelles : la thalassothérapie, le thermalisme et le climatisme en particulier, se situe au point de rencontre de deux mondes en crise : la crise de la médecine et les difficultés de l'aménagement rural.

Crise de la médecine

La médecine traverse une double crise, morale et économique.

Le développement d'une médecine de plus en plus scientifique et technologique s'accompagne d'un besoin renouvelé de méthodes thérapeutiques différentes, plus orientées vers le contact humain, les méthodes naturelles et la prise en compte de l'ensemble des besoins de l'individu. Ces thérapeutiques (anciennes ou nouvelles) sont mal reconnues par les milieux de la santé, soit à cause d'une image de marque défavorable (les géothérapies sont souvent considérées comme des médecines de riches ou un moyen de faire du tourisme aux frais de la collectivité), soit parce qu'elles vont à l'encontre des réflexes centralisateurs et réglementaires français.

Cette crise est pour partie la résultante de choix politiques et sociaux dont l'analyse permettra de mieux cerner les difficultés des différents géothérapeutes.

Il n'y a pas contradiction entre médecine classique urbaine (liée au système hospitalier) et les autres types de médecine ; il y a seulement une complémentarité dont l'absence de reconnaissance contribue à accentuer cette crise.

Parallèlement, les effets conjugués de la crise économique mondiale, du malaise social et des phénomènes de surcapitalisation dus aux progrès scientifiques de la médecine ont entraîné une crise financière de la santé dont les effets vont se sentir de plus en plus, non seulement chez les malades, mais aussi chez les médecins dont le nombre augmente considérablement. La limitation financière de la croissance des besoins de santé — critiquable par certains côtés, si l'on constate par exemple que la part d'autres besoins diminue —, amène naturellement à se poser le

problème de moyens thérapeutiques moins coûteux (soins moins onéreux, meilleure prévention, arrêt des récidives).

Difficultés de l'aménagement rural

Les problèmes de l'aménagement rural, que tentent actuellement de prendre en compte les collectivités locales et différents organismes de financement, témoignent d'une volonté réelle de développement de l'espace encore libre et non pollué interurbain.

Mais souvent, les actions les plus importantes ont une durée limitée dans le temps et les actions d'incitation ne sont pas suffisantes pour modifier les structures du développement local.

En quelques années, les effets risquent d'être annulés par les difficultés structurelles des régions concernées. Leur développement économique connaît ainsi des limites graves, tant sur le plan agricole que sur le plan industriel, artisanal ou du secteur tertiaire.

Un espoir pour les régions rurales : le développement d'activités spécifiques, peu susceptibles de concurrence, créatrices d'emplois des deux sexes, parannuels et qui s'harmonisent avec les activités et les modes de vie existants. La géothérapie répond à ces critères.

Une rencontre possible

Il ne saurait être question de résoudre tous les problèmes de l'aménagement rural ni tous ceux des besoins de santé par les différentes formes de géothérapie. Cependant, il y a là une convergence d'intérêts remarquable, assez peu analysée pour les établissements existants et assez peu développée, en valeur absolue et comparativement avec ce qui se passe à l'étranger (il y a près de dix fois plus de curistes thermaux en Allemagne qu'en France).

Plusieurs facteurs expliquent cette difficulté de développement. Outre les motivations liées aux problèmes médicaux et à l'image de marque de la géothérapie, il apparaît que les processus décisionnels sont en cause : malgré quelques tentatives ponctuelles, les choix en matière de santé et en matière d'aménagement rural sont effectués chacun dans leur domaine, sans aucun ouverture sur leurs incidences connexes. En particulier, en matière de santé, les problèmes financiers à court terme paraissent guider à eux seuls les décisions, surtout à l'époque actuelle. Cette attitude s'explique d'ailleurs en partie par les modes de financement très spécifiques qui n'incitent pas à prendre en compte les problèmes dans leur globalité.

* Pneumologue, rue du Bourg, 26220 DIEULEFIT.

Aucune évolution notable ne pourra être envisagée si les problèmes scientifiques (étude des climats), techniques, économiques, financiers et sociologiques de la géothérapie ne viennent persuader les décideurs.

L'expérience que je mène à Dieulefit depuis 45 ans prouve que les besoins de santé et les besoins d'aménagement rural peuvent se rencontrer avec profit dans la géothérapie.

Toute mon action a eu pour but d'utiliser le climat de notre région favorisée Dieulefit-Nyons, à des fins globales de santé.

Où en sommes nous actuellement ? Cette longue expérience a connu, vous vous en doutez, bien des perturbations. Il a fallu, en même temps que les réalisations, faire comprendre comment elle s'insère dans la carte sanitaire et le rôle socio-économique qu'elle joue dans cette région.

HISTORIQUE

Le climat de Dieulefit-Nyons, et plus largement la zone climatique des Préalpes drômoises du sud, a été empiriquement reconnu par les malades eux-mêmes. C'est ainsi que depuis fort longtemps, dès après la première guerre mondiale, les tuberculeux sont venus s'installer spontanément à Dieulefit et à Nyons, dans les hôtels, les pensions de famille, voire même chez l'habitant.

Dès mon arrivée, en 1935, j'ai créé pour leur isolement un petit sanatorium hors de Dieulefit.

Comme je m'intéressais tout particulièrement aux maladies non contagieuses des voies respiratoires, et en particulier à la maladie bronchectasique de Laënnec, il m'a été facile alors de remplacer les tuberculeux par des malades non contagieux.

C'est ainsi que nous avons pu préciser les indications climatiques de Dieulefit et de sa région.

Actuellement, Dieulefit compte plusieurs établissements :

- *Bellevue*, la Maison-Mère (120 enfants, les plus malades),
- *le Village d'Enfants de Réjaubert* (140 enfants scolarisables),
- *le Jas* qui reçoit des adolescentes et des adultes femmes,
- *Beauvallon* qui vient d'être transformé pour le traitement des cardiopathies.

En 1964, la création de l'ATRIR (Association pour le Traitement et la Réinstallation des Insuffisants Respiratoires) à Nyons, m'a permis de compléter la station de Dieulefit plus spécialement réservée aux malades bronchectasiques, par un Centre équipé pour l'hospitalisation et la réinsertion sur place des adultes insuffisants respiratoires. Nyons possède actuellement quatre établissements et deux ateliers de rééducation au travail. En outre, un dispensaire de consultation pour la surveillance des malades réinstallés dans la région.

Ainsi s'est développée la zone climatique des Préalpes drômoises du Sud.

CONDITIONS DU DEVELOPPEMENT CLIMATIQUE

Nous avons été guidés, au fur et à mesure, par les pro-

blèmes que posent nos malades du point de vue médical bien sûr, mais aussi du point de vue socio-économique.

Les résultats médicaux ont été concrétisés par :

- un très grand nombre de publications médicales,
- des statistiques établies par le CEA de Pierrelatte, portant sur 23 000 cas d'enfants et d'adolescents,
- le Congrès de Pédiatrie Sociale qui s'est tenu à Dieulefit en juin 1972,
- enfin, un très grand nombre de thèses dont celle de Marc Besson, soutenue devant la Faculté de Grenoble et sous la Présidence du Doyen Cabanel. Cette thèse étudiait la région climatique de Dieulefit et de Nyons et montrait bien que cette région, répondant à la législation de 1911, s'est adaptée peu à peu aux conditions de la pneumologie moderne et aux problèmes posés par les enfants et les adolescents à Dieulefit d'une part, par les adultes à Nyons d'autre part.

L'enseignement pour les enfants et les adolescents, la rééducation au travail, la réinstallation sur place ont été plus facilement réglés dans un milieu mieux approprié et dans un climat moins sec et moins chaud l'été à Dieulefit, plus doux à Nyons l'hiver.

Actuellement, dans l'ensemble de nos installations, nous avons 600 malades hospitalisés : 400 sont installés dans la région avec leur famille, soit temporairement en attendant de regagner leur pays d'origine soit définitivement.

PROJET D'AVENIR

Autour de ces deux importants piliers que sont Dieulefit et Nyons, de leurs installations médicales hautement spécialisées et équipées, et des retombées économiques et sociales, nous avons voulu étendre les bénéfices déjà acquis à toute la zone climatique du sud de la Drôme.

A cet effet, nous avons créé un Syndicat intercommunal d'Aménagement climatique (SIEMEC), chargé de promouvoir une action concertée et à long terme.

Grâce à la SEDRO (Société d'Équipement du Département de la Drôme), plusieurs projets sont à l'étude, dont le principal à Dieulefit viendrait compléter l'équipement actuel.

ETABLISSEMENT CLIMATIQUE DE RECHERCHES ET DE CLIMATOTHERAPIE

Comme nous venons de le dire, un certain nombre d'observations de climatologie ont été entreprises depuis une vingtaine d'années à Dieulefit d'abord, à Nyons ensuite, sous la direction du Professeur Jail de l'Institut de géographie alpine de la Faculté de Grenoble.

Elles se situent dans une étude d'ensemble des Préalpes drômoises du Sud. Des comparaisons fort intéressantes ont été établies, qui marquent bien les différences entre les différentes régions de cette zone et surtout établissent une caractéristique climatique particulière à ces deux pôles de notre entreprise. Les résultats, nous l'avons dit, sont exposés dans la thèse de Marc Besson, mais surtout dans un travail de la SEDRO pour le SIEMEC.

Mais ces observations sont encore forcément limitées et fragmentaires. Il s'agit pour nous de les compléter et, surtout, d'en entreprendre une étude scientifique aussi approfondie que possible en liaison avec les différents

organismes officiels, toujours sous l'égide de la Faculté de Grenoble bien sûr, mais aussi du Centre Météorologique de Montélimar et de la Société de Bioclimatique. Un véritable centre de recherches décentralisé nous paraît indispensable.

La thèse de Marc Besson, dans sa deuxième partie, expose les résultats cliniques déjà obtenus depuis l'installation de nos établissements hospitaliers.

Cet exposé n'est que l'approche d'une étude qui se doit d'être largement complétée, tant sur le plan médical qu'économique et social. Nos publications sont trop ponctuelles et dispersées. Elles ne sont possibles qu'à partir d'un minimum d'organisation centrale. C'est une des fonctions essentielles réservée à notre Etablissement climatique, d'autant plus que nous aurons à étudier, bien plus largement encore, les bienfaits de notre climat pour un très grand nombre de familles ou de « touristes » non hospitalisés, mais qui viennent eux aussi chercher le bénéfice de nos organisations médicales.

Enfin, le climatisme de Dieulefit et de Nyons ne concerne pas seulement la pneumologie... J'ai seulement commencé par ma spécialité ! Mais déjà, l'un de nos établissements est réservé aux cardiopathies. Pourquoi pas les rhumatisants et toutes les autres affections dues à notre vie moderne et aux pollutions des grands centres urbains ?

Faut-il vraiment créer d'autres services hospitaliers climatiques, similaires à ceux qui existent déjà ? Faut-il lutter pour la création à tout prix de lits de moyens séjours avec toutes les contraintes, les réglementations et les frais qu'ils supposent ? Les stations thermales ont fonctionné depuis le siècle dernier par leurs établissements thermaux. Les hôpitaux thermaux, derniers nés des équipements thermaux, sont de date récente.

Pourquoi ne pas inverser, pour le Climatisme, la chronologie et, à partir de nos hôpitaux climatiques, créer cet organisme intermédiaire et de liaison entre le climatisme et le tourisme personnel ? C'est là notre projet !

Il n'est pas dans mon propos de décrire en détail ce futur « Etablissement Climatique » qui sera installé dans un parc de trois hectares environ et dans lequel seront aménagés deux bâtiments déjà existants. Je voudrais seulement indiquer les principes qui guident cette étude.

Cet établissement sera donc :

— un centre de recherches et d'études climatiques et médicales appliquées. Il ne s'agira pas seulement d'installer les appareils de mesure nécessaires à l'ensemble de la bioclimatique mais aussi d'étudier les influences saisonnières ou journalières du climat sur les patients, contrôlées dans l'établissement même, ainsi que sur les malades hospitalisés dans nos centres climatique ou dans nos hôpitaux locaux ou régionaux. Les comparaisons avec les « normaux » seront établies. La bronchite chronique, le rhumatisme, l'asthme réagissent à l'humidité, au froid, au chaud. Tout le monde le sait, mais comment et dans quelles conditions ? En médecine vétérinaire, en agriculture, les réactions sont-elles aussi sensibles que chez l'homme ?

— un centre de diagnostics et de soins ambulatoires. Pourvu de quelques lits « de jour » et de sécurité, l'établissement recevra les « curistes » non hospitalisés mais seulement hébergés à l'hôtel ou en location en appartement, gîtes climatiques ou toute autre forme d'accueil.

Un « plateau médical » et des équipements appropriés seront particulièrement étudiés pour ce type de patients, en

liaison d'ailleurs avec les établissements médicaux qui assureront les urgences éventuelles.

L'environnement et l'accueil, comme les activités éducatives de loisir, établiront le climat psycho-affectif indispensable car ces curistes viendront surtout pour « faire le point » de leur état. Une véritable coupure, une « retraite » de quelques jours, hors de la vie trépidante et loin des pollutions, leur permettront de « repartir », « réoxygénés » ou capables de continuer leur rééducation et de repenser leurs activités. Quelques uns, plus atteints qu'ils ne le pensaient, pourront prolonger leur séjours, envisager d'autres cures ou entreprendre une thérapeutique véritable dans les meilleures conditions.

CONCLUSION

Est-ce là du « déjà vu » ?

Il est certain que d'autres tentatives dans ce sens ont été proposées dans d'autres stations thermales, de tourisme, de sports d'hiver ou balnéaire. Mais, à ma connaissance, il n'y a pas de projet global actuellement réalisé, du moins en France.

Par ailleurs, je voudrais insister sur la modestie de notre étude, qui tient compte de la capacité d'accueil de Dieulefit et de sa région, et qui s'insère, dans la station climatique médicale, entre la véritable hospitalisation et le tourisme saisonnier. Notre région est propice à cette expérience mais d'autres régions pourront établir, dans d'autres conditions, d'autres projets. Ainsi seront utilisées nos régions rurales pour une véritable prévention à l'échelle humaine, sans qu'il en coûte au déficit de la Sécurité sociale !

DISCUSSION AU COURS DE LA SEANCE

Pr F. Besançon :

Les recherches thérapeutiques, en Climatologie comme en Hydrologie, nécessiteront que les tirages au sort des malades soient organisés à l'extérieur des stations, avant l'envoi en cure : par exemple dans les centres de convalescence, les hôpitaux de moyen séjour.

D'autre part, il faut saisir l'occasion de cette séance spécialisée pour demander à nos confrères climatothérapeutes sur quelles bases établir la qualification accordant la compétence en médecine climatique.

Dr J.Cl. Dubois :

L'auteur a signalé que la géothérapie constituait un aspect important de l'aménagement rural. Il arrive parfois qu'une conception de ce dernier aille à l'encontre des exigences écologiques qu'exige la thérapeutique thermale et climatique.

C'est ainsi que, ces jours-ci, les élus locaux ont voté l'implantation à Saujon d'une usine d'incinération d'ordures ménagères en face de la zone thermale, et ceci malgré les protestations que j'ai pu élever. Une étude d'impact doit être entreprise avec diligence par les services préfectoraux ainsi qu'une enquête publique, avant que la décision soit définitivement prise.

J'espère que le bon sens prévaudra enfin, contrairement à ce qui s'est passé en premier lieu. Cela prouve de toutes façons que les nécessités de la géothérapie ne sont pas prises en compte valablement par tous, même par ceux qui apparemment devraient y attacher un grand intérêt.

Effets du passage en absence de pesanteur sur les intervalles de temps systolique

J. TIMBAL *, J. COLIN **

(Paris)

Le passage en absence de pesanteur entraîne des remaniements importants des différents compartiments vasculaires de l'organisme, en raison de la disparition de la composante gravitationnelle de la pression hydrostatique intravasculaire. Il s'agit pour l'essentiel du déplacement d'un volume important de sang et de liquides interstitiels de l'ordre de 2 litres des parties inférieures du corps vers les parties supérieures et tout particulièrement le réservoir thoracique. Ce phénomène s'accompagne d'une élévation de la pression sanguine au dessus du cœur et d'une baisse en dessous.

De telles modifications de la répartition des volumes liquidiens et des pressions vont entraîner tout une série de réactions les unes immédiates, les autres à plus long terme, qui trouvent leur origine dans les baro- et les volorécepteurs.

Nous nous sommes intéressés aux conséquences cardiovasculaires précoces de ces phénomènes, en mesurant les intervalles de temps systolique à l'aide d'une technique non sanglante au cours de la stimulation du passage en l'absence de pesanteur.

METHODE

Simulation de l'absence de pesanteur

Elle est toujours imparfaite sur terre. Il est néanmoins admis, à la suite des nombreux travaux américains et soviétiques de ces dernières années, que la position allongée, la tête légèrement plus basse que les pieds, reproduit assez fidèlement les conditions circulatoires observées lors du vol spatial.

Dans le cas présent, la simulation du passage en apesanteur a été réalisée avec une table basculante qui comportait une plateforme et une selle rembourrée, ainsi que des

sangles abdominales et d'épaule. Le sujet restait au moins 20 minutes en position verticale passive puis était basculé en position horizontale en 6 à 8 secondes. Dans cette situation la table faisait un angle de -5 degrés par rapport à l'horizontale. La position allongée était maintenue 15 minutes.

Mesure des intervalles de temps systoliques

Elle a été réalisée par pléthysmographie par impédance électrique cardiaque (Montagex RH 100). Quatre électrodes d'électrocardiographie classique étaient placées sur le thorax. Deux dites « d'injection » faisaient passer un courant de 100 kHz à travers le corps. Elles étaient situées l'une juste en dessous du manubrium sternal, l'autre sous la base gauche de la paroi thoracique, environ 5 cm en dessous de la pointe du cœur. Les deux autres électrodes dites de « recueil » étaient placées en face du cœur, la première le long du sternum juste en dessous du mamelon, la deuxième 5 cm en dessous et à gauche.

L'appareil est conçu pour enregistrer simultanément : l'ECG, l'impédance de base Z_0 , la dérivée première des variations d'impédance dZ/dt .

Les variations d'impédance ainsi recueillies sont en relation avec le remplissage des cavités cardiaques situées en regard des électrodes de recueil. Bien que l'interprétation du tracé se heurte encore à de nombreuses difficultés, il est néanmoins possible de repérer sur celui-ci un certain nombre d'événements cardiaques.

Ces concomitances ont été établies antérieurement par comparaison avec le phonocardiogramme et le carotidogramme [1, 2, 3], et avec les tracés de pression recueillis lors de cathétérismes cardiaques.

La figure 1 présente les différents repères pouvant être individualisés :

- début de la systole mécanique (S) ;
- fermeture de la mitrale (MC) ;
- ouverture des sigmoïdes aortiques et fin de l'éjection ventriculaire gauche (AC).

* Ecole d'Application du Service de Santé pour l'Armée de l'Air, 5 bis, avenue de la Porte-de-Sèvres, 75731 PARIS 15 AIR.

** Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, 1 bis, rue du Lieutenant-Batany, 92141 CLAMART.

Ces points permettent de mesurer les intervalles de temps suivants :

- la présystole (PS), intervalle de temps séparant l'onde Q de l'ECG du point S ;
- les temps de contraction isovolumétrique (IC), intervalle de temps séparant les repères S et AO ;
- la période de prééjection (PEP), intervalle de temps séparant Q et AO ;
- le temps d'éjection ventriculaire gauche (LVET), intervalle de temps séparant AO et AC.

Les enregistrements ont été effectués toutes les 5 minutes avant et après la bascule, aussitôt avant et aussitôt

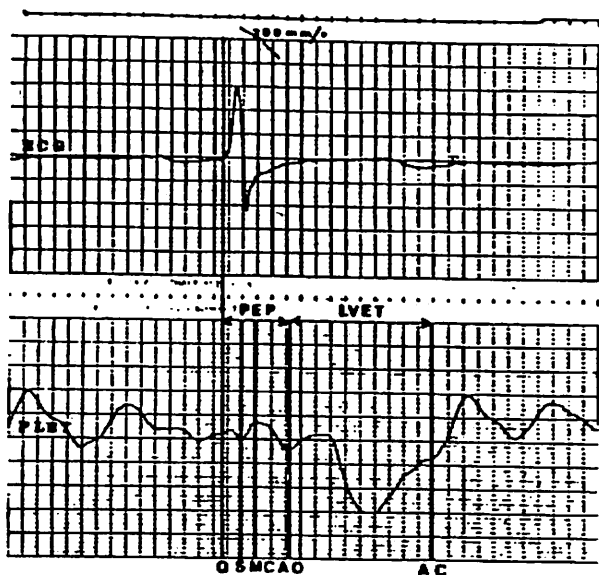


Fig. 1. — Exemple d'enregistrement montrant les repères sur les tracés d'ECG et de dZ/dt (voir explications dans le texte).

après, ainsi que 2 minutes après. La moyenne des intervalles de temps systolique a été établie sur 6 à 10 systoles consécutives sauf pendant la bascule où chaque intervalle de temps a été mesurée à part.

RESULTATS

Ils sont résumés dans le tableau I et sur la figure 2. En dehors de la présystole, tous les autres intervalles de temps ont présenté des modifications significatives lors du passage à la position horizontale. La fréquence cardiaque a diminué de 22 p. cent, la période de prééjection (PEP) de 8 p. cent et le temps de contraction isovolumétrique de 13 p. cent. Le temps d'éjection ventriculaire gauche (LVET) a augmenté de 26 p. cent. Il en résulte une diminution du rapport PEP/LVET de 24 p. cent.

Des corrections ont été faites pour tenir compte de la variation de la fréquence cardiaque selon la méthode pro-

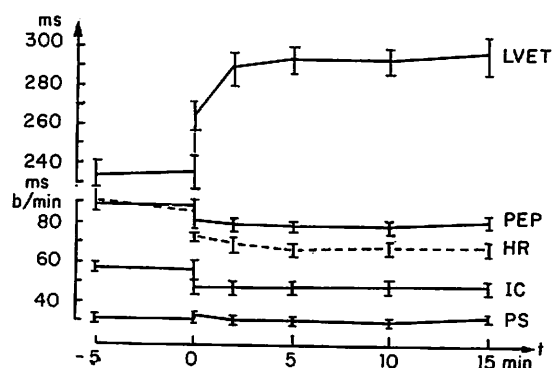


Fig. 2. — Modification des temps systoliques avec leurs écarts-types, après une bascule de la position verticale à la position horizontale. De haut en bas, LVET : temps d'éjection ventriculaire gauche ; PEP : période de prééjection ; HR : fréquence cardiaque ; IC : temps de contraction isovolumétrique ; PS : présystole.

TABLEAU I. — Effet d'une bascule de la position verticale à la position horizontale sur les intervalles de temps systoliques

Intervalles de temps*	Temps après la bascule (min)					
	0	0,1	2	5	10	15
HR	87 ± 5,1	74 ± 2,4	70 ± 3,9	67 ± 2,9	68 ± 2,8	68 ± 3,7
PS	32 ± 1,4	34 ± 1,0	32 ± 1,4	32 ± 1,4	31 ± 1,1	33 ± 1,1
IC	56 ± 3,9	48 ± 1,9	48 ± 3,3	49 ± 2,6	49 ± 2,7	49 ± 2,4
Q-MC	60 ± 4,3	59 ± 3,6	59 ± 3,9	60 ± 3,7	61 ± 3,2	61 ± 3,5
PEP	89 ± 3,3	82 ± 2,1	80 ± 2,7	80 ± 2,2	80 ± 2,4	82 ± 2,1
LVET	236 ± 9,5	265 ± 6,6	290 ± 7,8	295 ± 6,4	295 ± 6,3	298 ± 8,7
PEPc	123 ± 4,1	112 ± 2,3	108 ± 3,0	107 ± 2,4	108 ± 2,5	109 ± 2,7
LVETc	331 ± 6,8	346 ± 5,6	366 ± 5,6	368 ± 4,9	369 ± 4,8	376 ± 5,7
PEP/LVET	0,37 ± 0,027	0,31 ± 0,013	0,28 ± 0,015	0,27 ± 0,012	0,27 ± 0,011	0,28 ± 0,013

* Valeurs moyennes des temps systoliques avec leurs écarts-types. HR : fréquence cardiaque ; PS : présystole ; IC : temps de contraction isovolumétrique ; Q-MC : temps séparant Q de la fer-

meture de la mitrale ; PEP : période de prééjection ; LVET : temps d'éjection ventriculaire gauche ; PEPc, LVETc : intervalles de temps systoliques corrigés pour la fréquence cardiaque.

posée par Colin et coll. [1]. Elles laissent toujours apparaître des modifications significatives des intervalles de temps systoliques : la période de prééjection corrigée diminue de 11 p. cent et le temps d'éjection systolique gauche corrigé s'élève de 14 p. cent.

Les modifications des temps systoliques sont très précoces. Qu'elles soient ou non corrigées, ces variations s'effectuent en majeure partie dans les deux premières secondes suivant la bascule.

DISCUSSION

Les phénomènes observés (ralentissement de la fréquence cardiaque, raccourcissement de la période de prééjection, allongement du temps d'éjection ventriculaire gauche) sont en bon accord avec ce que l'on sait sur les effets hémodynamiques de la bascule horizontale. Le déplacement du sang vers les parties supérieures du corps entraîne une augmentation du remplissage ventriculaire et du volume systolique. L'augmentation de la pression artérielle dans la moitié supérieure du corps stimule les barorécepteurs carotidiens et aortique qui, à leur tour, entraînent une inhibition de l'activité orthosympathique. Il en résulte une diminution nette de la fréquence cardiaque et une diminution légère de la résistance périphérique et de la pression artérielle moyenne.

Le raccourcissement de la période de prééjection est dû à la diminution du temps de contraction isovolumentrique puisqu'il n'y a pas de modification de la présystole.

On sait que le rapport de la période de prééjection au temps d'éjection ventriculaire gauche varie avec la contractilité myocardique [4], le volume systolique [9] et la résistance périphérique [5]. Ces deux derniers paramètres sont

modifiés par la bascule de la position verticale à la position horizontale. Il n'est donc pas étonnant d'observer une modification du rapport PEP/LVET dans le cas présent. Il diminue dès le début de la bascule et se stabilise pratiquement à partir de la deuxième minute jusqu'à la fin de l'expérience. Il semble vraisemblable que cette baisse marquée du rapport PEP/LVET est surtout le reflet de l'augmentation du volume systolique.

Les recherches effectuées jusqu'à présent sur les modifications des intervalles de temps systoliques lors des changements de position ont concerné la bascule inverse, c'est-à-dire de la position horizontale à la position verticale. Il est intéressant de noter que les variations observées dans ce cas [6, 7] sont exactement symétriques de celles provoquées par une bascule de la position verticale à la position horizontale.

CONCLUSION

En utilisant les intervalles de temps systoliques comme critères du fonctionnement ventriculaire gauche, lors du passage en absence de pesanteur simulé par une bascule de la position verticale passive à la position horizontale, un certain nombre de modifications ont été observées : ralentissement de la fréquence cardiaque, raccourcissement de la période de prééjection, du temps de contraction isovolumentrique, allongement du temps d'éjection ventriculaire gauche, diminution du rapport de la période de prééjection au temps d'éjection ventriculaire gauche. Par contre, il n'a pas été observé de variation de la présystole. Toutes les modifications interviennent très précocement en quelques secondes, pendant et après la bascule, et sont en accord avec les phénomènes hémodynamiques qu'elle entraîne.

RÉFÉRENCES

- Colin J., Carre R., Amoretti R. — La mesure des intervalles de temps systoliques par une méthode externe. *Médecine et Armées*, 1978, 6, 775-782.
- Colin J., Carre R., Amoretti R. — Mesure des intervalles de temps systoliques par pléthysmographie électrique. *Anesth. Analg. (Paris)*, 1979, 36, 435-438.
- Colin J., Carre R., Amoretti R. — Mesure des intervalles de temps systoliques par pléthysmographie électrique cardiaque. *J. Physiol. (Paris)*, 1979, 75, 48 A-49 A.
- Karsenty A. — *Intérêt de la dérivée première de la pléthysmographie cardiaque par impédance électrique*. Thèse méd., Lyon, 1980.
- Millahn H.P. — Die Kontraktionsphasen der jugenlichen Herzens und ihre Beziehung zur Hamodynamik. *Z. Kreislauforsch.*, 1964, 53, 178-187.
- Spodick D.H., Meyer H., Saint-Pierre J.R. — Effect of upright tilt on the phases of the cardiac cycle in normal subjects. *Cardiovasc. Res.*, 1971, 5, 210-214.
- Stafford R.W., Harris W.S., Weissler A.M. — Left ventricular systolic time intervals as indices of postural circulatory stress in man. *Circulation*, 1970, 51, 485-492.
- Wallace A.G., Mitchell J.H., Skinner N.S., Sarnoff S.J. — Duration of the phases of left ventricular systole. *Circ. Res.*, 1963, 12, 611-619.
- Weissler A.M., Harris W.S., Schoenfeld C.D. — Systolic time intervals in heart failure in man. *Circulation*, 1968, 37, 149-159.
- Weissler A.M., Harris W.S., Schoenfeld C.D. — Beside technics for the evaluation of ventricular function in man. *Am. J. Cardiol.*, 1969, 23, 577-583.

Tests spéciaux de sélection des cosmonautes français

H. VIEILLEFOND *

(Antony)

Depuis l'origine, il y a près de vingt ans, la préparation médicale et physiologique des vols spatiaux est dominée par les problèmes de sélection des astronautes.

Les Etats-Unis et l'Union Soviétique ayant le monopole des lanceurs lourds, la France est amenée à coopérer avec ces nations pour réaliser ses propres programmes astronautiques. C'est ainsi que, dans le cadre du projet américain Spacelab et dans celui du vol soviétique Saliout prévu en 1982, le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) a recruté des candidats cosmonautes.

La sélection des candidats cosmonautes repose sur de nombreux critères, les uns professionnels et linguistiques, les autres médicaux, psychologiques et physiologiques. C'est pourquoi, en 1977 puis en 1980, le Laboratoire de Médecine Aérospatiale du Centre d'Essais en Vol a conçu, à la demande du CNES, des tests d'exploration fonctionnelle spécialement adaptés aux besoins d'une sélection de candidats cosmonautes.

Ces tests spéciaux sont tous destinés à l'exploration des grandes fonctions et de l'appareil vestibulaire des candidats soumis aux stress spécifiques du vol spatial.

Ces tests, réalisés à bord des divers simulateurs du laboratoire, ou même en avion, permettent en outre d'apprécier les facultés d'adaptation physiologiques des candidats à l'entraînement, puis à la mission elle-même.

Des tests en centrifugeuse permettent d'explorer l'adaptation cardiovasculaire et respiratoire des sujets testés aux accélérations subies au départ de la fusée et lors de la rentrée dans l'atmosphère du vaisseau cosmique à l'issue de la mission.

Les effets des accélérations dirigées perpendiculairement au grand axe du corps que l'on rencontre lors du départ et du retour, ont été étudiées au cours d'une accélération de 8 g subie pendant une minute puis de 10 g, pendant 20 secondes. Rappelons ici que l'unité d'accélération g, utilisée en aéronautique vaut à Paris 9,81 m/s². Le poids du corps se trouve ainsi, à 10 g, multiplié par un facteur de près de 10. Enfin, la tolérance aux accélérations dirigées dans le grand axe du corps a été testée à 5 g soutenus pendant 30 secondes.

Ces tests en centrifugeuse ont été très discriminatoires puisque, lors de la dernière sélection, 47 p. cent des candidats ont été éliminés pour des troubles cardio-vasculaires. Il s'agissait essentiellement de modifications électrocardiographique ou d'hypotension avec troubles neurovégétatifs ou sensoriels. Une brève perte de connaissance avec mouvements cloniques des membres supérieurs a même été constatée.

— Les tests d'exploration vestibulaire, pratiqués sur un fauteuil tournant, sont fondés sur l'accumulation d'accélération composites de Coriolis stimulant les canaux semi-circulaires, le sujet inclinant la tête alternativement sur chaque épaule à fréquence imposée.

Une première épreuve de deux minutes a servi de tri préalable, éliminant les sujets particulièrement sensibles au mal des transports et, par conséquent, très certainement intolérants au mal de l'espace. Ce test a éliminé près de la moitié des candidats et l'on peut être surpris de l'importance de l'impact des naupathies sur la population dans une civilisation caractérisée par la fréquence des voyages.

Une seconde épreuve de huit minutes, utilisant un protocole légèrement différent, était destinée à apprécier la tolérance aux accélérations de Coriolis et les possibilités d'adaptation au mal de l'espace. Lors de la sélection menée en 1980, cinq candidats sur les dix-neuf testés ont encore été éliminés par ce protocole.

— Les tests d'orthostatisme, actuellement très en vogue en exploration fonctionnelle cardiovasculaire, permettent d'apprécier la normalité des adaptations circulatoires aux changements de la répartition des volumes sanguins qu'induit l'apesanteur.

Ces tests sont effectués soit sur une table basculante, soit en imposant une pression négative à la moitié inférieure du corps. Lors de la sélection des cosmonautes français, les deux techniques ont été utilisées. Ces épreuves permettent d'éliminer les inadaptations tensionnelles pouvant aller jusqu'au collapsus et les stades veineuses trop importantes.

— Le test d'altitude, pratiqué dans un caisson à dépression, a pour but de déterminer d'une part la tolérance à l'hypoxie que crée un séjour de trente minutes à 5 000 m, d'autre part d'explorer la normalité de la baro-fonction tubaire et sinusienne lors d'une série de montées et de descentes rapides effectuées entre le sol et 5 500 m à la vitesse de 45 m/s.

* Professeur agrégé de Médecine aéronautique, Médecin-Chef adjoint du Centre d'Essais en Vol. 3, square François-Couperin, 92160 ANTONY.

— Un exercice musculaire, effectué sur tapis roulant ou sur ergocycle, autorise la détermination de la consommation maximale d'oxygène et du rendement métabolique du travail musculaire.

On peut ainsi sélectionner les sujets les plus aptes à effectuer un travail physique dans l'espace, sachant que l'absence de points d'appui en apesanteur rend le moindre geste extrêmement coûteux au plan bio-énergétique.

— Enfin, un dernier test réalisé en avion a l'intérêt de familiariser les candidats avec l'absence de pesanteur créée lors de phases de vol paraboliques, d'apprécier l'équilibre neurovégétatif et psychosomatique des candidats, enfin d'apprécier dans une certaine mesure leur motivation aérospatiale.

CONCLUSION

Ces tests spéciaux de sélection constituent des épreuves d'exploration fonctionnelles un peu particulières qui permettent d'aboutir à un choix de candidats avec les meilleures chances de succès pour les missions. Ces tests contribuent aussi à améliorer la connaissance des mécanismes physiopathologiques liés aux contraintes spécifiques de l'aéronautique et de la cosmonautique.

Par là même, ils représentent une véritable agression pour le candidat et ne peuvent par conséquent être réalisés que dans des Centres particulièrement bien équipés en moyens de simulation mais surtout en équipes médicales et techniques hautement spécialisées.

REPERTOIRE DES ANNONCEURS

Bouchara - Néo-Codion, 4^e de couverture.

Cauterets/Capvern - Cures thermales, p. II.

E.S.F. - La Prostate, p. II.

E.S.F. - Rééducation de la coxarthrose, p. 208.

Labcatat - Lithium Oligosol, 3^e de couverture.

Maison du thermalisme/Chaîne thermale du soleil, 2^e de couverture.

lithium oligosol®

traitement catalytique des troubles du psychisme par les oligo-éléments

Gluconate de Lithium 0,407 g
Soluté isotonique glucosé QSP 100 ml

1 ampoule 2 ml = 0,04 mEq de Lithium

A. M. M. 3075151 - Brevet n° 1.347.775

Visa PM 922 K 480

2 à 6 ampoules par jour en perlinguale

Ampoules injectables

et pour la voie perlinguale (14 amp. x 2 ml.)

Prix public : 8,50 F pca 80-52/A.

Remboursé par la Sécurité Sociale (70 %).

LITHIUM MIKROPLEX® (Allemagne fédérale).

LITHIUM OLIGOSOL® (Angleterre, Bénélux, Italie, Suisse)

labcatal - thérapeutique fonctionnelle

7, rue roger salengro, 92120 montrouge - tél. : 654.27.92

SOMMAIRE

BIOCLIMATOLOGIE

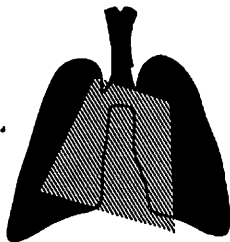
Circonstances météorologiques des infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux et tentatives de suicide au voisinage de Paris, par F. Besançon, D. Pezzi-Girault, E. Rocquin-Chaptal et H. Ricome	189
Aspects actuels de la bioclimatologie du Cap-Vert, par H. de Lauture, I. Wone et L. Robineau.	199
La source hydrominérale Célia : ses qualités médicales, son intérêt en santé publique, par H. de Lauture, I. Wone et C. Penot	209

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'HYDROLOGIE ET DE CLIMATOLOGIE MÉDICALES

Séance du 15 décembre 1980

Compte rendu, par G. Girault	215
André Morette (1905-1980), par R. Grandpierre	216
André Gross (1922-1980), par J. Thomas	216
Allôcution d'ouverture, par R. Grandpierre	218
Un projet de recherches climatiques appliquées, par M. Précuit	219
Effets du passage en absence de pesanteur sur les intervalles de temps systolique, par J. Timbal et J. Colin.	222
Tests spéciaux de sélection des cosmonautes français, par H. Vieillefond	225

Toux rebelles



NEO-CODION

Comprimés dragéifiés

Formule : Camphosulfonates de codéine 0,0125 g et de codéthyline 0,0125 g - Sulfogaïacol 0,10 g - Extraits de Grindélia 0,02 g - d'Erysimum 0,01 g - de Marruba blanc 0,03 g, pour un comprimé dragéifié.

Propriétés : Sédatif de la Toux.

Indications : Toux spasmodiques et réflexes - Affections broncho-pulmonaires - Toux rebelles.

Contre-indication : Ne pas donner aux enfants de moins de 5 ans.

Posologie : Adultes 2 à 4 dragées par jour - Enfants de 10 à 15 ans : 1 ou 2 dragées.

Coût quotidien du traitement : de 0,30 à 1,40 F.

Effets indésirables : Chez les sujets hypersensibles, les hépatiques surtout, on peut observer les effets secondaires habituels de la codéine et de la codéthyline (constipation, nausées, vomissements, vertiges, somnolence).

Surdosage : Excitation avec hilarité. Chez l'enfant : convulsions suivies de vomissements, somnolence, dépression respiratoire, cyanose, coma.

Conduite d'urgence : La nalorphine antagonise l'effet dépressif respiratoire.

Présentation : Tube de 25 comprimés dragéifiés.

Visa 1.135-9514 - Prix : 9,30 F - Commercialisé en 1937.

Remboursé par la Sécurité Sociale à 70 %.

Laboratoires du Docteur E. BOUCHARA, 8, rue Pastourelle, 75003 Paris - Tél. 274.28.18