

Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt
Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie
Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute

Zürich

No 97

PREVISION OBJECTIVE DE L'ENSOLEILLEMENT RELATIF
BASEE SUR UNE METHODE D'ANALYSE DISCRIMINANTE

par

J.D. Altherr
Y. Ganter

M. Dupanloup
E. Junet

(Groupe "Prévisions objectives" du Centre Météo-
rologique de Genève-Cointrin)

Avril 1981

Prévisions

551.509.314
551.509.324.1

Résumé

Ce rapport de travail présente une méthode statistique de prévision de l'ensoleillement relatif en fonction des valeurs de la topographie 500 mbar prises sur 16 points de grille répartis sur l'Europe, méthode qui est directement applicable aux prévisions numériques fournies par les services météorologiques étrangers.

Zusammenfassung

Dieser Arbeitsbericht beschreibt eine statistische Methode der Vorhersage der relativen Sonnenscheindauer in Funktion der 500 mbar-Fläche an 16 über Europa verteilten Gitterpunkten. Diese Methode lässt sich direkt auf die von ausländischen Wetterzentralen gelieferten numerischen Vorhersagekarten anwenden.

Riassunto

Questo rapporto di lavoro presenta un metodo statistico di previsione dell'insolazione relativa in funzione dei valori della topografia a 500 mbar presi da 16 punti di griglia distribuiti sull'Europa. Questo metodo è applicabile direttamente alle previsioni numeriche fornite dai servizi meteorologici esteri.

Summary

This note describes a statistical method for the prediction of the relative insolation duration using as predictors the 500 mbar heights at 16 grid points over Europe. This method is readily applicable to the numerical weather predictions provided by foreign meteorological services.

PREVISION OBJECTIVE DE L'ENSOLEILLEMENT RELATIF
BASEE SUR UNE METHODE D'ANALYSE DISCRIMINANTE.

Ce rapport de travail fait suite aux cahiers No 44, 51 et 82 déjà publiés par le groupe "Prévisions objectives" du Centre Météorologique de Genève-Cointrin.

BUT DE CE TRAVAIL.

Compte tenu des résultats obtenus lors de l'étude de la prévision des hauteurs de pluie en fonction uniquement de la topographie de la surface de pression 500 mbar, tenter la même expérience avec le prédictande "ensoleillement relatif".

DESCRIPTION DE LA METHODE.

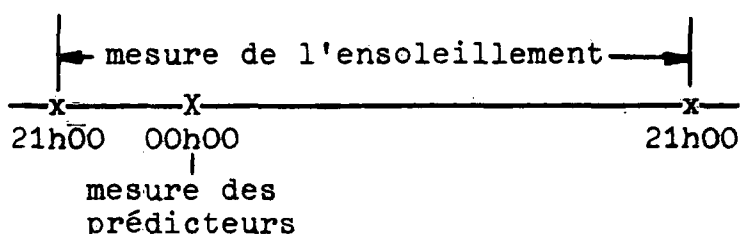
Voir rapport de travail No 44, pages 4 à 10.

CHOIX DES PREDICTEURS.

Identique à celui utilisé pour la prévision des hauteurs de pluie (cf. rapport de travail No 82).

CHOIX DE LA PERIODE DE PREVISION.

Mise en regard avec la prévision des hauteurs de pluie, une prévision de l'ensoleillement relatif - donc de la nébulosité - apporte une information supplémentaire qui permet de mieux définir un type de temps correspondant à une topographie 500 mbar donnée. Mais cette confrontation ne pourra se faire que si les deux prévisions sont extraites de la même carte de base. C'est la raison pour laquelle nous avons conservé, pour le prédictande "ensoleillement", le même schéma de mesures que pour le prédictande "précipitations":



Une évidence surgit d'emblée: par temps variable, lors de l'application de cette méthode de prévision aux précipita-

tions, toutes les pluies se produisant durant une période de mesure de 24 heures étaient prises en compte. En revanche, seules les éclaircies ayant lieu pendant la période d'ensoleillement possible seront enregistrées par les héliomètres; les autres échapperont à l'analyse, particulièrement lors de la saison d'hiver où la période de mesure effective est très brève pour certaines stations (3 heures 52 minutes le 16 décembre à Sion, soit 1/6 de la période de 24 heures!). C'est dire que, dans le cas d'une nébulosité changeante, ce problème sans solution pourra sensiblement abaisser le taux de réussite de la prévision de l'ensoleillement par rapport à celui de la prévision des pluies.

CHOIX DES CLASSES.

- Classe I: 0 à 29% d'ensoleillement relatif. Cette classe correspondra, dans la terminologie des bulletins de prévision à un ciel "très nuageux à couvert".
- Classe II: 30 à 69% d'ensoleillement relatif: "nébulosité changeante", temps "en partie ensoleillé", "nébulosité en augmentation, en diminution" etc.
- Classe III: 70 à 100% d'ensoleillement relatif: "temps ensoleillé".

CHOIX DES STATIONS.

7 stations ont été choisies en fonction a)de leur position géographique et b)du fait qu'elles effectuaient des relevés d'ensoleillement pendant la période choisie pour constituer l'échantillon de développement (1961-1970).

Ce sont: Genève-Cointrin Sion Berne Zurich-Kloten
Saentis St-Moritz Locarno-Monti.

NOMBRE DE CAS PAR CLASSE.

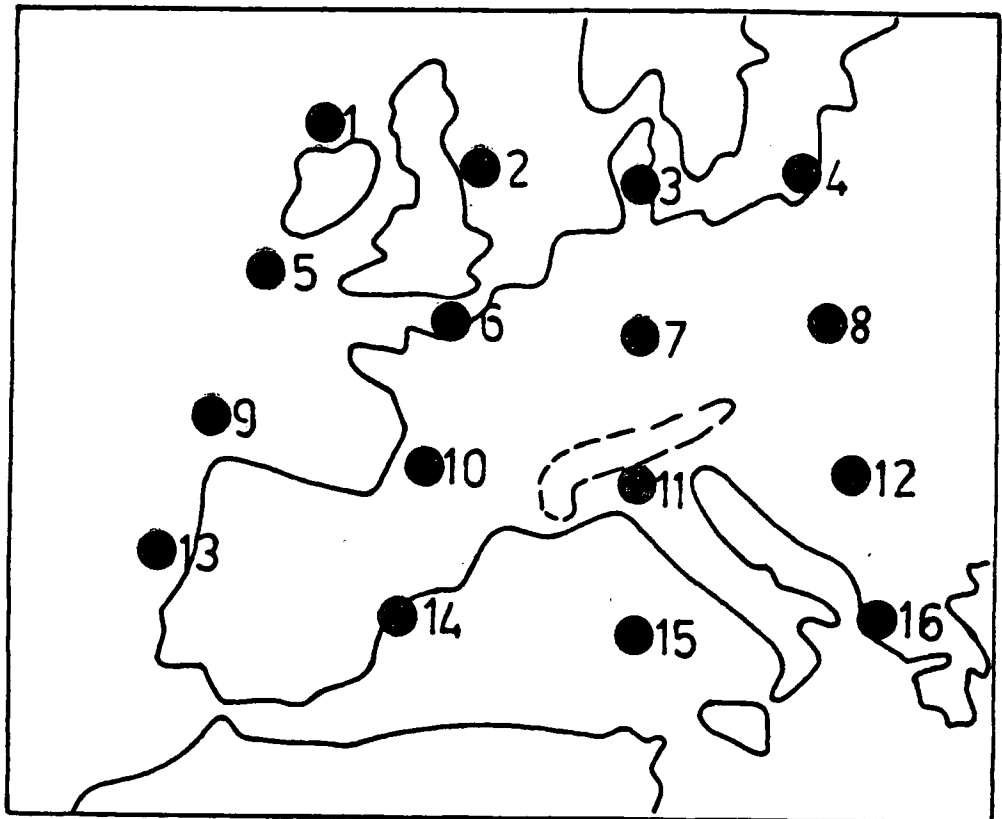
Le tableau de la page suivante donne, pour chaque station et pour chaque mois, le nombre de cas figurant dans chacune des trois classes choisies. On remarquera que la répartition des effectifs est beaucoup moins irrégulière que dans le cas des précipitations.

NOMBRE DE CAS PAR CLASSE.

<u>MOIS</u>	<u>CLASSE</u>	<u>GENEVE</u>	<u>BERNE</u>	<u>ZURICH</u>	<u>SION</u>	<u>SAENTIS</u>	<u>LOCARNO</u>	<u>ST-MORITZ</u>
I	I	215	225	240	155	168	100	154
	II	62	58	42	60	52	48	86
	III	33	27	28	95	90	162	70
II	I	138	155	161	115	149	88	127
	II	85	72	73	51	40	63	67
	III	59	55	48	116	93	131	88
III	I	135	159	162	115	158	170	123
	II	80	72	68	64	60	48	63
	III	95	79	80	131	92	92	124
IV	I	121	141	137	102	159	98	134
	II	83	84	92	76	64	74	73
	III	96	75	71	122	77	128	93
V	I	93	133	127	82	164	97	128
	II	103	90	91	98	82	78	95
	III	114	87	92	130	64	135	87
VI	I	70	92	97	66	137	70	121
	II	115	109	108	114	99	76	92
	III	115	99	95	120	64	154	87
VII	I	54	78	132	42	130	40	91
	II	108	105	92	100	101	86	110
	III	148	127	86	168	79	184	109
VIII	I	65	104	106	68	151	60	103
	II	107	93	90	99	70	84	96
	III	138	113	114	143	89	166	111
IX	I	84	97	96	67	118	78	85
	II	104	90	108	74	57	71	83
	III	112	113	96	159	125	151	132
X	I	122	128	140	65	85	90	90
	II	116	99	108	73	51	67	71
	III	72	83	62	172	174	153	149
XI	I	204	207	194	139	139	144	159
	II	55	69	74	68	74	45	104
	III	41	24	32	93	87	111	37
XII	I	241	233	260	152	154	204	152
	II	48	58	37	68	48	40	69
	III	21	19	13	90	108	66	89

ORDRE DE CHOIX DES PREDICTEURS.

Nous indiquons ici, pour chaque station et pour chaque mois, l'ordre dans lequel l'analyse a choisi les prédicteurs retenus, ordre qui est fonction de leur importance pour la séparation des différentes classes d'ensoleillement.



- Légende:
- 6-10 = valeur du géopotentiel 500 mbar au point 6 moins la valeur du géopotentiel 500 mbar au point 10 exprimée en dam.
 - 6 = valeur du géopotentiel 500 mbar au point 6 (dam).
 - C6 = cyclonalité au point 6, définie par la valeur du géopotentiel 500 mbar en ce point, soustraite de la moyenne des géopotentiels des quatre points périphériques.

STATION	MOIS	ORDRE DE CHOIX DES PREDICTEURS				
		1	2	3	4	5
GENEVE	I	6-7	1-5			
	II	9-13	2	4-10		
	III	6	3-4	7-8	5-13	
	IV	6	2-4	5-6	11-16	
	V	6	7-15	1-2	7	
	VI	10	C6	C11		
	VII	6	3-7	9		
	VIII	10	2-4	1-2		
	IX	10	C6	12-16	2-6	
	X	1-6	3-6			
	XI	3-6	10-12			
	XII	6-7	4-12	5-15		
BERNE	I	C6	C7			
	II	2	10-13			
	III	6	3-4	7-12		
	IV	6	13-14	7-12	7-8	9-14
	V	6	9-10	C7		
	VI	6	5-10	C11	9-13	
	VII	6	5	12-15	2-6	1-2
	VIII	10	6-9	C10	3-4	
	IX	C6	10-13	4-10	1-2	
	X	1-6	10-13	5-6		
	XI	1-6	4-12			
	XII	12-16	6	10-15		
ZURICH	I	11-15	C6			
	II	3	6-9			
	III	7	3-4	10-13	11-12	
	IV	10-13	1-2	3	4-10	
	V	5-6	5	13-15	C7	1-2
	VI	6	9-10	C11		
	VII	6-9	10	1-9	10-12	
	VIII	C6	7	4-10		
	IX	10-13	1-2	8-12		
	X	1-6	10-13	8-11		
	XI	1-6	6-16			
	XII	C11	C7	11-15	12-16	8-12
SION	I	6-14	8-12			
	II	2	9-13	6		
	III	2	3-4	10-14		
	IV	6	7-8	7-12	13	
	V	6	13-14	C7	3-11	1-2
	VI	10	C6			

STATION	MOIS	ORDRE DE CHOIX DES PREDICTEURS				
		1	2	3	4	5
SION (suite)	VII	10	C6	14-15		
	VIII	10	6-9	4-10		
	IX	10	2-4	5-6	11-12	
	X	6	5-10	7-8	6-16	
	XI	6-16	1-2	4-8		
	XII	7-11	2			
	<hr/>					
SAENTIS	I	3	7-11	6-9	5	
	II	3-9	6-11	1-5	10-13	
	III	3	7-13	3-4	1-3	
	IV	6-9	11-15	7-12		
	V	6-9	1-6	5-10	11-15	7-13
	VI	7	10-13	2-5	12-15	
	VII	6-9	1-6	8-14	C7	10-14
	VIII	5-6	10-14	4-7	1-9	
	IX	10-13	1-2	6	3-4	5-6
	X	6-9	11-15	1-2	2-4	3-8
	XI	3	7-12	C6		
	XII	7-15	3-9	C7		
<hr/>						
LÖCARNO	I	5-15	13	C6	10-12	
	II	10-15	13-14	5		
	III	10-11	9-13	1-5		
	IV	10-11	10	13-15		
	V	10-11	10	3-6	C6	C7
	VI	10	13-15	12-16		
	VII	10-11	5-6	5-13	3-8	
	VIII	10-15	C6	7-15	7-8	
	IX	10	6-7	C11		
	X	10-12	C6	14-16		
	XI	10-11	6-16	1-5		
	XII	3-6	5			
<hr/>						
ST-MORITZ	I	6-14	8-12	3	11-14	
	II	2	3-9	6-8	3-4	
	III	6	3-4	7-11	10-13	2-12
	IV	6	C6	7-8		
	V	C6	11	12-15		
	VI	6	2-5	12-15		
	VII	10	5-6	8-14		
	VIII	4-7	9-10	C6		
	IX	10	6-9	8-11		
	X	11-16	C6	3-4	12-16	
	XI	6	6-11			
	XII	7-15	2	15-16		

Les 285 prédicteurs sélectionnés par l'analyse se décomposent en 192 gradients
30 cyclonalités
63 valeurs du géopotentiel en un point de grille.

Ces proportions sont assez proches de celles obtenues lors de l'étude des précipitations:

	<u>Ensoleillement</u>	<u>Précipitations</u>
Gradients	67% des prédicteurs	76% des prédicteurs
Cyclonalités	11%	12%
Géopotentiels	22%	12%

On observe toutefois que les valeurs du géopotentiel sont sélectionnées plus souvent, au détriment des gradients, et que cette sélection se fait surtout pour les trois stations de Genève, Sion et Berne, pour lesquelles les niveaux aux points 6 et 10 semblent avoir une grande importance.

Pour les autres stations, le choix du premier prédicteur est moins systématique, sauf pour Locarno où les gradients 10-11, 10-12 et 10-15 prédominent, montrant, comme dans le cas des précipitations, l'importance des régimes de vents nord/sud et sud/nord pour le climat du Sud des Alpes.

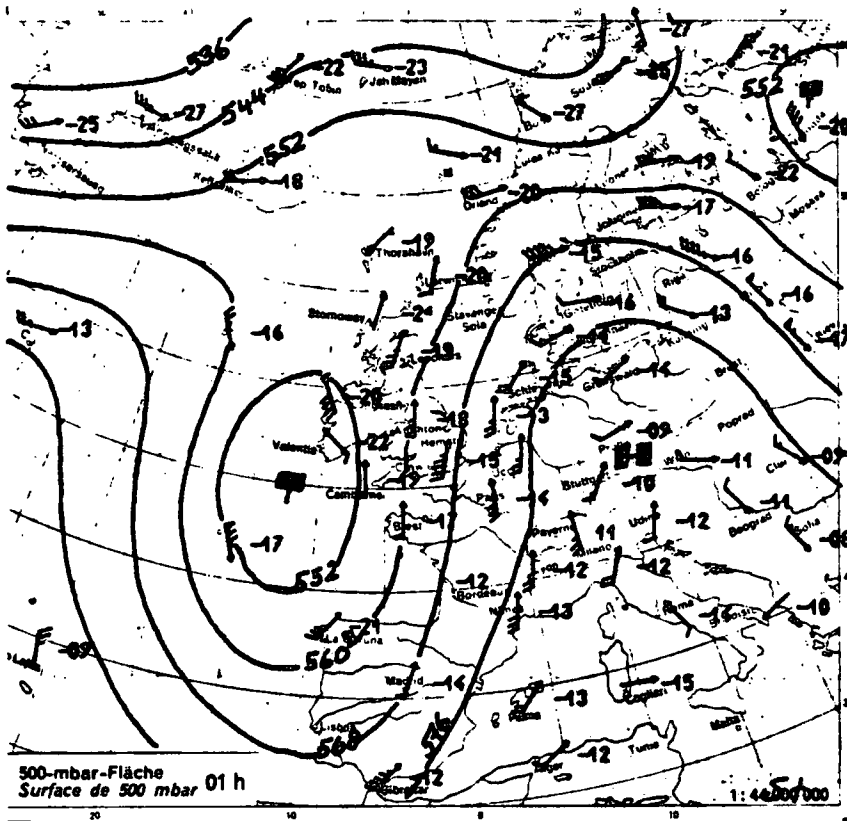
FONCTION DISCRIMINANTE.

Le processus de calcul est le même que celui qui est utilisé pour la détermination des hauteurs de pluie; il est décrit en détail aux pages 9 et 10 du rapport de travail No 82.

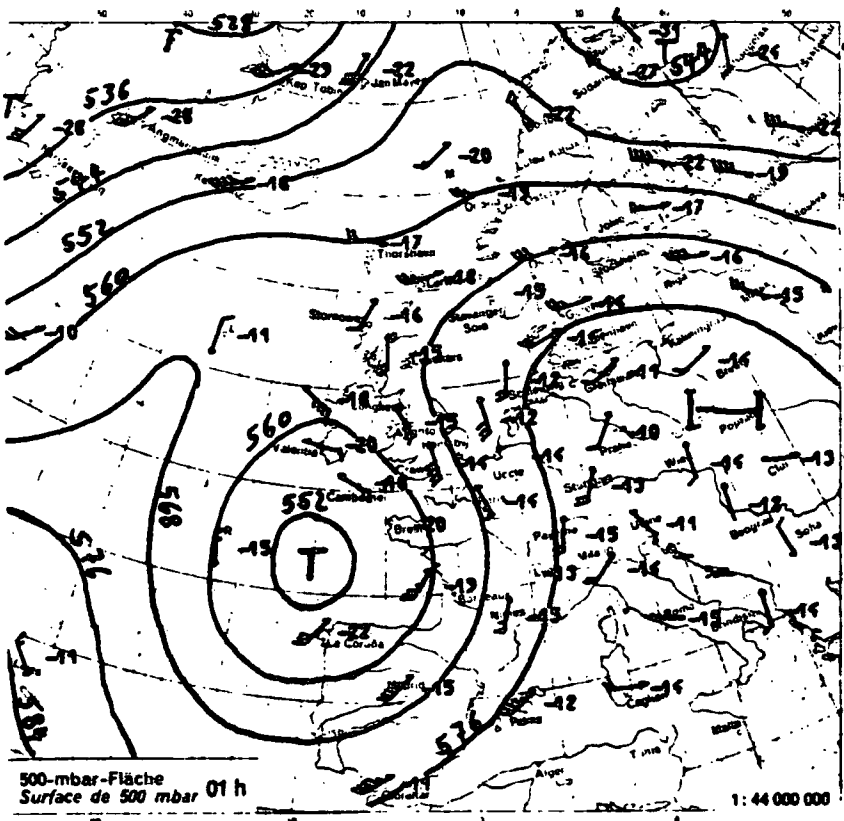
Plutôt que de le répéter ici, nous préférons donner un exemple de l'information supplémentaire apportée par le prédicteur "ensoleillement" lors de la prévision du type de temps correspondant à une carte du niveau 500 mbar donnée.

20 ET 21 SEPTEMBRE 1980:EVOLUTION DE L'ENSOLEILLEMENT ET DES PRECIPITATIONS POUR GENEVE, BERNE, ZURICH ET LOCARNO.

Les cartes du niveau 500 mbar des 20 et 21 septembre 1980 sont reproduites en page 8. Elles semblent à première vue assez peu différentes, mais les tableaux qui suivent montrent qu'en fait les conditions météorologiques se sont sensiblement modifiées entre le 20 et le 21, et que ces modifications avaient été correctement prévues par l'analyse discriminante.



20 septembre 1980



21 septembre 1980

ENSOLEILLEMENT.

A = probabilité de réalisation de la classe.
B = ensoleillement relatif mesuré.

<u>20 sept.</u>	<u>GENEVE</u>		<u>BERNE</u>		<u>ZURICH</u>		<u>LOCARNO</u>	
<u>CLASSE</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
0 à 29%	.20		.16		.07		<u>.56</u>	<u>.02%</u>
30 à 69%	<u>.44</u>	<u>64%</u>	.34		.32		.22	
70 à 100%	.36		<u>.50</u>	<u>78%</u>	<u>.61</u>	<u>71%</u>	.23	

<u>21 sept.</u>	<u>GENEVE</u>		<u>BERNE</u>		<u>ZURICH</u>		<u>LOCARNO</u>	
<u>CLASSE</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
0 à 29%	<u>.52</u>	<u>14%</u>	<u>.39</u>	<u>08%</u>	.15		<u>.74</u>	<u>01%</u>
30 à 69%	.36		.37		.40		.14	
70 à 100%	.11		.24		<u>.46</u>	<u>70%</u>	.11	

PRECIPITATIONS.

A = probabilité de réalisation de la classe.
B = précipitations mesurées.

<u>20 sept.</u>	<u>GENEVE</u>		<u>PAYERNE</u>		<u>ZURICH</u>		<u>LOCARNO</u>	
<u>CLASSE</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
NORAIN	<u>.93</u>	<u>00</u>	<u>.96</u>	<u>00</u>	<u>.97</u>	<u>00</u>	<u>.76</u>	<u>00</u>
1 à 9mm	.05		.04		.03		.16	
10mm et +	.01		.01		.01		.08	

<u>21 sept.</u>	<u>GENEVE</u>		<u>PAYERNE</u>		<u>ZURICH</u>		<u>LOCARNO</u>	
<u>CLASSE</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
NORAIN	<u>.71</u>		<u>.88</u>	<u>00</u>	<u>.91</u>	<u>00</u>	.31	<u>00</u>
1 à 9mm	.22	<u>02mm</u>	.10		.07		.26	
10mm et +	.07		.02		.02		<u>.42</u>	

Commentaires:

- a) l'augmentation de la nébulosité à Genève et à Berne est correctement prévue, tout comme le statu quo à Zurich et à Locarno.
- b) la comparaison des prédictandes "ensoleillement" et "pluies" montre que l'on pouvait s'attendre à ce que le ciel se couvre à Genève et à Berne, mais sans pluies importantes. En fait, on remarquera que les 2mm recueillis à Genève correspondent à une augmentation non négligeable de la probabilité de réalisation de la classe "1 à 9mm".
- c) Le cas des pluies le 21 à Locarno est moins satisfaisant. On notera toutefois que, par rapport à la veille, il restait 31% de chance pour qu'il ne pleuve pas - et c'est ce qui s'est produit, dans une situation de barrage du sud où, subjectivement, des précipitations semblaient inévitables. Il s'agit là d'un cas limite, car d'abondantes pluies sont tombées le lendemain au sud des Alpes.

CONCLUSIONS.

Les matrices de classification de l'échantillon de développement prouvent que l'application de la méthode d'analyse discriminante au prédictande "ensoleillement" en ne considérant que des prédicteurs pris dans la topographie de la surface 500 mbar donne un taux de réussite inférieur à celui obtenu lors de l'étude de la prévision des quantités de pluie.

En fait, un examen détaillé de ces matrices montre que c'est le taux de réussite de la classe II (30 à 69% d'ensoleillement) qui est responsable de cette diminution du taux de réussite global.

Plusieurs hypothèses peuvent contribuer à expliquer la difficulté inhérente à la prévision de cette classe:

- a) un ensoleillement compris entre 30 et 69% peut refléter des types de temps très dissemblables: approche d'une perturbation, temps de traîne, stratus se dissipant en cours de journée, etc. qui correspondent chacune à une topographie 500 mbar bien différente. Il est donc normal que le degré de corrélation de cette classe avec la surface 500 mbar soit nettement moins bon que pour les classes I et III qui correspondent à des situations pour lesquelles l'éventail des configurations du niveau 500 mbar est beaucoup plus étroit.

- b) lors de situations marginales (par exemple: courant d'ouest au nord du 50me parallèle), la nébulosité provoquée par la bordure des systèmes frontaux peut être fort différente d'un cas à l'autre pour une même configuration de la carte 500 mbar; ces différences sont certainement plus importantes que dans le cas des précipitations.
- c) comme nous l'avons déjà signalé, le fait que le capteur d'ensoleillement ne peut définir une situation donnée que pendant une fraction de chaque période de 24 heures pénalise la classe II par rapport aux classes I et III, où le type de temps est plus nettement caractérisé.
- d) autre raison, purement statistique: les seuils choisis pour cette classe délimitent un secteur plus large que ceux des deux classes extrêmes, provoquant ainsi une plus grande variabilité à l'intérieur de cette classe centrale.

En résumé, la corrélation entre l'ensoleillement et la topographie du niveau 500 mbar est un peu moins nette que dans le cas des précipitations. Toutefois, les essais déjà effectués montrent - voir le cas des 20 et 21 septembre 1980 - que cette prévision de l'ensoleillement relatif ajoutée à la prévision des précipitations permet de mieux définir le type de temps auquel on peut s'attendre en fonction d'une prévision numérique 500 mbar donnée.

Enfin, comme c'est déjà le cas pour les pluies, cette méthode permet une prévision entièrement automatique: dès que les valeurs du géopotentiel 500 mbar aux points de grille lui seront parvenues, le système METEOR pourra calculer immédiatement les probabilités d'apparition des trois classes d'ensoleillement correspondantes et les transmettre sans délai aux utilisateurs, qui disposeront ainsi d'une nouvelle aide à la prévision que nous espérons utile.

GROUPE "PREVISIONS OBJECTIVES"
DE GENEVE-COINTRIN.

J.D.Altherr M.Dupanloup
Y.Ganter E.Junet

Novembre 1980.

