

No. 165

**Règles de prévision de l'ensoleillement  
en Suisse romande**

par

Yves Ganter

Août 1991

Prévision de l'ensoleillement

551.509.324 : 551.509.318  
(494.41-45)

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



No. 165

## **Règles de prévision de l'ensoleillement en Suisse romande**

Yves Ganter

Août 1991

Prévision de l'ensoleillement

551.509.324 : 551.509.318  
(494.41-45)

### **Résumé**

Afin d'être utilisées par le système expert développé au CMG, des règles de prévision de l'ensoleillement pour les 4 régions de Suisse romande ont été établies et contrôlées. Les résultats montrent que le taux de réussite de la méthode est comparable ou légèrement supérieur à celui obtenu par les prévisionnistes.

### **Zusammenfassung**

Mit dem Ziel, in Expertensystemen, die am CMG entwickelt wurden, Anwendung zu finden, wurden Sonnenscheinvorhersageregeln formuliert und getestet. Die Resultate zeigen, dass der Erfolg dieser Methode mit der Trefferrate der Prognostiker vergleichbar ist oder sie sogar noch übersteigt.

### **Riassunto**

Allo scopo di essere impiegate dal sistema esperto sviluppato al CMG, per le 4 regioni della Svizzera romanda sono state stabilite e controllate alcune regole di previsione del soleggiamento. I risultati mostrano che il tasso di attendibilità ottenuto da questo metodo è paragonabile o leggermente superiore a quello ottenuto dai previsionisti.

### **Summary**

In order to be used in expert systems developed at the CMG, rules for sunshine forecasting have been established and tested for the 4 regions of French speaking Switzerland. The scores of that forecasting method are comparable to or slightly above those obtained by the forecasters.

L'auteur remercie P. Eckert (MET) et les assistants du CMG pour leur précieuse collaboration.

## REGLES DE PREVISION DE L'ENSOLEILLEMENT EN SUISSE ROMANDE

### Introduction

Les systèmes experts, fonctionnant sur la base d'un ensemble de règles, peuvent utiliser celles qui découlent de la pratique de la prévision météorologique (Ambühl 1991).

Les prévisions objectives émises sous forme de probabilités (Altherr et al., 1982) ne permettant pas toujours un choix aisé d'une classe d'ensoleillement, nous avons développé un certain nombre de règles de prévision de l'ensoleillement en Suisse romande. Leur caractère empirique et subjectif nécessitait, cependant, le contrôle de leur validité avant de les intégrer dans le système expert.

### Echantillon de développement

Il comprend l'ensoleillement journalier des années 1988-1989 pour les régions suivantes: Valais (1), Ouest du Jura (2), Ouest du Plateau (3), Chablais et Ouest des Préalpes (4). L'échantillon est divisé en deux parties: hiver (octobre à mars) et été (avril à septembre). On a retranché les jours de brouillard et de stratus même partiels, qui représentaient 13% de l'échantillon et qui ont été déterminés en comparant l'ensoleillement des stations de plaine et de montagne.

### Prédictandes

Le contrôle objectif des prévisions (OPKO) a révélé que l'ensoleillement est l'élément le moins bien prévu dans nos bulletins météorologiques. OPKO comprend 6 classes, dont 5 se chevauchent (Fig. 1). Une première approche a suggéré qu'avec les moyens actuels, il est difficile de fournir une prévision aussi détaillée. Un classement, pour le Valais, de l'ensoleillement en fonction de la force du vent à 500 hPa montre pour les classes extrêmes que celui-là diminue à mesure que le vent augmente. Par contre, les classes centrales présentent un profil identique et se distinguent mal les unes des autres (Fig. 2). On s'est donc limité pour le développement de la méthode à trois classes de prédictandes entre lesquels une discrimination a été plus facile à trouver.

classe	expression OPKO	ensoleillement
- 0	le plus souvent très nuageux	0 - 30 %
- 1	en partie ensoleillé	31 - 60 %
- 2	en général ensoleillé	61 - 100 %

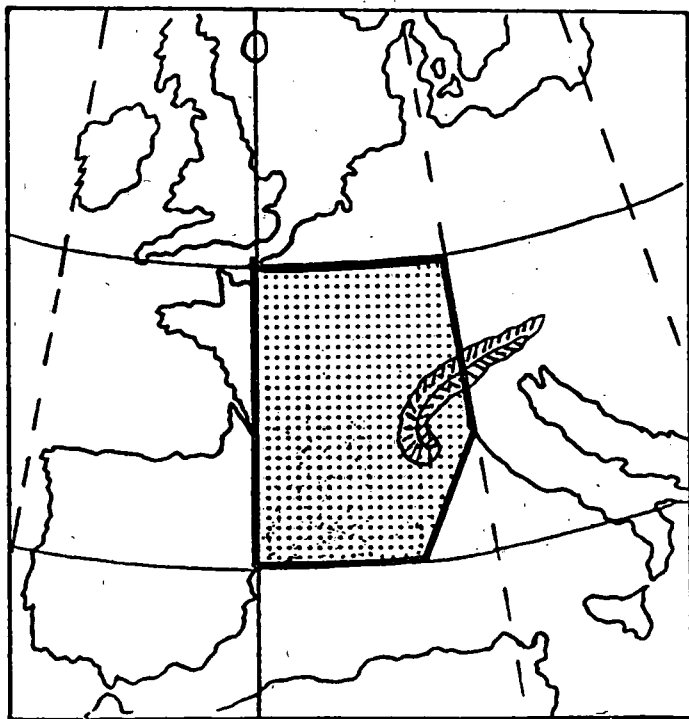
FIG 1. RAPPEL DES CLASSES OPKO

CLASSES	ENSOLEILLEMENT	EXPRESSIONS
0	0 - 4	très nuageux
1	5 - 30	le plus souvent très nuageux
2	20 - 50	en partie ensoleillé
3	40 - 70	assez ensoleillé
4	60 - 90	en général ensoleillé
5	70 - 100	ensoleillé

FIG 2. ENSOLEILLEMENT EN VALAIS (%) EN FONCTION DE LA FORCE DU VENT A 500 HPA (KTS), ANNEES 1988-89

KTS	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100	TOTAL
0 - 29	6	6	4	6	21	43
30 - 39	3	3	4	3	8	21
40 - 49	5	3	2	3	6	19
≥ 50	8	3	2	2	2	17
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	<b>100</b>

FIG 3. ZONE DANS LAQUELLE SONT DETERMINES LES 3 TYPES DE CIRCULATION



## Prédicteurs

Tous les prédicteurs proviennent du niveau 500 hPa afin de pouvoir utiliser les cartes numériques en prévision. Il s'agit du type de courant, de la force et de la direction du vent (12 UTC).

Dans un premier temps, nous avons considéré différentes configurations sur l'Europe occidentale et le proche Atlantique pour ne retenir finalement que trois types de circulation dans une zone comprise entre 0 et 10 degrés de longitude-est et 40 et 50 degrés de latitude-nord, et pour éviter ainsi une classification donnant lieu à de trop grandes interprétations. (fig. 3)

## Types de courant à 500 hPa dans la zone incriminée

Les trois types de circulation retenus sont les suivants:

- courant rectiligne ou anticyclonique (0)
- courant cyclonique (1)
- thalweg ou centre dépressionnaire (2)

Comme on pouvait s'y attendre (fig. 4), le Valais comprend le plus grand nombre de périodes ensoleillées (classe 2), aussi bien l'hiver que l'été, et que le Jura en compte le moins. D'autre part, les classes 1 et 2 sont plus fréquentes l'été que l'hiver pour toutes les régions.

Les situations de thalweg varient peu au cours de l'année. Par contre, les courants cycloniques augmentent au printemps et en été aux dépens des courants rectilignes et anticycloniques, confirmant ainsi le caractère plus variable du temps.

Avec un thalweg marqué, on obtient dans presque tous les cas la classe 0 (le plus souvent très nuageux), été comme hiver. Si une majorité de cas des courants rectilignes se range dans la classe 2 (en général ensoleillé), on remarque l'été que, pour les courants cycloniques, les trois classes ont une probabilité d'apparition pratiquement identique pour le Valais. Il en est de même entre les classes 0 et 1 pour le Plateau et le Chablais. Il faut introduire la force et la direction du vent pour améliorer la discrimination.

## Direction et force du vent à 500 hPa

L'examen détaillé des matrices de classification en fonction de la direction et de la force du vent à 500 hPa (fig. 5) montre pour les courants rectilignes que la force du vent sépare surtout les classes d'ensoleillement 0 et 2 (le plus souvent très nuageux et en général ensoleillé). Ce sont les situations du nord-ouest à nord-est qui restent les moins bien discriminées au delà de 40 noeuds.

Dans les situations cycloniques, la distinction s'avère difficile avec la classe 1 (en partie ensoleillé), surtout l'été pour le Valais.

**FIG 4. REPARTITION DE L'ENSOLEILLEMENT (%) EN FONCTION DES TYPES DE COURANTS A 500HPA, HIVER/ETE**

Classes d'ensoleillement :

Type de courants	LE PLUS SOUVENT TRES NUAGEUX	EN PARTIE ENSOLEILLE	EN GENERAL ENSOLEILLE	TOTAL
<b>REGION 1 (VALAIS)</b>				
rectiligne 0	13/01	09/01	33/38	55/40
cyclonique 1	11/12	08/14	05/11	24/37
thalweg 2	17/16	03/07	01/00	21/23
<b>TOTAL</b>	<b>41/29</b>	<b>20/22</b>	<b>39/49</b>	<b>100/100</b>
<b>REGION 2 (JURA)</b>				
rectiligne 0	25/03	07/11	23/26	55/40
cyclonique 1	19/22	03/12	02/03	24/37
thalweg 2	20/22	01/01	00/00	21/23
<b>TOTAL</b>	<b>64/47</b>	<b>11/24</b>	<b>25/29</b>	<b>100/100</b>
<b>REGION 3 (PLATEAU)</b>				
rectiligne 0	19/02	09/04	27/34	55/40
cyclonique 1	18/14	03/14	03/09	24/37
thalweg 2	19/18	02/05	00/00	21/23
<b>TOTAL</b>	<b>56/34</b>	<b>14/23</b>	<b>30/43</b>	<b>100/100</b>
<b>REGION 4 (CHABLAIS ET PREALPES)</b>				
rectiligne 0	18/02	09/07	28/31	55/40
cyclonique 1	16/18	06/14	02/05	24/37
thalweg 2	20/21	00/02	01/00	21/23
<b>TOTAL</b>	<b>54/41</b>	<b>15/23</b>	<b>31/36</b>	<b>100/100</b>

### Contrôle des règles

L'analyse de ces matrices de classification a permis d'établir, pour chaque région, hiver et été, des règles qui minimisent les risques de fausse prévision (fig. 6). Le taux de réussite pour l'ensemble de l'échantillon de développement (nombre de cas classés correctement), obtenu à partir des algorithmes de décision fournis au système expert, atteint 73%. Les résultats sont meilleurs l'hiver (76%) que l'été (71%). La classe centrale (en partie ensoleillé) est la plus difficile à prévoir. A noter que, quelle que soit la classe prévue, restera au prévisionniste à se poser indépendamment la question de la formation ou de la dissipation du brouillard ou du stratus et d'appliquer alors une méthode de prévision appropriée.

### Echantillon de contrôle

Le contrôle de la méthode a été effectué sur les prévisions numériques du CEPMMT, à 500 hPa, 12 UTC + 48 h (prévision pour le lendemain) pour l'ensemble de l'année 1989. Chaque jour a été classé selon la procédure définie. On a calculé ensuite le score OPKO en fonction des classes obtenues (non selon la définition des classes retenues ci-dessus, mais selon celle, plus restrictive, d'OPKO).

Néanmoins, les résultats obtenus (fig. 7) présentent pour l'ensemble des 4 régions considérées une amélioration de 5% par rapport à ceux des prévisionnistes. Le gain est de 3% pour le Valais et le Jura, de 6% pour le Plateau. Ce dernier s'explique sans doute par le fait qu'ont été enlevés les cas de brouillard et de stratus, dont l'apparition et la dissipation restent difficile à prévoir. Dans le Chablais et l'ouest des Préalpes enfin, l'amélioration atteint 10%, région pour laquelle aucune mention particulière n'est faite dans les bulletins, alors que les règles semblent y être plus efficaces qu'ailleurs.

### Conclusions

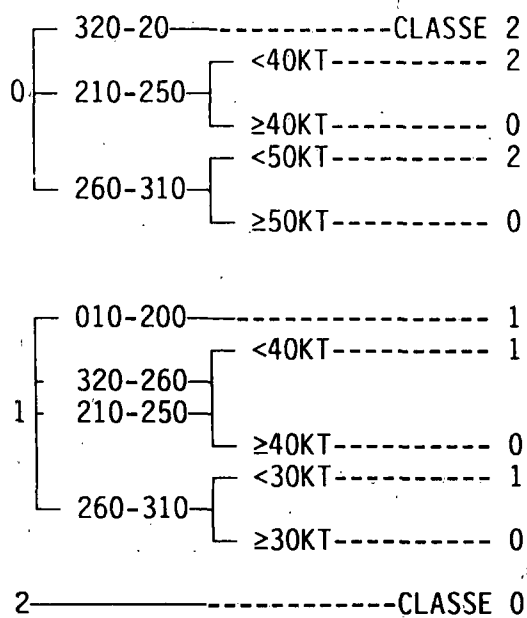
Cette étude souligne les difficultés inhérentes à la prévision de l'ensoleillement et que ramener le nombre des classes à trois ne porte pas préjudice aux résultats. Le contrôle OPKO y est sans doute pour quelque chose, qui est plus sévère que pour les précipitations et les températures. Il apparaît que les effets du type de circulation sur l'ensoleillement ne sont pas toujours perçus avec clarté, puisqu'à l'aide de règles simples on obtient des résultats comparables ou légèrement supérieurs à ceux des prévisionnistes, alors que ceux-ci ont à leur disposition d'autres éléments pour effectuer leurs prévisions. Dans l'application pratique de la méthode, c'est le classement de la situation qui présente le plus de difficultés.

**FIG 5. ENSEMBLE DES REGLES RETENUES POUR LA PREVISION  
D'ENSOLEILLEMENT**

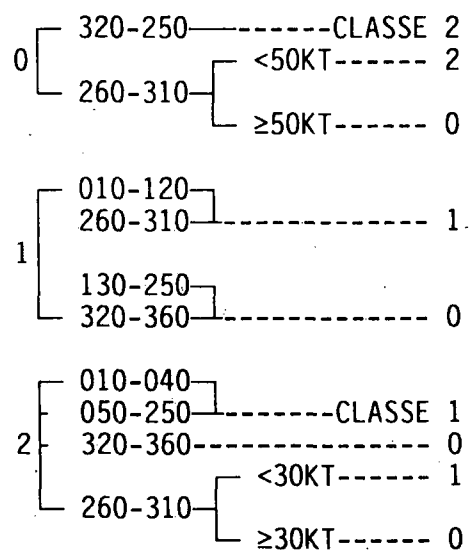
Le graphique ci-dessous permet d'entrer avec les 3 types de courants et de sortir avec l'ensoleillement prévu:

**REGION 1 (VALAIS)**

**HIVER**

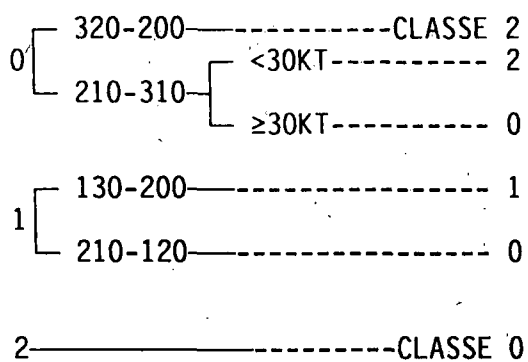


**ETE**

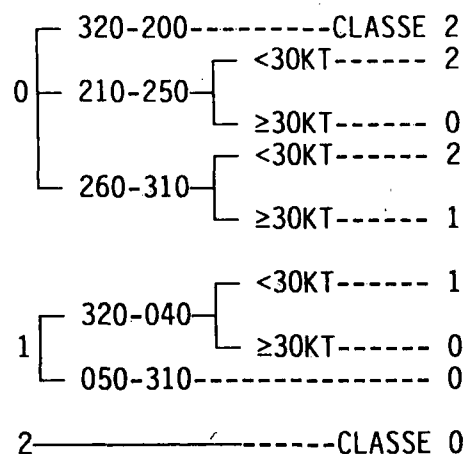


**REGION 2 (JURA)**

**HIVER**



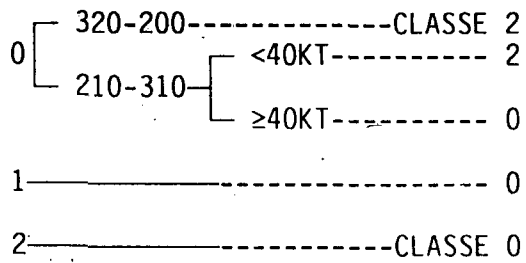
**ETE**



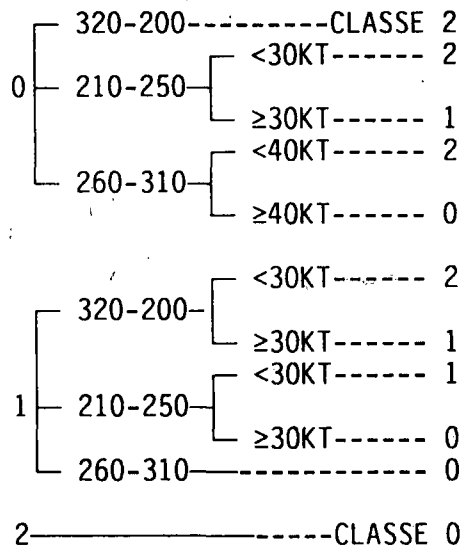


REGION 3 (PLATEAU)

HIVER

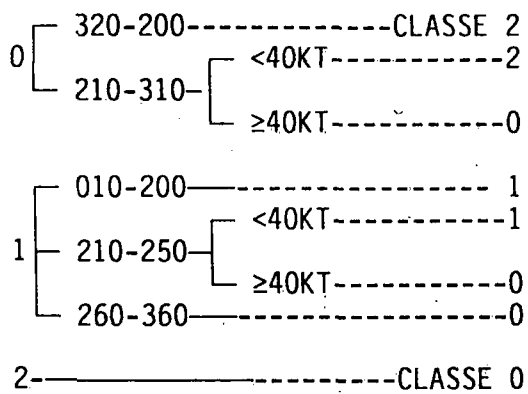


ETE

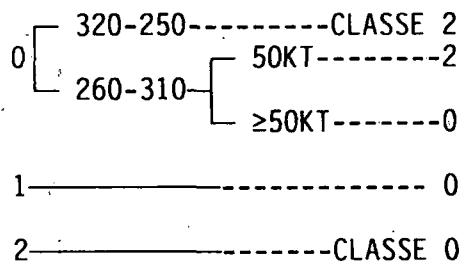


REGION 4 (CHABLAIS/PREALPES)

HIVER



ETE



**FIG 6. POURCENTAGE DE FAUSSES PREVISIONS  
(échantillon de développement)**

hiver/été	1 CLASSE D'ECART	2 CLASSES D'ECART	TOTAL
REGIONS 1	18/24	08/05	26/29
2	10/23	13/05	23/28
3	14/22	09/06	23/28
4	15/23	08/07	23/30

**FIG 7. COMPARAISON DES PREVISIONS D'ENSOLEILLEMENT 1989  
SELON LES NORMES OPKO ENTRE LES PREVISIONNISTES ET LA METHODE  
CALCULEE SUR LES NUMERIQUES CEPMMT (%)**

REGIONS	PREVISIONNISTE	METHODE	GAIN
1	74%	77%	+3 %
2	76%	79%	+3 %
3	72%	78%	+6 %
4	72%	82%	+10%
MOYENNE	74%	79%	+5 %

## Références

J.-D. Altherr, M. Dupanloup, Y. Ganter, E. Junet: "Prévision objective des hauteurs de précipitations et de l'ensoleillement relatif au moyen de l'analyse discriminante". Publication de l'ISM no 44, 1982.

J. Ambühl: "Systèmes experts d'aide à la prévision". Rapport de travail de l'ISM, 1991.

### Adresse de l'auteur:

Yves GANTER  
Centre météorologique de Genève  
1215 Genève 15

