

# **Indices de gel 1956 - 1990**

**Frostindices 1956 - 1990**

**M. Dysli, J. Rybisar**

**Laboratoire de mécanique des sols de l'Ecole  
Polytechnique Fédérale de Lausanne**

**Mandats de recherche 28/89 sur proposition de  
l'Union des professionnels suisses de la route**

**Novembre 1992**

# TABLE DES MATIÈRES

|           |                                                                        |     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|-----|
|           | <b>Résumé</b> .....                                                    | ii  |
|           | <b>Zusammenfassung</b> .....                                           | iii |
|           | <b>Abstract</b> .....                                                  | iv  |
| <b>1.</b> | <b>Mandat et buts</b> .....                                            | 1   |
| <b>2.</b> | <b>Méthode de calcul des indices</b> .....                             | 3   |
| 2.1       | Définition de l'indice de gel .....                                    | 4   |
| 2.2       | Banques de données de l'Institut Suisse de Météorologie (ISM) .....    | 4   |
| 2.3       | Calcul de l'indice de gel de l'air.....                                | 5   |
| <b>3.</b> | <b>Indices de gel par station</b> .....                                | 9   |
| 3.1       | Indices de gel annuels de la période 1928-1956 (rappel).....           | 10  |
| 3.2       | Indices de gel annuels de la période 1956-1990.....                    | 15  |
| 3.3       | Valeur significative FI <sub>30</sub> de l'indice de gel de l'air..... | 37  |
| <b>4.</b> | <b>Corrélations et points particuliers</b> .....                       | 42  |
| 4.1       | Corrélation en fonction de l'altitude.....                             | 43  |
| 4.2       | Carte des indices de gel .....                                         | 45  |
| 4.3       | Effet des cuvettes froides.....                                        | 45  |
|           | <b>Références</b> .....                                                | 48  |

## RÉSUMÉ

En 1986, lors de la révision de la norme SN 670 140 : Gel, et pour l'établissement de la carte des indices de gel annexée à cette norme, le Laboratoire de mécanique des sols de l'EPFL avait dû se résoudre à utiliser les mesures de la température de l'air et les indices de gel correspondants de la période 1927 à 1956, soit ceux qui avaient déjà été utilisés pour l'établissement de la norme sur le gel de 1971. Il n'avait eu ni le temps, ni les moyens financiers pour exploiter manuellement les mesures de la température de l'air réalisées depuis 1957 en de très nombreux points de la Suisse par l'Institut Suisse de Météorologie.

Ces températures et de nombreux autres paramètres météorologiques sont, depuis quelques années, dans une banque de données météorologiques, ce qui rend leur traitement beaucoup plus facile. Le calcul des indices de gel de l'air pour la période comprise entre l'hiver 1956-57 et l'hiver 1989-90 a pu ainsi être réalisé sans trop de frais et de peine et le présent rapport contient, essentiellement sous forme de tableaux et de graphiques, :

- un rappel des quelques indices de gel calculés pour la période comprise entre l'hiver 1928-29 et l'hiver 1955-56,
- les indices de gel de 187 stations météorologiques de la période comprise entre l'hiver 1956-57 et l'hiver 1989-90 (pour les hivers où les températures ont été mesurées),
- pour 17 stations caractéristiques : l'évolution des températures journalières en fonction du temps pendant les trois hivers les plus froids et l'hiver le plus chaud de la période comprise entre l'hiver 1956-57 et l'hiver 1989-90,
- les indices de gel significatifs FI<sub>30</sub> pour toutes les stations qui le permettent (mesure continue des températures de l'air pendant au moins 30 ans).
- une corrélation entre l'indice de gel et l'altitude, une évaluation de l'actualité de la carte des indices de gel et une petite discussion sur l'effet des cuvettes froides.

Les indices de gel de l'air calculés et publiés dans ce rapport serviront surtout, à l'avenir, de base précise pour le dimensionnement au gel des superstructures routières si la carte des indices de gel de la norme SN 670'140a ne suffit pas et à la révision de cette carte si elle s'avère nécessaire. Il est en outre prévu de calculer chaque année (dès l'hiver 1990-91) ces indices et de les publier dans la revue "Route et Trafic".

## ZUSAMMENFASSUNG

Anlässlich der Revision der Norm SN 670'140: Frost und zur Erstellung der Frostindexkarte als Annex zu dieser Norm sah sich das Institut für Bodenmechanik der ETH Lausanne 1986 gezwungen, die Lufttemperaturmessungen und die Frostindices aus dem Zeitraum 1927 bis 1956 zu verwenden, dh. Werte, welche schon für die Frostnorm aus dem Jahre 1971 benutzt wurden. Eine manuelle Auswertung der von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt seit 1957 an zahlreichen Orten der Schweiz durchgeführten Lufttemperaturmessungen war aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht möglich.

Die Lufttemperatur-Daten und zahlreiche andere meteorologische Parameter werden seit einigen Jahren in einer Datenbank gespeichert, was ihre Handhabung wesentlich erleichtert. Die Berechnung der Frostindices der Luft für die Zeit vom Winter 1956–57 bis Winter 1989–90 konnte somit ohne größere Kosten und besonderen Aufwand vorgenommen werden, und dieser Bericht enthält folgenden Angaben, meist in Form von Tabellen und Graphiken:

- eine Auflistung von Frostindices berechnet für den Zeitraum zwischen Winter 1928-29 und Winter 1955-56
- die Frostindices von 187 Wetterstationen umfassend die Periode vom Winter 1956-57 bis und mit Winter 1989-90 (Winter, in denen Temperaturmessungen vorgenommen wurden)
- für 17 typische Stationen: die Entwicklung der Tagestemperatur während den drei kältesten Winter und dem wärmsten Winter im Zeitraum zwischen Winter 1956-57 und Winter 1989-90
- die maßgeblichen Frostindices FI<sub>30</sub> für alle Stationen, in denen eine kontinuierliche Lufttemperaturmessung während mindestens 30 Jahren möglich war
- eine Korrelation zwischen dem Frostindex und der Höhenlage, eine Beurteilung der Aktualität der Frostindexkarte und eine kurze Diskussion über den Einfluß von Kältemulden.

Die berechneten und in diesem Bericht und veröffentlichten Frostindices der Luft werden in Zukunft von allem als zuverlässige Basis für die Dimensionierung des Strassenoberbaues auf Frost dienen – falls die Frostindexkarte der Norm SN 670'140a nicht genügen sollte, und gegebenenfalls der Überarbeitung dieser Karte.

Es ist im weiteren vorgesehen, diese Indices jedes Jahr (ab Winter 1990-91) zu berechnen und sie in der Fachzeitschrift "Strasse und Verkehr" zu veröffentlichen.



## ABSTRACT

In 1986, at the time of the revision of the Standard SN 670'140: Frost, and for the establishment of the map of frost indices appended to this standard, the Soil mechanics laboratory of the EPFL found itself confronted with the problem of using the air temperature measurements and the corresponding frost indices from the period of 1927 to 1956. These measurements had already been used to establish the frost standard in 1971. Lack of time, as well as financial means, meant that no manual interpretation had been carried out for air temperature measurements made in very many parts of Switzerland by the Swiss Meteorological Institute, from 1957 on.

Starting several years ago, these temperatures, and numerous other meteorological parameters, were stored in a meteorological data base, which renders treatment of them much more convenient. The calculation of frost and air indices for the period beginning with winter 1956-57 and ending with winter 1989-90 has been able to be carried out without excessive cost, and this report contains, in the form of tables and graphs:

- a recall of several frost indices calculated for the period beginning with winter 1928-29 and ending with winter 1955-56,
- frost indices of 187 meteorological stations for the period beginning with winter 1956-57 and ending with winter 1989-90 (for those winters where temperatures were measured),
- for 17 typical stations: the evolution of daily temperatures as a function of time for the three coldest winters and the warmest winter for the period beginning with winter 1956-57 and ending with winter 1989-90,
- significant frost indices  $FI_{30}$  for all of the stations where this is possible (continuous measurement of air temperatures during at least 30 years),
- a correlation between frost index and altitude, an evaluation of the current state of the frost index map and a small discussion of the effects of cold air lakes.

In the future, the frost and air indices published in this report will form the precise basis for frost design of roadway surfaces, if the frost index map of the Standard 670'140a is not sufficient, as well as the revision of this map, if necessary. In addition, it is planned to calculate these indices each year (beginning with winter 1990-91) and to publish them in the journal "Route et Trafic".

# **1. Mandat et buts**

En 1986, lors de la révision de la norme SN 670 140 : Gel, et pour l'établissement de la carte des indices de gel annexée à cette norme, le Laboratoire de mécanique des sols de l'EPFL (LMS) avait dû se résoudre à utiliser les mesures de la température de l'air et les indices de gel correspondants de la période 1927 à 1956, soit ceux qui avaient déjà été utilisés pour l'établissement de la norme sur le gel de 1971 [1].

Le LMS n'avait eu ni le temps, ni les moyens financiers pour exploiter les mesures de la température de l'air réalisées depuis 1956 en de très nombreux points de la Suisse par l'Institut Suisse de Météorologie (ISM). A l'époque, toutes ces mesures auraient dû être transcrites manuellement des Annales de l'ISM jusque dans des fichiers permettant le calcul automatique des indices de gel annuels.

Ces températures et de nombreux autres paramètres météorologiques sont, depuis quelques années, dans une banque de données météorologiques accessible à tous ceux qui en font la demande. Cette banque contient tous les paramètres mesurés depuis le début de ce siècle; ce sont, en général, des moyennes journalières. Une deuxième banque est alimentée directement par les stations météorologiques automatiques.

Ces banques et les moyens informatiques à disposition ont rendu le traitement des températures de l'air beaucoup plus facile et le LMS a demandé en 1989 un crédit de recherche pour le calcul de ces indices de 1956 à aujourd'hui, ceci pour toutes les stations de l'ISM. Cette demande a été acceptée et le mandat de recherche No 28/89, d'un montant de Fr. 60'000.-, fut confié au LMS pour :

- l'établissement des programmes de calcul sur ordinateur nécessaires à la liaison entre la banque de données de l'ISM et au calcul des indices de gel avec leurs tests et leur documentation,
- l'utilisation de ces programmes pour la période comprise entre 1956 et 1990,
- le calcul des indices de gel significatifs FI<sub>30</sub> pour toutes les stations qui le permettent (mesure continue des températures de l'air pendant au moins 30 ans).
- la rédaction d'un rapport final comprenant notamment les indices de gel de toutes les stations de l'ISM pour la période 1956-90.

Les indices de gel de l'air ainsi calculés et, en particulier, les indices de gel significatifs FI<sub>30</sub> serviront surtout à l'avenir :

- de base précise pour le dimensionnement au gel des superstructures routières si la carte des indices de gel de la norme SN 670'140a ne suffit pas,
- à la révision de la carte des indices de gel si elle s'avère nécessaire.

Il est en outre prévu que le LMS calcule chaque année (dès l'hiver 1990-91) ces indices de gel et les fasse publier dans la revue "Route et Trafic".

## **2. Méthode de calcul des indices**

## 2.1 Définition de l'indice de gel

L'indice de gel de l'air FI [°C·jour] est la différence, en degré Celsius, entre le maximum et le minimum de l'intégrale des températures journalières moyennes de l'air, en principe pendant les mois d'hiver (fig. 2.1).

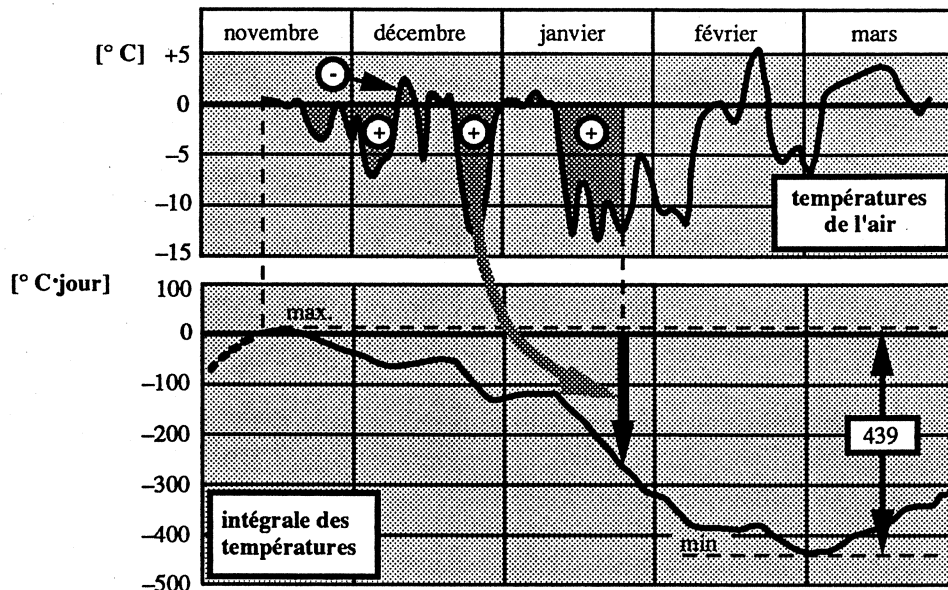


Fig. 2.1 Définition de l'indice de gel

Pour le calcul de la température journalière moyenne de l'air  $T_m$  [°C], l'Institut Suisse de Météorologie utilise deux formules; une pour les années avant l'introduction des stations automatiques, l'autre depuis 1970.

Calcul de  $T_m$  avant 1970 :  $T_m = (T_{07h30} + T_{13h30} + 2 T_{21h30}) / 4$

Calcul de  $T_m$  depuis 1970 :  $T_m = n - k (n - T_{\min})$

avec :  $T_m$  = température moyenne journalière  
 $T_h$  = température mesurée à l'heure  $h$ ,  $h = 07h30$  par exemple  
 $n = (T_{07h30} + T_{13h30} + T_{19h30}) / 3$   
 $k$  = facteur donné par l'ISM variant (0.04 à 0.20) selon le mois, l'altitude, la région et les heures de mesure  
 $T_{\min}$  = minimum entre la température enregistrée le soir précédent et les trois températures  $T_{07h30}$ ,  $T_{13h30}$  et  $T_{19h30}$  du jour même.

L'indice de gel de l'air se calcule chaque année pour chaque station de mesures météorologiques. Pour le dimensionnement des voies de communication, on n'utilise que sa valeur significative, soit sa valeur maximale, ou une moyenne de valeurs, pendant une période de retour donnée. En Suisse, l'indice significatif FI<sub>30</sub> est la moyenne des trois indices les plus élevés des trente dernières années.

## 2.2 Banques de données de l'Institut Suisse de Météorologie (ISM)

Les Annales de l'Institut suisse de météorologie sont bien connues et utilisées depuis des décennies. Elles ne permettent cependant pas un traitement facile d'une masse importante de données. Pour de tels traitements l'ISM a créé deux banques de données.

La première s'appelle *Klima-Datenbank* et est installée actuellement sur un des ordinateurs VAX de l'EPFZ. De nombreux paramètres météorologiques –surtout des moyennes journalières– de quelque 200 stations conventionnelles et automatiques de la Suisse (Fig.2.3) y sont enregistrés chaque année. Pour une dizaine de stations, les enregistrements commencent en 1901 et pour une trentaine d'autres, dans les années trente. La *Klima-Datenbank* est mise à jour une fois par année.

La deuxième s'appelle *ENAD-Datenbank* et est installée sur le même ordinateur que la première. Elle contient les valeurs fournies quasi continuellement par les stations automatiques de l'ANETZ. L'ISM a commencé à installer les stations automatiques ANETZ en 1978 et aujourd'hui il y en a plus de 70. La figure 2.4 donne la liste de ces stations, leur altitude, leurs coordonnées et la date de leur mise en service.

Ces deux banques sont en principe publiques. Leur accès exige cependant une autorisation de l'ISM. Des fonctions prédéfinies permettent un accès facile à toutes les informations stockées dans ces deux banques.

La température moyenne journalière, qui est à la base du calcul de l'indice de gel de l'air, porte le No 36 dans la *Klima-Datenbank*. Son fichier de sortie a la forme présentée sur la figure 2.2.

Paramètre No 36 de la Klima-Datenbank ( = Températures moyennes journalières )

| Année d'observation ( 80 = 1980 )                          |                                                                                                                                                         | Températures moyennes journalières [1/10°C] |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                            | No. de la ligne des Températures moyennes journalières<br>( = 1 ... ligne des premiers 15 jours du mois )<br>( = 2 ... ligne des autres jours du mois ) |                                             |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                            |                                                                                                                                                         |                                             |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 36630080111                                                | -2                                                                                                                                                      | -37                                         | -58 | -55  | -38  | -47  | 3    | 35   | 32   | 1    | -31  | -30  | -124 | -155 | 24   |      |
| 36630080112                                                | 68                                                                                                                                                      | 44                                          | 54  | 34   | 42   | 36   | -19  | 5    | -22  | 36   | 16   | -20  | -29  | -60  | -56  |      |
| 36630080121                                                | -114                                                                                                                                                    | -134                                        | -57 | -51  | -36  | -12  | -104 | -172 | -193 | -206 | -185 | -220 | -70  | 48   | 27   |      |
| 36630080122                                                | -14                                                                                                                                                     | -90                                         | -33 | -88  | 4    | -19  | -19  | 11   | 18   | -37  | -19  | -64  | -78  | -171 | -153 | -158 |
| 36630081011                                                | -27                                                                                                                                                     | -17                                         | 7   | -9   | -50  | -37  | -68  | -226 | -110 | -26  | -29  | -71  | -63  | -81  | -26  |      |
| 36630081012                                                | -49                                                                                                                                                     | -6                                          | -18 | 2    | -30  | -110 | -217 | -156 | -215 | -161 | -44  | -216 | -166 | -136 | -217 | -226 |
| 36630081021                                                | -202                                                                                                                                                    | -190                                        | -79 | -7   | -36  | -3   | 17   | 15   | -16  | -33  | -116 | -154 | -81  | -125 | -161 |      |
| 36630081022                                                | -156                                                                                                                                                    | -79                                         | -89 | -142 | -165 | -125 | -162 | -62  | -46  | -103 | -94  | -108 | 3    |      |      |      |
| 36630081031                                                | 18                                                                                                                                                      | 21                                          | 2   | -6   | -46  | -31  | 37   | 52   | 47   | 43   | 65   | 35   | 24   | 21   | 6    |      |
| 36630081032                                                | -4                                                                                                                                                      | -50                                         | -52 | -48  | -18  | 0    | 59   | 60   | 66   | 58   | 58   | 28   | 45   | 75   | 33   | 52   |
| Mois d'observation ( 01 = janvier, .... 12 = décembre )    |                                                                                                                                                         |                                             |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| No. ISM de la station météorologique ( 6300 = La Brévine ) |                                                                                                                                                         |                                             |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Fig. 2.2 Structure du fichier des températures moyennes journalières

### 2.3 Calcul de l'indice de gel de l'air

Le coeur du programme de calcul de l'indice de gel de l'air est un algorithme qui recherche la plus grande différence entre un maximum et tous les minima sur la courbe cumulative des températures moyennes journalières.

Dans la plupart des stations (plus de 150 sur un total de 187 stations) la période de calcul correspond surtout aux mois d'hiver et ne dépasse pas 6 mois. Elle se situe entre le 1<sup>er</sup>



| Stations          | Altitudes<br>[msM] | Coordonnées<br>[m / m] | données<br>existant dès | No<br>ISM | Abrev.<br>station |
|-------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| Adelboden         | 1320               | 609'400/148'975        | novembre 83             | 36        | ABO               |
| Aigle             | 381                | 560'120/130'630        | décembre 80             | 7         | AIG               |
| Altdorf           | 449                | 690'960/191'700        | janvier 78              | 14        | ALT               |
| Basel-Binningen   | 316                | 610'850/265'620        | août 77                 | 48        | BAS               |
| Bern-Liebefeld    | 565                | 598'610/197'470        | août 77                 | 53        | BER               |
| Beznau            | 327                | 659'500/267'400        | juillet 79              | 60        | BEZ               |
| Buchs-Suhr        | 387                | 648'400/248'380        | mai 84                  | 40        | BUS               |
| Changins          | 430                | 507'280/139'170        | août 77                 | 51        | CGI               |
| Chasseral         | 1599               | 571'290/220'320        | août 80                 | 12        | CHA               |
| Chur-Ems          | 555                | 759'460/193'170        | novembre 78             | 19        | CHU               |
| Cimetta           | 1672               | 704'370/117'515        | décembre 81             | 62        | CIM               |
| Comprovasco       | 575                | 714'998/146'440        | janvier 88              | 67        | COM               |
| Corvatsch         | 3315               | 783'160/143'525        | novembre 78             | 47        | COV               |
| Davos             | 1590               | 783'580/187'480        | août 77                 | 28        | DAV               |
| Disentis          | 1190               | 708'230/173'780        | juin 79                 | 26        | DIS               |
| Engelberg         | 1035               | 674'150/186'060        | octobre 82              | 42        | ENG               |
| Evolène-Villaz    | 1825               | 605'415/106'740        | octobre 86              | 63        | EVO               |
| Fahy              | 596                | 562'460/252'650        | décembre 80             | 9         | FAH               |
| Fey               | 737                | 586'725/115'180        | mai 89                  | 65        | FEY               |
| Genève-Cointrin   | 420                | 498'580/122'320        | avril 79                | 31        | GVE               |
| Glarus            | 515                | 723'750/210'580        | décembre 79             | 30        | GLA               |
| Gösgen            | 380                | 641'260/246'130        | novembre 81             | 55        | GOE               |
| Grand-St-Bernard  | 2472               | 579'200/ 79'720        | octobre 81              | 35        | GSB               |
| Grimsel-Hospiz    | 1980               | 668'460/158'160        | mai 89                  | 66        | GRH               |
| Gütsch            | 2287               | 690'140/167'590        | novembre 79             | 33        | GUE               |
| Güttingen         | 440                | 738'430/273'950        | août 77                 | 54        | GUT               |
| Hinterrhein       | 1611               | 733'900/153'980        | février 79              | 27        | HIR               |
| Hörnli            | 1144               | 713'500/247'750        | avril 92                | 69        | HOE               |
| Interlaken        | 580                | 633'070/169'120        | novembre 77             | 25        | INT               |
| Jungfrauoch       | 3580               | 641'930/155'275        | août 80                 | 3         | JUN               |
| La Chaux-de-Fonds | 1018               | 551'290/215'150        | octobre 79              | 38        | CDF               |
| La Dôle           | 1670               | 497'050/142'380        | juillet 78              | 1         | DOL               |
| La Frêtaz         | 1202               | 534'230/188'080        | août 77                 | 52        | FRE               |
| Lägern            | 868                | 672'252/259'461        | novembre 89             | 68        | LAE               |
| Leibstadt         | 341                | 656'350/272'100        | février 84              | 64        | LEI               |
| Locarno-Magadino  | 197                | 711'160/113'540        | septembre 78            | 22        | MAG               |
| Locarno-Monti     | 366                | 704'160/114'350        | août 77                 | 59        | LOC               |
| Lugano            | 273                | 717'880/ 95'870        | août 77                 | 17        | LUG               |
| Luzern            | 456                | 665'520/209'860        | octobre 77              | 41        | LUZ               |
| Molésou           | 1972               | 567'740/155'175        | septembre 82            | 8         | MLS               |
| Montana           | 1508               | 603'600/129'160        | juillet 78              | 10        | MVE               |

Fig. 2.4a Stations météorologiques de l'ANETZ (suite sur page suivante)



|                      | Altitudes<br>[msM] | Coordonnées<br>[m / m] | données<br>existant dès | No<br>ISM | Abrev.<br>station |
|----------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| Mühleberg            | 483                | 587'850/202'450        | novembre 79             | 61        | MUE               |
| Napf                 | 1407               | 638'130/205'970        | octobre 77              | 20        | NAP               |
| Neuchâtel            | 485                | 563'150/205'600        | août 77                 | 23        | NEU               |
| Payerne              | 490                | 562'150/184'855        | août 77                 | 2         | PAY               |
| Pilatus              | 2106               | 661'910/203'410        | octobre 80              | 13        | PIL               |
| Piotta               | 1007               | 694'930/152'500        | novembre 78             | 16        | PIO               |
| Plaffeien-Oberschrot | 1042               | 586'850/177'400        | septembre 89            | 70        | PLF               |
| PSI Würenlingen      | 334                | 659'540/265'600        | avril 92                | 72        | PSI               |
| Pully                | 461                | 540'820/151'500        | août 77                 | 34        | PUY               |
| Reckenholz           | 443                | 681'400/253'550        | mai 78                  | 58        | REH               |
| Robbia               | 1078               | 801'850/136'180        | mars 78                 | 49        | ROB               |
| Robiei               | 1898               | 682'600/144'082        | août 91                 | 71        | ROE               |
| Rünenberg            | 610                | 633'250/253'840        | octobre 82              | 39        | RUE               |
| Säntis               | 2490               | 744'100/234'900        | août 77                 | 5         | SAE               |
| Samedan-St.Moritz    | 1705               | 787'150/156'040        | juin 79                 | 18        | SAM               |
| San Bernardino       | 1639               | 734'120/147'270        | octobre 81              | 45        | SBE               |
| Schaffhausen         | 437                | 688'700/282'800        | juin 81                 | 43        | SHA               |
| Scuol                | 1298               | 817'130/186'400        | juin 80                 | 50        | SCU               |
| Sion                 | 482                | 592'200/118'625        | novembre 77             | 21        | SIO               |
| St.Gallen            | 779                | 747'940/254'600        | juillet 81              | 29        | STG               |
| Stabio               | 353                | 716'040/ 77'970        | juillet 81              | 24        | STA               |
| Tänikon              | 536                | 710'500/259'820        | août 77                 | 57        | TAE               |
| Ulrichen             | 1345               | 666'740/150'760        | septembre 80            | 15        | ULR               |
| Vaduz                | 460                | 757'700/221'700        | mai 78                  | 6         | VAD               |
| Visp                 | 640                | 631'150/128'020        | novembre 79             | 37        | VIS               |
| Wädenswil            | 463                | 693'770/230'780        | décembre 80             | 56        | WAE               |
| Weissfluhjoch        | 2690               | 780'600/189'630        | octobre 80              | 46        | WFJ               |
| Wynau                | 422                | 626'400/233'860        | août 77                 | 4         | WYN               |
| Zermatt              | 1638               | 624'350/ 97'550        | décembre 81             | 11        | ZER               |
| Zürich SMA           | 556                | 685'125/248'090        | août 77                 | 44        | SMA               |
| Zürich-Kloten        | 436                | 682'280/259'220        | août 77                 | 32        | KLO               |

**Fig. 2.4b** Stations météorologiques de l'ANETZ (suite de la page précédente)

novembre et le 30 avril. En revanche dans quelques rares stations de haute altitude cette période peut s'étendre sur 12 mois.

Le calcul des indices de gel a été effectué à l'aide d'un programme écrit en Fortran qui :

- lit les températures journalières moyennes dans les fichiers sortant de la banque de données de l'ISM (*Klima-Datenbank*)
- calcule les indices de gel par l'algorithme cité plus haut et
- écrit les résultats dans des fichiers pour un traitement ultérieur graphique et statistique.

Les quelques traitements statistiques et toutes les représentations graphiques ont été réalisés, sur MacIntosh, au moyen des programmes *KaleidaGraph* et *MacDraw Pro*.

### **3. Indices de gel par station**

### 3.1 Indices de gel annuels de la période 1928-1956 (rappel)

En vue d'établir les premières normes suisses de dimensionnement au gel des superstructures routières, entre 1958 et 1968, le *Versuchsanstalt für Wasser und Erdbau de l'ETHZ, VAWE, Abteilung Erdbau* (actuellement *Institut für Geotechnik IGT-ETHZ*) et le Laboratoire de géotechnique de l'EPUL, LEGEP (actuellement Laboratoire de mécanique des sols de l'EPFL, LMS-EPFL) ont calculé les indices de gel de toutes les stations météorologiques suisses disposant de mesures continues des températures moyennes journalières pour la période comprise entre les hivers 1928-29 et 1955-56. Ils ont ensuite défini le FI<sub>30</sub>, à savoir l'indice de gel moyen des trois hivers les plus froids d'une période de trente ans, et l'ont calculé pour chacune de ces stations.

Les résultats de ces calculs sont consignés dans deux rapports ([3] et [4]) qui sont aujourd'hui difficiles à obtenir. Pour cette raison, nous avons reporté ces valeurs sur les figures 3.1a à 3.1e. Dans ces figures, les coordonnées et les altitudes des stations sont, en général, celles des stations actuelles; il est possible que, pour certaines d'entre elles, ces valeurs ne correspondent pas exactement à la position des stations de l'époque. Toujours dans ces figures, les indices de gel surlignés par un trait épais sont ceux qui déterminent le FI<sub>30</sub> et les valeurs de FI<sub>30</sub> en italique sont les moyennes des indices de gel des hivers 1928-29, 1941-42 et 1946-47.

| Station                                      |       | Altitude [m s/M] |       |       |       |       | Coordonnées [m/m] |       |       |       |       |       |  | FI30<br>[°Cjour] |
|----------------------------------------------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|------------------|
| Indices de gel de l'air des hivers [°C jour] |       |                  |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |  |                  |
| 28-29                                        | 39-40 | 41-42            | 46-47 | 47-48 | 48-49 | 49-50 | 50-51             | 51-52 | 52-53 | 53-54 | 54-55 | 55-56 |  |                  |
| Aarau                                        |       | 408              |       |       |       |       | 645'850/246'170   |       |       |       |       |       |  | 297              |
| 374                                          |       | 276              | 213   | 48    | 49    | 47    | 54                | 70    | 87    | 136   | 21    | 242   |  |                  |
| Adelboden                                    |       | 1325             |       |       |       |       | 609'395/149'025   |       |       |       |       |       |  | 469              |
| 527                                          |       | 483              | 373   | 84    | 143   | 85    | 233               | 197   | 304   | 280   | 164   | 396   |  |                  |
| Airolo                                       |       | 1149             |       |       |       |       | 688'930/153'450   |       |       |       |       |       |  | 326              |
| 361                                          |       | 314              | 304   | 80    | 102   | 84    | 184               | 152   | 231   | 162   | 141   | 280   |  |                  |
| Altdorf                                      |       | 451              |       |       |       |       | 691'000/191'750   |       |       |       |       |       |  | 224              |
| 273                                          |       | 198              | 98    | 29    | 39    | 16    | 12                | 51    | 70    | 89    | 11    | 200   |  |                  |
| Alstätten SG                                 |       | 474              |       |       |       |       | 758'700/250'130   |       |       |       |       |       |  | 357              |
| 470                                          |       | 325              | 275   |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |  |                  |
| Andermatt                                    |       | 1442             |       |       |       |       | 688'500/165'340   |       |       |       |       |       |  | 849              |
| 930                                          |       | 821              | 627   | 351   | 591   | 487   | 477               | 568   | 797   | 508   | 445   | 794   |  |                  |
| Arosa                                        |       | 1847             |       |       |       |       | 770'730/183'280   |       |       |       |       |       |  | 670              |
| 660                                          |       | 730              | 620   |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |  |                  |
| Auen                                         |       | 815              |       |       |       |       | 718'050/195'710   |       |       |       |       |       |  | 387              |
| 440                                          |       | 410              | 310   |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |  |                  |
| Basel Binningen                              |       | 317              |       |       |       |       | 610'820/265'620   |       |       |       |       |       |  | 292              |
| 291                                          | 276   | 309              | 213   | 45    | 29    | 39    | 59                | 51    | 80    | 125   | 23    | 275   |  |                  |
| Beatenberg                                   |       | 1170             |       |       |       |       | 627'640/172'180   |       |       |       |       |       |  | 377              |
| 410                                          |       | 410              | 310   |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |  |                  |
| Bellinzona                                   |       | 230              |       |       |       |       | 722'600/117'250   |       |       |       |       |       |  | 66               |
| 85                                           |       |                  | 54    | 18    | 29    | 5     | 6                 | 10    | 12    | 23    | 2     | 59    |  |                  |

Fig. 3.1a Indices de gel de la période 1928-1956 (suite sur page suivante)

| Station                                      |       |       | Altitude [m s/M] |       |       |       | Coordonnées [m/m] |       |       |       |       |       | FI30<br>[°C jour] |
|----------------------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| Indices de gel de l'air des hivers [°C jour] |       |       |                  |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| 28-29                                        | 39-40 | 41-42 | 46-47            | 47-48 | 48-49 | 49-50 | 50-51             | 51-52 | 52-53 | 53-54 | 54-55 | 55-56 |                   |
| Bern-Liebfeld                                |       |       | 570              |       |       |       | 598'610/197'470   |       |       |       |       |       | 321               |
| 388                                          |       | 316   | 225              | 52    | 70    | 52    | 74                | 100   | 148   | 149   | 45    | 259   |                   |
| Bever                                        |       |       | 1712             |       |       |       | 787'840/158'320   |       |       |       |       |       | 1042              |
| 1230                                         |       | 890   | 1005             |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Bosco-Gurin                                  |       |       | 1505             |       |       |       | 681'180/130'000   |       |       |       |       |       | 403               |
| 390                                          |       | 430   | 390              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Braggio                                      |       |       | 1320             |       |       |       | 729'950/128'600   |       |       |       |       |       | 288               |
| 295                                          |       | 280   | 290              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Buffalora                                    |       |       | 1968             |       |       |       | 816'450/170'250   |       |       |       |       |       | 1230              |
| 1340                                         |       | 1200  | 1150             |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Château-d'Oex                                |       |       | 980              |       |       |       | 576'970/147'280   |       |       |       |       |       | 484               |
| 529                                          |       | 505   | 366              | 225   | 238   | 110   | 214               | 221   | 418   | 275   | 140   | 391   |                   |
| Chaumont                                     |       |       | 1141             |       |       |       | 565'020/211'220   |       |       |       |       |       | 400               |
| 395                                          |       | 410   | 395              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Chur                                         |       |       | 586              |       |       |       | 759'030/191'280   |       |       |       |       |       | 319               |
| 373                                          |       | 321   | 172              | 42    | 79    | 46    | 55                | 99    | 173   | 178   | 32    | 263   |                   |
| Comprovasco                                  |       |       | 552              |       |       |       | 714'998/146'440   |       |       |       |       |       | 108               |
| 170                                          |       | 75    | 80               |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Davos                                        |       |       | 1590             |       |       |       | 783'575/187'475   |       |       |       |       |       | 873               |
| 910                                          |       |       | 688              | 430   | 572   | 504   | 641               | 585   | 852   | 534   | 575   | 856   |                   |
| Ebnat-Kappel                                 |       |       | 629              |       |       |       | 726'880/236'410   |       |       |       |       |       | 455               |
| 560                                          |       | 435   | 370              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Einsiedeln                                   |       |       | 910              |       |       |       | 699'750/220'350   |       |       |       |       |       | 425               |
| 520                                          |       | 425   | 330              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Elm                                          |       |       | 962              |       |       |       | 732'080/197'950   |       |       |       |       |       | 480               |
| 560                                          |       | 500   | 380              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Engelberg                                    |       |       | 1018             |       |       |       | 674'100/185'900   |       |       |       |       |       | 510               |
| 591                                          |       | 525   | 404              | 80    | 257   | 120   | 209               | 251   | 385   | 300   | 154   | 413   |                   |
| Frauenfeld                                   |       |       | 403              |       |       |       | 708'240/268'270   |       |       |       |       |       | 333               |
| 417                                          |       | 308   | 274              | 55    | 71    | 61    | 86                | 85    | 97    | 155   | 43    | 265   |                   |
| Fribourg                                     |       |       | 634              |       |       |       | 575'280/179'880   |       |       |       |       |       | 324               |
| 394                                          |       | 325   | 223              | 62    | 92    | 58    | 85                | 117   | 176   | 160   | 47    | 253   |                   |
| Genève-Aéroport                              |       |       | 430              |       |       |       | 498'920/122'710   |       |       |       |       |       | 174               |
| 195                                          |       | 145   | 62               | 32    | 19    | 21    | 30                | 31    | 35    | 66    | 6     | 182   |                   |
| Glarus                                       |       |       | 493              |       |       |       | 722'320/212'960   |       |       |       |       |       | 391               |
| 531                                          |       | 358   | 253              | 54    | 170   | 73    | 89                | 184   | 211   | 177   | 56    | 284   |                   |
| Göschenen                                    |       |       | 1111             |       |       |       | 687'730/169'030   |       |       |       |       |       | 373               |
| 395                                          |       | 440   | 285              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Grächen                                      |       |       | 1617             |       |       |       | 630'870/116'050   |       |       |       |       |       | 542               |
| 520                                          |       | 585   | 520              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |

Fig. 3.1b Indices de gel de la période 1928-1956 (suite)

| Station                                      |       | Altitude [m s/M] |       |       |       |       |       | Coordonnées [m/m] |       |       |       |       |  | FI30<br>[°C jour] |
|----------------------------------------------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--|-------------------|
| Indices de gel de l'air des hivers [°C jour] |       |                  |       |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| 28-29                                        | 39-40 | 41-42            | 46-47 | 47-48 | 48-49 | 49-50 | 50-51 | 51-52             | 52-53 | 53-54 | 54-55 | 55-56 |  |                   |
| Grono                                        |       | 357              |       |       |       |       |       | 731'625/123'520   |       |       |       |       |  | 73                |
| 100                                          |       | 40               | 80    |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Gurtnellen                                   |       | 739              |       |       |       |       |       | 690'480/176'020   |       |       |       |       |  | 290               |
| 370                                          |       | 330              | 170   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Guttanen                                     |       | 1055             |       |       |       |       |       | 665'280/167'550   |       |       |       |       |  | 420               |
| 520                                          |       | 450              | 290   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Haidenhaus                                   |       | 694              |       |       |       |       |       | 717'930/278'580   |       |       |       |       |  | 432               |
| 510                                          |       | 420              | 365   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Heiden                                       |       | 811              |       |       |       |       |       | 758'110/256'960   |       |       |       |       |  | 437               |
| 540                                          |       | 420              | 350   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Heiligenschwendi                             |       | 1125             |       |       |       |       |       | 619'500/177'700   |       |       |       |       |  | 313               |
| 395                                          |       | 320              | 225   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Interlaken                                   |       | 574              |       |       |       |       |       | 632'700/170'680   |       |       |       |       |  | 230               |
| 286                                          |       | 238              | 128   | 39    | 50    | 37    | 56    | 86                | 123   | 128   | 23    | 165   |  |                   |
| Kreuzlingen                                  |       | 445              |       |       |       |       |       | 729'450/278'520   |       |       |       |       |  | 326               |
| 373                                          |       | 317              | 289   | 51    | 64    | 60    | 78    | 82                | 100   | 131   | 40    | 266   |  |                   |
| La Brévine                                   |       | 1042             |       |       |       |       |       | 536'740/203'560   |       |       |       |       |  | 654               |
| 645                                          |       | 732              | 586   | 140   | 491   | 140   | 309   | 405               | 565   | 347   | 312   | 461   |  |                   |
| La Chaux-de-Fonds                            |       | 1060             |       |       |       |       |       | 551'060/214'040   |       |       |       |       |  | 423               |
| 492                                          |       | 440              | 336   | 76    | 167   | 71    | 150   | 176               | 274   | 208   | 108   | 305   |  |                   |
| Langenbruck                                  |       | 740              |       |       |       |       |       | 624'630/244'230   |       |       |       |       |  | 407               |
| 500                                          |       | 390              | 330   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Langnau i.E                                  |       | 695              |       |       |       |       |       | 626'850/198'790   |       |       |       |       |  | 343               |
| 400                                          |       | 370              | 260   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Lausanne                                     |       | 618              |       |       |       |       |       | 539'000/153'300   |       |       |       |       |  | 206               |
| 204                                          |       | 208              | 94    | 39    | 30    | 27    | 37    | 54                | 93    | 100   | 12    | 206   |  |                   |
| Leukerbad                                    |       | 1385             |       |       |       |       |       | 614'580/136'510   |       |       |       |       |  | 432               |
| 450                                          |       | 450              | 395   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Leysin                                       |       | 1320             |       |       |       |       |       | 566'810/132'300   |       |       |       |       |  | 345               |
| 355                                          |       | 400              | 280   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Locarno-Monti                                |       | 379              |       |       |       |       |       | 704'220/114'370   |       |       |       |       |  | 0                 |
| 0                                            |       | 0                | 0     |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Lohn SH                                      |       | 623              |       |       |       |       |       | 692'150/289'900   |       |       |       |       |  | 390               |
| 425                                          |       | 395              | 350   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Lugano                                       |       | 276              |       |       |       |       |       | 717'880/ 95'890   |       |       |       |       |  | 20                |
| 50                                           |       | 0                | 10    |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |
| Luzern                                       |       | 456              |       |       |       |       |       | 665'520/209'860   |       |       |       |       |  | 277               |
| 325                                          |       | 258              | 189   | 39    | 43    | 44    | 66    | 69                | 81    | 123   | 15    | 249   |  |                   |
| Marsens                                      |       | 721              |       |       |       |       |       | 571'370/167'230   |       |       |       |       |  | 367               |
| 470                                          |       | 380              | 250   |       |       |       |       |                   |       |       |       |       |  |                   |

Fig. 3.1c Indices de gel de la période 1928-1956 (suite)

| Station                                      |       |       | Altitude [m s/M] |       |       |       | Coordonnées [m/m] |       |       |       |       |       | FI30<br>[°C jour] |
|----------------------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| Indices de gel de l'air des hivers [°C jour] |       |       |                  |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| 28-29                                        | 39-40 | 41-42 | 46-47            | 47-48 | 48-49 | 49-50 | 50-51             | 51-52 | 52-53 | 53-54 | 54-55 | 55-56 |                   |
| Meiringen                                    |       |       | 632              |       |       |       | 657'590/175'560   |       |       |       |       |       | 305               |
| 400                                          |       | 330   | 185              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Mont-Soleil                                  |       |       | 1180             |       |       |       | 566'260/223'170   |       |       |       |       |       | 415               |
| 435                                          |       | 440   | 370              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Monte-Brè                                    |       |       | 910              |       |       |       | 719'860/ 96'970   |       |       |       |       |       | 125               |
| 150                                          |       | 105   | 120              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Montreux-Clarens                             |       |       | 408              |       |       |       | 558'550/143'620   |       |       |       |       |       | 100               |
| 130                                          |       | 135   | 35               |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Muri AG                                      |       |       | 540              |       |       |       | 667' 370/235'920  |       |       |       |       |       | 312               |
| 395                                          |       | 290   | 250              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Neuchâtel                                    |       |       | 487              |       |       |       | 563'110/205'600   |       |       |       |       |       | 241               |
| 274                                          |       | 233   | 156              | 40    | 32    | 44    | 46                | 65    | 93    | 108   | 23    | 216   |                   |
| Oberiberg                                    |       |       | 1090             |       |       |       | 702'070/210'740   |       |       |       |       |       | 528               |
| 610                                          |       | 540   | 435              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Olten                                        |       |       | 413              |       |       |       | 634'530/243'750   |       |       |       |       |       | 268               |
| 350                                          |       | 255   | 200              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Platta                                       |       |       | 1375             |       |       |       | 708'300/168'400   |       |       |       |       |       | 487               |
| 560                                          |       | 520   | 380              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Reckingen                                    |       |       | 1325             |       |       |       | 661'720/146'700   |       |       |       |       |       | 715               |
| 810                                          |       | 725   | 610              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Rheinfelden                                  |       |       | 271              |       |       |       | 627'510/268'200   |       |       |       |       |       | 213               |
| 190                                          |       | 250   | 200              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Rigi Kulm                                    |       |       | 1794             |       |       |       | 679'500/212'200   |       |       |       |       |       | 632               |
| 665                                          |       | 680   | 550              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Romont                                       |       |       | 688              |       |       |       | 561'460/172'600   |       |       |       |       |       | 335               |
| 395                                          |       | 355   | 255              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Rorschach                                    |       |       | 420              |       |       |       | 755'070/260'260   |       |       |       |       |       | 288               |
| 300                                          |       | 365   | 200              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| S. Maria / Müstair                           |       |       | 1390             |       |       |       | 828'760/165'350   |       |       |       |       |       | 480               |
| 530                                          |       | 440   | 470              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Saas-Fee                                     |       |       | 1785             |       |       |       | 637'620/106'200   |       |       |       |       |       | 733               |
| 770                                          |       | 755   | 675              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |
| Sargans                                      |       |       | 510              |       |       |       | 752'420/213'560   |       |       |       |       |       | 318               |
| 390                                          |       | 297   | 152              | 42    | 55    | 43    | 45                | 90    | 167   | 160   | 27    | 266   |                   |
| Sarnen                                       |       |       | 479              |       |       |       | 661'550/193'680   |       |       |       |       |       | 278               |
| 385                                          |       | 221   | 159              | 45    | 56    | 35    | 69                | 77    | 87    | 112   | 20    | 229   |                   |
| Schaffhausen                                 |       |       | 457              |       |       |       | 688'720/282'820   |       |       |       |       |       | 358               |
| 434                                          |       | 346   | 294              | 52    | 70    | 55    | 81                | 90    | 84    | 144   | 38    | 244   |                   |
| Schiers                                      |       |       | 682              |       |       |       | 770'450/205'120   |       |       |       |       |       | 457               |
| 660                                          |       | 390   | 320              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |                   |

Fig. 3.1d Indices de gel de la période 1928-1956 (suite)

| Station                                      |       | Altitude [m s/M] |       |       |       | Coordonnées [m/m] |       |       |       |       |       |       |  | FI30<br>[°C jour] |
|----------------------------------------------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------------------|
| Indices de gel de l'air des hivers [°C jour] |       |                  |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| 28-29                                        | 39-40 | 41-42            | 46-47 | 47-48 | 48-49 | 49-50             | 50-51 | 51-52 | 52-53 | 53-54 | 54-55 | 55-56 |  |                   |
| Schwäbrig                                    |       | 1160             |       |       |       | 754'840/250'400   |       |       |       |       |       |       |  | 482               |
| 510                                          |       | 550              | 385   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Scuol(Schuls)                                |       | 1295             |       |       |       | 817'470/186'600   |       |       |       |       |       |       |  | 736               |
| 843                                          |       |                  | 568   | 319   | 426   | 370               | 487   | 443   | 689   | 424   | 429   | 676   |  |                   |
| Seewis Dorf                                  |       | 940              |       |       |       | 767'300/206'620   |       |       |       |       |       |       |  | 407               |
| 490                                          |       | 420              | 310   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Sils Maria                                   |       | 1802             |       |       |       | 778'920/145'020   |       |       |       |       |       |       |  | 917               |
| 1020                                         |       | 890              | 840   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Sion                                         |       | 542              |       |       |       | 593'850/120'700   |       |       |       |       |       |       |  | 211               |
| 221                                          |       | 234              | 98    | 14    | 40    | 16                | 40    | 71    | 177   | 83    | 12    | 165   |  |                   |
| Solothurn                                    |       | 465              |       |       |       | 607'090/229'440   |       |       |       |       |       |       |  | 284               |
| 342                                          |       | 286              | 224   | 43    | 48    | 49                | 81    | 88    | 112   | 118   | 25    | 204   |  |                   |
| Splügen                                      |       | 1504             |       |       |       | 744'380/157'620   |       |       |       |       |       |       |  | 788               |
| 849                                          |       |                  | 558   | 344   | 440   | 448               | 495   | 525   | 773   | 495   | 449   | 743   |  |                   |
| St. Gallen                                   |       | 664              |       |       |       | 748'500/256'300   |       |       |       |       |       |       |  | 402               |
| 494                                          |       | 375              | 336   | 71    | 154   | 77                | 104   | 124   | 194   | 210   | 106   | 324   |  |                   |
| St Moritz                                    |       | 1832             |       |       |       | 784'300/152'420   |       |       |       |       |       |       |  | 839               |
| 812                                          |       |                  | 758   | 478   | 496   | 505               | 695   | 560   | 822   | 559   | 571   | 883   |  |                   |
| Thun                                         |       | 560              |       |       |       | 613'760/178'800   |       |       |       |       |       |       |  | 295               |
| 395                                          |       | 310              | 180   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Vättis                                       |       | 948              |       |       |       | 752'600/197'390   |       |       |       |       |       |       |  | 413               |
| 480                                          |       | 435              | 325   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Weggis                                       |       | 440              |       |       |       | 676'230/209'420   |       |       |       |       |       |       |  | 180               |
| 240                                          |       | 180              | 120   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Weissenstein                                 |       | 1225             |       |       |       | 603'500/233'300   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| 460                                          |       | 530              |       |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Winterthur                                   |       | 495              |       |       |       | 700'060/259'100   |       |       |       |       |       |       |  | 332               |
| 460                                          |       | 285              | 250   |       |       |                   |       |       |       |       |       |       |  |                   |
| Zermatt                                      |       | 1638             |       |       |       | 624'350/ 97'550   |       |       |       |       |       |       |  | 693               |
|                                              |       | 745              | 641   | 371   | 335   | 433               | 585   | 459   | 693   | 476   | 429   | 631   |  |                   |
| Zürich (SMA)                                 |       | 569              |       |       |       | 685'100/248' 600  |       |       |       |       |       |       |  | 288               |
| 339                                          |       | 266              | 209   | 46    | 36    | 59                | 73    | 90    | 134   | 133   | 48    | 259   |  |                   |

Fig. 3.1e Indices de gel de la période 1928-1956 (suite et fin)

### 3.2 Indices de gel annuels de la période 1956-1990

Pour le calcul des indices de gel de l'air de la période comprise entre l'hiver 1956-58 et l'hiver 1989-90, toutes les températures moyennes journalières ont été tirées de la *Klima-Datenbank* de l'ISM. Ces températures proviennent de 187 stations météorologiques suisses.

Les indices de gel ont été calculés pour chaque station et pour chaque année. Il y a cependant et souvent, pour une station donnée, des années pendant lesquelles les températures manquent totalement ou partiellement; les indices de gel correspondants ne peuvent ainsi être calculés. Seule une trentaine de stations possèdent les données permettant de calculer les indices de gel pour toutes les années de la période de 1956 à 1990.

Un exemple parmi d'autres : la station météorologique de Lausanne a été abandonnée par l'ISM en 1980 au profit de la station de Pully. Dans ce cas particulier nous avons pu compléter le tableau grâce aux températures moyennes journalières que nous ont transmises les Services industriels de la ville de Lausanne qui continuent à faire ces mesures à titre privé.

Une fois calculés, les indices de gel annuels ont été introduits dans les tableaux récapitulatifs qui font l'objet des figures 3.2a à 3.2l. Dans ces tableaux, chaque station occupe deux lignes; sur la première se trouve l'identification de la station (nom, altitude, coordonnées et No ISM) et la deuxième contient les indices de gel annuels. Les hachures signifient l'absence de valeurs des températures moyennes journalières dans la banque de données et donc l'impossibilité de calculer l'indice de gel.

Pour quelques stations caractéristiques, nous avons reporté graphiquement, pour les trois hivers les plus froids et l'hiver le plus chaud de la période 1956 à 1990, la courbe des températures moyennes journalières en fonction du temps et son intégrale qui permet le calcul de l'indice de gel. Ces représentations graphiques font l'objet des figures 3.3 à 3.19.



| Station   | Altitude [m s/M] |    |    |    |    |     |     |    |     |      | Coordonnées [m/m] |    |     |     |    |    |    |    |    |    | No ISM | Indices de gel de l'air des hivers [°C.jour] |     |     |     |    |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|-----------|------------------|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|------|-------------------|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|--------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| 56        | 57               | 58 | 59 | 60 | 61 | 62  | 63  | 64 | 65  | 66   | 67                | 68 | 69  | 70  | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77     | 78                                           | 79  | 80  | 81  | 82 | 83  | 84  | 85 | 86  | 87  | 88  | 89  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| 57        | 58               | 59 | 60 | 61 | 62 | 63  | 64  | 65 | 66  | 67   | 68                | 69 | 70  | 71  | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78     | 79                                           | 80  | 81  | 82  | 83 | 84  | 85  | 86 | 87  | 88  | 89  | 90  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Aarau     |                  |    |    |    |    |     |     |    |     | 408  | 645'850/246'170   |    |     |     |    |    |    |    |    |    | 6780   |                                              |     |     |     |    |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| 84        | 42               | 30 | 78 | 20 | 53 | 391 | 164 | 86 | 118 | 45   | 63                | 49 | 127 | 188 | 37 | 86 | 37 | 5  | 53 | 86 | 36     | 99                                           | 49  | 113 | 39  | 55 | 30  |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Adelboden |                  |    |    |    |    |     |     |    |     | 1325 | 609'395/149'025   |    |     |     |    |    |    |    |    |    | 5270   |                                              |     |     |     |    |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|           |                  |    |    |    |    |     |     |    |     |      |                   |    |     |     |    |    |    |    |    |    | 257    | 293                                          | 270 | 463 | 344 | 88 | 273 | 114 | 80 | 177 | 212 | 228 | 193 | 186 | 380 | 152 | 161 | 292 | 360 | 311 | 373 | 120 | 69 | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Aigle     |                  |    |    |    |    |     |     |    |     | 381  | 560'120/130'630   |    |     |     |    |    |    |    |    |    | 7970   |                                              |     |     |     |    |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|           |                  |    |    |    |    |     |     |    |     |      |                   |    |     |     |    |    |    |    |    |    |        |                                              |     |     |     |    |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | </ |

Fig. 3.2a Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

| Station                                                                                                                             | Altitude [m s/M] |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  | Coordonnées [m/m] |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          | No ISM |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Indices de gel de l'air des hivers [°C.jour]                                                                                        |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 56                                                                                                                                  | 57               | 58  | 59  | 60  | 61   | 62   | 63  | 64   | 65  | 66                                                                                                               | 67                | 68   | 69   | 70   | 71  | 72   | 73  | 74  | 75  | 76                                                                       | 77     | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 57                                                                                                                                  | 58               | 59  | 60  | 61  | 62   | 63   | 64  | 65   | 66  | 67                                                                                                               | 68                | 69   | 70   | 71   | 72  | 73   | 74  | 75  | 76  | 77                                                                       | 78     | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bever                                                                                                                               |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1712                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 787'840/158'320                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 9850                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 950                                                                                                                                 | 1098             | 916 | 970 | 986 | 1037 | 1482 | 947 | 1043 | 929 | 1056                                                                                                             | 1012              | 1120 | 1185 | 1141 | 781 | 1094 | 690 | 814 | 846 | 801                                                                      | 824    | 808 | 958 | 957 | 874 |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bernau                                                                                                                              |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 327                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 659'800/267'710                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6970                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 75                                                                                                                                  | 17               | 47  | 368 | 144 | 71   | 120  | 40  | 62   | 47  | 119                                                                                                              | 152               | 26   | 60   | 40   | 5   | 42   | 53  | 29  | 84  |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Biel                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 434                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 586'450/219'400                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6370                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 78                                                                                                                                  | 35               | 59  | 430 | 192 | 114  | 119  | 49  | 64   | 66  | 156                                                                                                              | 160               | 24   | 82   | 33   | 4   | 51   | 76  | 26  | 89  | 47                                                                       | 118    | 22  | 48  | 32  | 190 | 136 | 128 | 22 | 27 | 34 |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bivlo                                                                                                                               |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1770                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 769'800/148'850                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 380                                                                      |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 681'656'592                                                                                                      |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 816'681'351'634'399'504'516'461'534'453'511'685                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bochuz (Orbe)                                                                                                                       |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 437                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 532'100/176'240                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6090                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 93                                                                                                               |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 44'55'47'112'112'13'55'30'5'48'49'20'70'34'69'15'35'27'162'115'104'14'29 |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bosco-Gurin                                                                                                                         |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1505                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 681'180/130'000                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 9340                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 370'302'327'317'362'441'373'146'279'179'133'181'335'321'320'276'341'322'147'395'368'404'342'169'48'129           |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Braggio                                                                                                                             |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1320                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 729'950/128'600                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 9180                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 191'152'110'112                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Broc Usine                                                                                                                          |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 680                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 574'750/162'100                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 5670                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 107'257'60'10'100'210'161'125'112'298'34'100'121'315'190'218'44'86'88                                            |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Buchs-Suhr                                                                                                                          |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 389                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 648'400/248'380                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6790                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 43                                                                       |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Buffalora                                                                                                                           |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1968                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 816'450/170'250                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 9870                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 1328'1160'1235'1190'1311'1435'1276'896'1285'868'1104'1048'1107'1130'1135'1195'1232'1220'1029'1317'1190'1233'1201 |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 945                                                                      |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Châbles FR                                                                                                                          |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 565                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 551'850/186'400                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6170                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 109'54'75'60'151'157'34'105'39'5'56'69'30'82'52                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Changins s. Nyon                                                                                                                    |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 435                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 507'180/139'220                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 8290                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 78'42'49'41'85'119'18'21'31'2'28'19'19'52'29'63'11'31'19'142'70'88'8'8'7                                         |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Chasseral                                                                                                                           |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1599                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 571'290/220'320                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6360                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 446'317'525'552'621'544'284'128'55                                       |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Chasseron                                                                                                                           |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1590                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 531'290/189'210                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6200                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 318'265'516'802'314'543'399'469                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Château-d'Oex                                                                                                                       |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 980                                                                                                                                 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 576'970/147'280                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 5610                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 224'252'100'161'167'216'676'289'392'171'259'290'279'432'353'150'312'100'29'193'205'242'162'168'346'52'154'215'322'269'336'88'135'62 |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Chaumont                                                                                                                            |                  |     |     |     |      |      |     |      |     |                                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1141                                                                                                                                |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 565'020/211'220                                                                                                  |                   |      |      |      |     |      |     |     |     | 6350                                                                     |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                     |                  |     |     |     |      |      |     |      |     | 361'202'235'322'274'498'303'70'242'123'88'173'163'232'225'180'335'152'161'279'360'342'375'111'49'33              |                   |      |      |      |     |      |     |     |     |                                                                          |        |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Fig. 3.2b** Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

[illegible]

**Fig. 3.2c** Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

| Station          | Altitude [m s/M] | Coordonnées [m/m]    | No ISM | Indices de gel de l'air des hivers [°C-jour] |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|------------------|------------------|----------------------|--------|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|---|
| 56               | 57               | 58                   | 59     | 60                                           | 61   | 62   | 63   | 64   | 65   | 66  | 67   | 68   | 69   | 70   | 71   | 72   | 73  | 74   | 75  | 76   | 77   | 78   | 79   | 80  | 81   | 82   | 83   | 84   | 85   | 86   | 87   | 88  | 89  |     |   |
| 57               | 58               | 59                   | 60     | 61                                           | 62   | 63   | 64   | 65   | 66   | 67  | 68   | 69   | 70   | 71   | 72   | 73   | 74  | 75   | 76  | 77   | 78   | 79   | 80   | 81  | 82   | 83   | 84   | 85   | 86   | 87   | 88   | 89  | 90  |     |   |
| Fescoggia        | 855              | 711'200/99'780 9520  |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     | 21   | 22   | 27   | 5    | 34   | 3    |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| Fey Nendaz       | 728              | 586'725/115'180 7570 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  | 65                   | 45     | 364                                          | 134  | 179  | 125  | 79   | 94   | 99  | 165  |      |      | 40   | 119  | 65   | 17  | 107  | 140 | 106  | 108  |      |      |     |      |      |      | 176  | 88   | 137  | 21   | 26  | 20  |     |   |
| Frauenfeld       | 403              | 708'240/268'270 2600 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      | 159  | 135 | 53   | 96   | 97   | 165  | 215  | 43   | 97  | 39   | 9   | 52   | 105  | 45   | 103  | 55  |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| Fribourg         | 634              | 575'280/179'880 5740 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| 105              | 66               | 34                   | 87     | 56                                           | 65   | 481  | 208  | 166  | 123  | 76  | 107  | 115  | 203  |      | 70   | 197  | 43  | 9    | 70  | 147  | 75   | 98   | 74   | 175 | 32   | 74   | 68   | 241  | 170  | 166  | 29   | 44  | 74  |     |   |
| Genève-Aéroport  | 430              | 498'920/122'710 8440 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| 46               | 18               | 5                    | 50     | 4                                            | 20   | 200  | 74   | 48   | 66   | 32  | 38   | 27   | 44   | 106  | 19   | 21   | 29  | 1    | 28  | 20   | 20   | 55   | 25   | 51  | 13   | 25   | 17   | 132  | 65   | 87   | 6    | 10  | 10  |     |   |
| Glarus           | 470              | 723'870/211'820 3210 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      | 62  | 93   | 37   | 87   | 81   | 226 | 41   | 77   | 74   | 225  | 144  | 209  | 35   | 53  | 91  |     |   |
| Glarus           | 493              | 722'320/212'960 3220 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| 135              | 88               | 64                   | 89     | 72                                           | 48   | 550  | 222  | 193  | 143  | 102 | 159  | 170  | 256  | 303  | 39   | 103  | 44  |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| Göschenen        | 1111             | 687'730/169'030 4080 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  | 124                  | 255    | 594                                          | 218  | 318  | 177  | 253  | 255  | 235 | 399  | 352  | 65   | 246  | 104  | 63   | 182 | 164  | 198 | 172  | 156  | 394  | 148  | 200 |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| Grächen          | 1617             | 630'870/116'050 7220 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     | 416  | 394  | 408  | 633  | 434  | 214  | 319 | 247  | 184 | 258  | 334  | 340  | 346  | 306 | 430  | 343  | 272  | 446  | 420  | 479  | 407  | 225 | 119 | 47  |   |
| Grand-St-Bernard | 2479             | 579'200/79'720 7620  |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| 1062             | 1225             | 1033                 | 1276   | 810                                          | 1410 | 1628 | 1035 | 1488 | 1042 |     | 1056 | 1253 | 1462 | 1182 | 1031 | 1275 | 974 | 1089 | 876 | 1118 | 1168 | 1140 | 1174 |     | 1322 | 1090 | 1341 | 1242 | 1307 | 1239 | 1037 | 740 | 771 |     |   |
| Grande Dixence   | 2166             | 597'272/103'546 7440 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     | 690  | 849  | 689  | 855  | 1065 | 816  | 646 | 863  | 601 | 832  | 670  | 759  | 810  | 857 | 795  | 769  | 800  | 605  | 840  | 771  |      |     |     |     |   |
| Grimsel Hospiz   | 1965             | 668'460/158'160 5010 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      | 933  | 684 | 778  | 670  | 689  | 896  | 752  | 559  | 841 | 604  | 805 | 683  | 787  | 814  | 825  | 823 | 788  | 869  | 650  | 888  | 796  | 930  | 760  | 495 | 392 | 345 |   |
| Grindelwald      | 1040             | 646'460/163'830 5110 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     | 296  | 318  | 302  | 445  | 357  | 131  | 297 | 114  | 37  | 250  | 231  | 239  | 200  | 183 | 374  | 118  | 160  | 280  | 335  | 346  | 93   | 118 |     |     |   |
| Grono            | 357              | 731'625/123'520 9200 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     | 26   | 17   | 17   | 17   | 15   | 36   | 2   | 2    | 7   | 0    | 4    | 8    | 2    | 20  | 9    | 11   | 5    | 1    | 4    | 61   | 21   | 19  | 0   | 2   | 1 |
| Gstaad-Grund     | 1085             | 587'010/142'930 5588 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
| Gurtellen        | 739              | 690'480/176'020 4110 |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |
|                  |                  |                      |        |                                              |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |   |

Fig. 3.2d Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

| Station                                                                                                                                                                      | Altitude [m s/M] | Coordonnées [m/m] | No ISM |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|--------|
| <b>Indices de gel de l'air des hivers [°C·jour]</b>                                                                                                                          |                  |                   |        |
| 56   57   58   59   60   61   62   63   64   65   66   67   68   69   70   71   72   73   74   75   76   77   78   79   80   81   82   83   84   85   86   87   88   89   90 |                  |                   |        |
| Gütsch ob And.                                                                                                                                                               | 2280             | 690'140/167'590   | 4020   |
| Guttannen                                                                                                                                                                    | 1055             | 665'280/167'550   | 5030   |
| Güttingen                                                                                                                                                                    | 438              | 738'530/273'940   | 1080   |
| Haldenhäus                                                                                                                                                                   | 694              | 717'930/278'580   | 1150   |
| Hallau                                                                                                                                                                       | 450              | 676'500/283'650   | 1430   |
| Heiden                                                                                                                                                                       | 811              | 758'110/256'960   | 980    |
| Heiligenschwendl                                                                                                                                                             | 1125             | 619'500/177'700   | 5440   |
| Hinterrhein                                                                                                                                                                  | 1619             | 734'020/153'950   | 280    |
| Huttwil                                                                                                                                                                      | 639              | 630'660/218'240   | 6600   |
| Interlaken                                                                                                                                                                   | 574              | 632'700/170'680   | 5190   |
| Jungfrauojoch                                                                                                                                                                | 3572             | 641'930/155'300   | 5160   |
| Kreuzlingen                                                                                                                                                                  | 445              | 729'450/278'520   | 1110   |



[illegible]

**Fig. 3.2e** Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

| Station          | Altitude [m s/M] | Coordonnées [m/m] | No ISM          | Indices de gel de l'air des hivers [°C.jour] |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|
| 56               | 57               | 58                | 59              | 60                                           | 61   | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71 | 72  | 73 | 74 | 75 | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81 | 82 | 83  | 84  | 85  | 86  | 87 | 88 | 89 |  |  |  |  |  |  |  |
| 57               | 58               | 59                | 60              | 61                                           | 62   | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72 | 73  | 74 | 75 | 76 | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82 | 83 | 84  | 85  | 86  | 87  | 88 | 89 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |
| La Frétaz        |                  | 1202              | 534'230/188'080 |                                              | 6185 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Langenbruck      |                  | 740               | 624'630/244'230 |                                              | 6710 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 122              | 87               | 64                | 100             | 98                                           | 123  | 532 | 263 | 227 | 138 | 70  | 143 | 155 | 264 | 262 | 69 | 219 | 66 | 10 | 96 | 132 | 117 | 126 | 105 | 271 | 59 | 97 | 109 | 287 | 213 | 234 |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Langnau i.E      |                  | 695               | 626'850/198'790 |                                              | 6480 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 125              | 97               | 66                | 98              | 89                                           | 58   | 518 | 233 | 166 | 128 | 80  | 119 | 124 | 233 | 274 | 90 | 206 | 68 | 9  | 98 | 143 | 123 | 131 | 126 | 280 | 42 | 97 | 142 | 307 | 215 | 249 | 56 | 50 | 77 |  |  |  |  |  |  |  |
| Lausanne         |                  | 618               | 539'000/153'300 |                                              | 8130 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 57               | 14               | 11                | 63              | 11                                           | 38   | 278 | 115 | 50  | 86  | 47  | 62  | 48  | 112 | 104 | 9  | 33  | 33 | 3  | 33 | 29  | 21  | 54  | 39  | 63  | 13 | 48 | 30  | 144 | 94  | 115 | 14 | 17 | 8  |  |  |  |  |  |  |  |
| Le Brassus       |                  | 1072              | 501'900/156'080 |                                              | 6020 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Le Sépey         |                  | 1267              | 570'720/135'620 |                                              | 7958 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Les Rangiers     |                  | 856               | 583'440/248'230 |                                              | 1780 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Leukerbad        |                  | 1385              | 614'580/136'510 |                                              | 7300 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Leysin           |                  | 1320              | 566'810/132'300 |                                              | 7960 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 82               | 116              | 67                | 94              | 94                                           | 186  | 475 | 109 | 269 | 139 | 188 | 202 | 199 | 339 | 225 | 59 | 152 | 81 | 81 | 70 |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Locarno-Magadino |                  | 197               | 711'160/113'540 |                                              | 9240 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Locarno-Monti    |                  | 379               | 704'220/114'370 |                                              | 9400 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 8                | 1                | 2                 | 14              | 6                                            | 4    | 55  | 7   | 1   | 23  | 12  | 9   | 11  | 1   | 24  | 1  | 0   | 7  | 0  | 2  | 3   | 1   | 12  | 5   | 6   | 4  | 0  | 2   | 46  | 13  | 13  | 0  | 1  | 0  |  |  |  |  |  |  |  |
| Löbbia           |                  | 1420              | 770'800/138'400 |                                              | 9745 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Lohn SH          |                  | 623               | 692'150/289'900 |                                              | 1260 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Lugano           |                  | 276               | 717'880/95'890  |                                              | 9480 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 13               | 1                | 3                 | 13              | 6                                            | 5    | 52  | 7   | 1   | 22  | 12  | 7   | 12  | 2   | 23  | 0  | 0   | 5  | 0  | 0  | 2   | 0   | 12  | 2   | 5   | 3  | 0  | 1   | 37  | 9   | 7   | 0  | 0  | 0  |  |  |  |  |  |  |  |
| Luzern           |                  | 456               | 665'520/209'860 |                                              | 4590 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 96               | 48               | 30                | 86              | 33                                           | 56   | 432 | 182 | 107 | 119 | 56  | 77  | 75  | 167 | 155 | 21 | 65  | 29 | 2  | 42 | 56  | 33  | 72  | 45  | 74  | 29 | 50 | 31  | 206 | 145 | 144 | 14 | 18 | 43 |  |  |  |  |  |  |  |
| Marsens          |                  | 721               | 571'370/167'230 |                                              | 5680 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 131              | 102              | 40                | 92              | 74                                           | 60   | 559 | 229 | 225 | 123 | 87  | 119 |     |     |     |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |

Fig. 3.2f Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

| Station          | Altitude [m s/M] | Coordonnées [m/m] |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | No ISM | Indices de gel de l'air des hivers [°C-jour] |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|------------------|------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|--|
| 56               | 57               | 58                | 59  | 60  | 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71 | 72     | 73                                           | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| 57               | 58               | 59                | 60  | 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72 | 73     | 74                                           | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Martigny         | 455              | 570900/107950     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 7710   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  | 32                | 26  | 299 | 159 | 45  | 109 | 48  | 69  | 44  |     |     |     |     |    |        |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Mauvoisin        | 1841             | 592520/94610      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 7580   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 579    | 389                                          | 540 | 423 | 481 | 547 | 585 | 558 | 621 | 555 | 408 | 644 | 577 | 668 | 608 | 397 | 185 | 102 |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Meiringen        | 632              | 657590/175560     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 5070   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  | 87               | 63                | 57  | 444 | 233 | 183 | 109 | 85  | 138 | 109 | 186 | 219 | 33  | 122 | 43 | 12     | 60                                           | 87  | 51  | 71  | 76  | 222 | 24  | 67  | 59  | 206 | 112 | 171 | 32  | 64  | 55  |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Menzberg         | 1035             | 642430/209660     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 4660   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 41     | 82                                           | 79  | 115 | 121 | 125 | 223 | 57  | 121 | 188 | 289 | 248 | 319 | 72  | 45  | 35  |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Molésón          | 1972             | 567740/155200     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 5620   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 713    | 651                                          | 732 | 625 | 433 | 228 | 134 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Mont-Soleil      | 1180             | 566260/223170     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 6390   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| 133              | 164              | 86                | 131 | 148 | 255 | 571 | 178 | 329 | 175 | 209 | 292 | 228 | 435 | 279 | 65 | 206    | 99                                           | 69  | 121 | 138 | 176 | 190 | 156 | 282 | 116 | 127 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Montana          | 1495             | 603580/129150     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 7380   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| 143              | 209              | 100               | 116 | 126 | 201 | 515 | 101 | 325 | 222 | 272 | 247 | 244 | 398 | 316 | 77 | 182    | 119                                          | 82  | 104 | 186 | 221 | 225 | 412 | 261 | 212 | 389 | 378 | 352 | 370 | 169 | 93  | 19  |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Monte-Brè        | 910              | 719860/96970      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 9460   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 31     | 31                                           | 39  | 13  | 47  | 6   | 5   | 20  | 1   | 18  | 27  | 38  | 74  | 44  | 47  | 30  | 53  | 48  | 132 | 116 | 43  |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Monthey          | 395              | 564040/123280     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 7910   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 46     | 56                                           | 39  | 98  | 136 | 13  | 26  | 26  | 3   | 31  | 34  | 15  | 43  | 26  | 92  | 9   |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Montreux-Clarens | 408              | 558550/143620     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 8020   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| 41               | 10               | 5                 | 47  | 5   | 19  | 194 | 52  | 33  | 72  | 33  | 35  | 26  | 59  | 75  | 5  | 6      | 20                                           | 1   | 19  | 12  | 7   | 25  | 14  | 14  | 7   | 15  | 13  | 106 | 37  | 66  | 2   | 6   | 1   |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Mürren           | 1639             | 634670/156380     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 5150   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 226    | 438                                          | 268 | 330 | 315 | 327 | 343 | 373 | 336 | 514 | 360 | 264 | 499 | 506 | 490 | 500 | 225 | 113 | 46  |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Muri AG          | 540              | 667370/235920     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 6920   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 71     | 100                                          | 126 | 219 | 265 | 55  | 157 | 47  | 6   | 80  | 116 | 74  | 109 | 71  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Napf             | 1408             | 638130/205970     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 6475   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 283    | 262                                          | 415 | 224 | 179 | 399 | 434 | 438 | 488 | 179 | 101 | 121 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Neuchâtel        | 487              | 563110/205600     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 6340   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| 72               | 30               | 18                | 66  | 18  | 38  | 353 | 149 | 63  | 97  | 43  | 47  | 42  | 120 | 127 | 13 | 56     | 27                                           | 2   | 41  | 46  | 19  | 66  | 43  | 56  | 15  | 36  | 25  | 147 | 98  | 107 | 19  | 17  | 18  |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
| Oberlberg        | 1090             | 702070/210740     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 3760   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 419    | 214                                          | 294 | 364 | 316 | 470 | 412 | 154 | 385 | 142 | 77  | 291 | 211 | 294 | 264 | 230 | 491 | 235 | 395 | 430 | 404 | 450 | 135 | 136 | 78 |  |  |  |  |
| Oeschberg        | 482              | 613000/219650     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 6580   |                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |
|                  |                  | 63                | 550 | 212 | 197 | 136 | 61  | 126 | 119 | 228 | 257 | 65  | 161 | 43  | 6  | 59     | 121                                          | 57  | 109 | 65  | 223 | 44  | 68  | 50  | 246 | 180 | 158 | 23  | 42  | 66  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |  |  |  |  |

**Fig. 3.2g** Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station



| Station          |    | Altitude [m s/M] |                   | Coordonnées [m/m] |     | No ISM |     | Indices de gel de l'air des hivers [°C-jour] |     |     |     |     |      |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
|------------------|----|------------------|-------------------|-------------------|-----|--------|-----|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| 56               | 57 | 58               | 59                | 60                | 61  | 62     | 63  | 64                                           | 65  | 66  | 67  | 68  | 69   | 70   | 71  | 72   | 73  | 74   | 75   | 76   | 77   | 78   | 79   | 80  | 81   | 82   | 83   | 84   | 85  | 86  | 87  | 88 | 89 |  |  |
| 57               | 58 | 59               | 60                | 61                | 62  | 63     | 64  | 65                                           | 66  | 67  | 68  | 69  | 70   | 71   | 72  | 73   | 74  | 75   | 76   | 77   | 78   | 79   | 80   | 81  | 82   | 83   | 84   | 85   | 86  | 87  | 88  | 89 | 90 |  |  |
| Olivone          |    | 905              | 715°41'0/154°12'0 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 9069 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Olten            |    | 413              | 634°53'0/243°75'0 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 6750 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Ospizio Bernina  |    | 2256             | 798°45'0/142°9'0  |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 9610 | 1180 | 901 | 1154 | 998 | 1132 | 1141 | 1186 | 1177 | 1082 | 1164 | 944 | 1172 | 1107 | 1203 | 1090 | 894 | 553 | 708 |    |    |  |  |
| Payerne (Aerol.) |    | 491              | 562°20'0/183°8'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 5890 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Pilatus          |    | 2106             | 661°9'10/203°4'10 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 4600 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Piotta           |    | 1007             | 694°9'30/152°5'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 9035 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Plafleien        |    | 850              | 588°9'20/175°7'40 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 5770 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Platta           |    | 1375             | 708°3'00/168°4'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 40   | 128  | 143 | 115  | 74  | 131  | 175  | 165  | 136  | 55   | 27   | 99  |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Pully (Lausanne) |    | 461              | 540°8'20/151°5'70 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 8100 | 291  | 71  | 24   | 121 | 137  | 143  | 133  | 127  | 257  | 35   | 107 | 127  | 270  | 184  | 220  | 53  | 42  |     |    |    |  |  |
| Rapperswil       |    | 410              | 705°0'50/231°3'30 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 3500 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Reckingen        |    | 1325             | 661°7'20/146°7'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 7050 | 17   | 79  | 35   | 3   | 49   | 76   | 29   | 74   | 55   | 111  | 46  | 54   | 33   | 177  | 135  | 144 | 11  | 31  | 58 |    |  |  |
| Rheinfelden      |    | 271              | 627°5'10/268°2'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 1560 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Ried/Lötschent.  |    | 1480             | 628°2'70/140°3'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 7270 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Rigi Kaltbad     |    | 1453             | 678°1'00/210°9'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 4320 | 71   | 292 | 127  | 125 | 149  | 187  | 213  | 209  | 218  |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Rigi Kulm        |    | 1794             | 679°5'00/212°2'00 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 4305 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
| Robbia/Poschiavo |    | 1078             | 801°8'70/136°3'70 |                   |     |        |     |                                              |     |     |     |     | 9670 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |     |     |    |    |  |  |
|                  |    |                  | 92                | 513               | 154 | 175    | 226 | 114                                          | 138 | 276 | 263 | 207 | 84   | 125  | 57  | 20   | 52  | 166  | 162  | 193  | 189  | 169  | 145  | 91  | 153  | 204  | 265  | 173  | 83  | 22  | 67  |    |    |  |  |

**Fig. 3.2h** Indices de gel de 1956-57 à 1989-90

| Station           | Altitude [m s/M] | Coordonnées [m/m]    | No ISM | Indices de gel de l'air des hivers [°C.jour] |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|-------------------|------------------|----------------------|--------|----------------------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 56                | 57               | 58                   | 59     | 60                                           | 61   | 62   | 63  | 64   | 65   | 66   | 67   | 68   | 69   | 70   | 71   | 72   | 73   | 74   | 75   | 76   | 77   | 78   | 79   | 80   | 81   | 82   | 83   | 84   | 85   | 86   | 87   | 88  | 89  |
| 57                | 58               | 59                   | 60     | 61                                           | 62   | 63   | 64  | 65   | 66   | 67   | 68   | 69   | 70   | 71   | 72   | 73   | 74   | 75   | 76   | 77   | 78   | 79   | 80   | 81   | 82   | 83   | 84   | 85   | 86   | 87   | 88   | 89  | 90  |
| Romont            | 688              | 561'460/172'600 5720 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Rorschach         | 420              | 755'070/260'260 1010 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Rünenberg         | 610              | 633'250/253'840 1690 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| S.S.Maria/Müstair | 1390             | 828'760/165'350 9980 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| 246               | 352              | 274                  |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Saenen            | 1008             | 585'740/148'760 5590 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Saas Almagell     | 1680             | 640'030/104'990 7160 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Saas-Fee          | 1785             | 637'620/106'200 7165 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| 560               | 627              | 380                  | 534    | 466                                          | 643  | 931  | 525 | 684  | 560  | 634  | 559  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Säntis            | 2500             | 744'180/234'920 2220 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| 1237              | 1285             | 979                  | 1218   | 1111                                         | 1503 | 1621 | 996 | 1556 | 1273 | 1477 | 1280 | 1278 | 1685 | 1325 | 1091 | 1342 | 1246 | 1444 | 1078 | 1219 | 1277 | 1350 | 1266 | 1294 | 1443 | 1055 | 1409 | 1269 | 1335 | 1356 | 1027 | 763 | 679 |
| Samedan           | 1705             | 787'150/156'040 9849 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| San Bernardino    | 1628             | 734'190/147'350 9130 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Sargans           | 510              | 752'420/213'560 800  |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Sarnen            | 479              | 661'550/193'680 4560 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Schaffhausen      | 457              | 688'720/282'820 1300 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| 110               | 56               | 56                   | 88     | 50                                           | 71   | 472  | 211 | 126  | 133  | 50   | 98   | 101  | 172  | 199  | 40   | 94   | 43   | 8    | 55   | 93   | 57   | 106  | 61   | 159  | 89   | 59   | 47   | 230  | 159  | 166  | 24   | 33  | 57  |
| Schiers           | 682              | 770'450/205'120 700  |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Schwäbrig         | 1160             | 754'840/250'400 2320 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
| Schwyz(Ibach)     | 448              | 691'010/207'190 4270 |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                   |                  |                      |        |                                              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |

Fig. 3.2i Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station

[illegible]

**Fig. 3.2j** Indices de gel de 1956-57 à 1989-90 par station







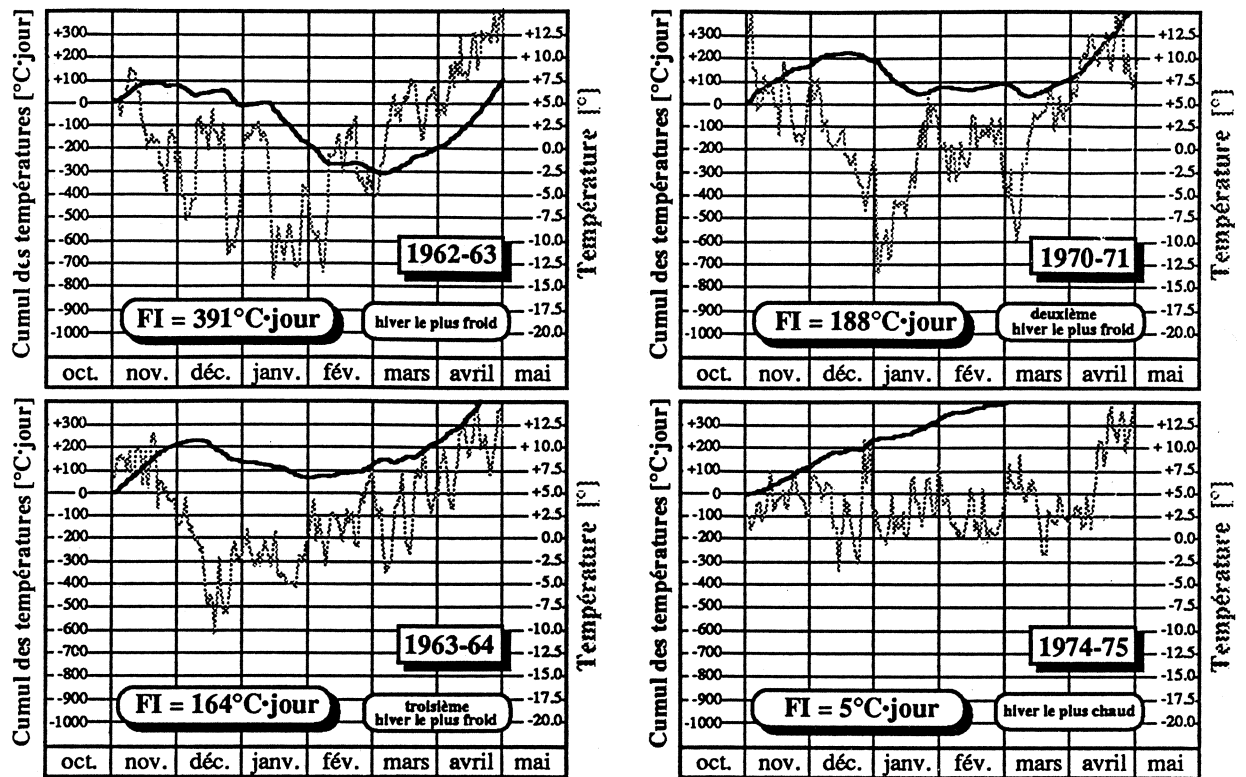


Fig. 3.3 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Aarau 408 msM

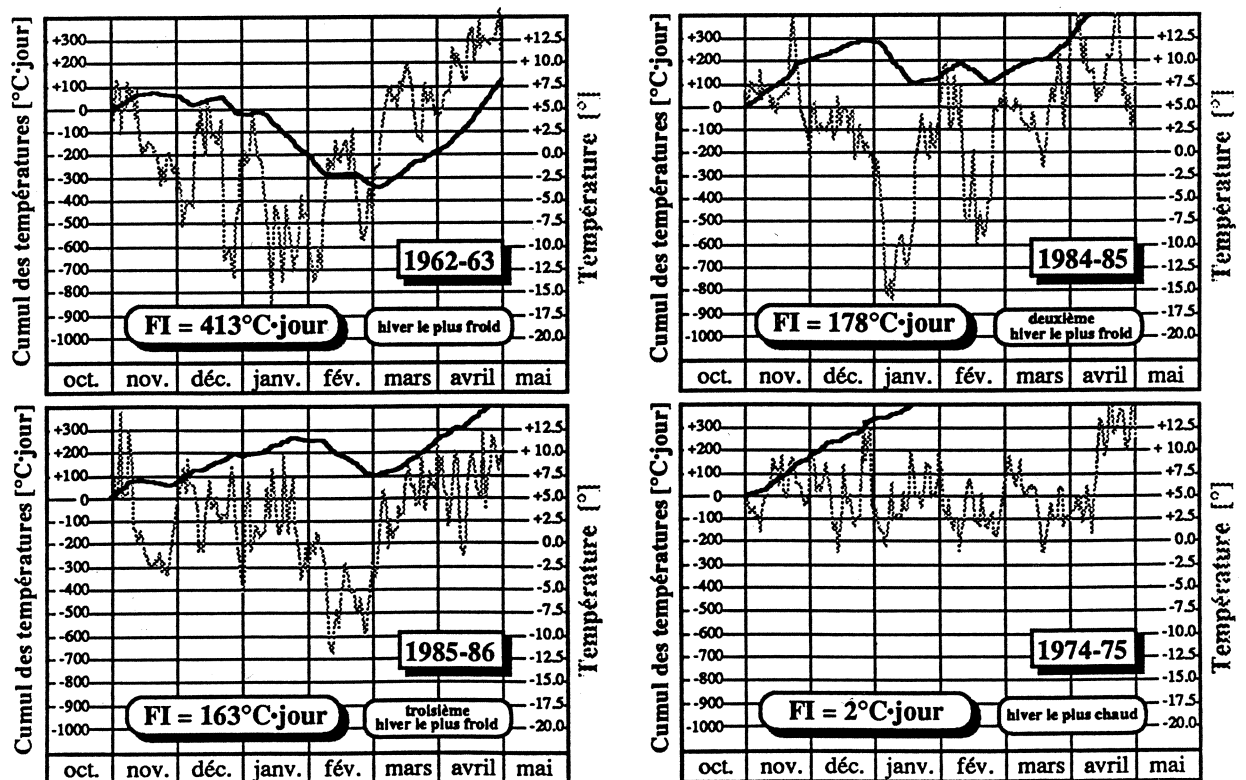


Fig. 3.4 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Basel Binningen 317 msM

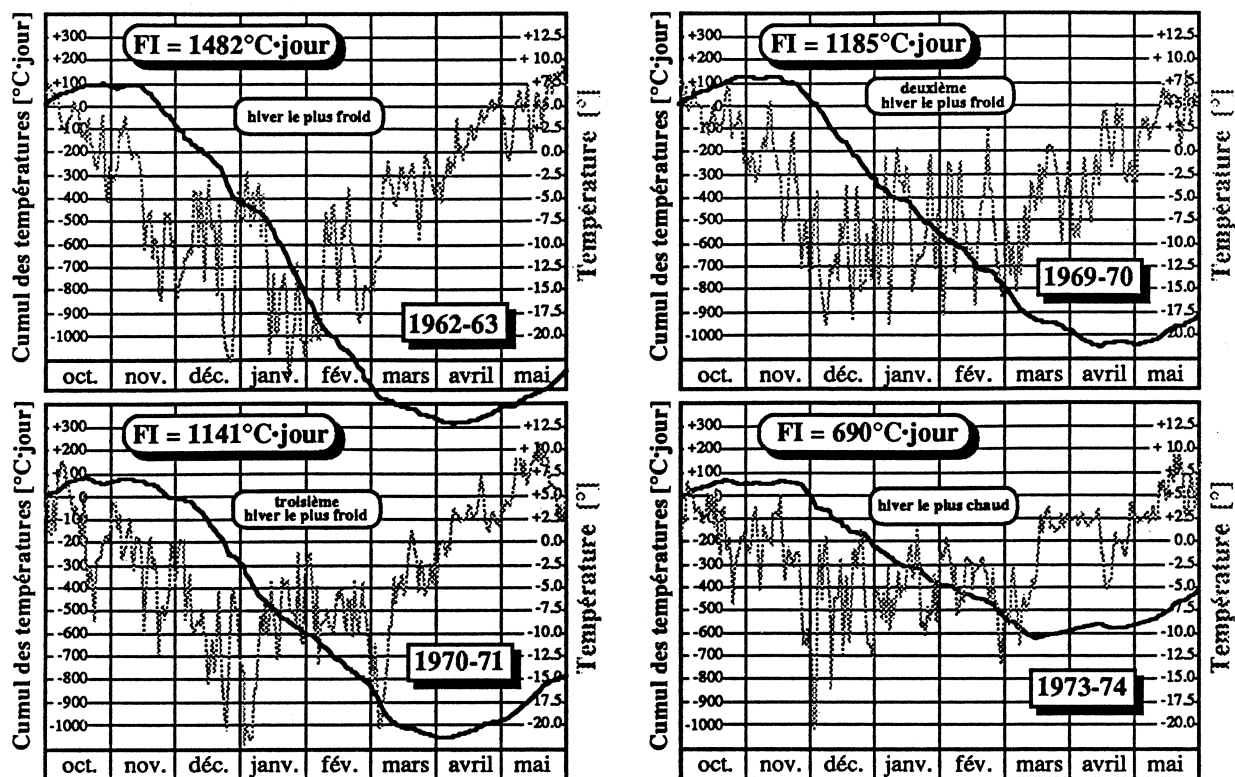


Fig. 3.5 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Bever 1712 msM

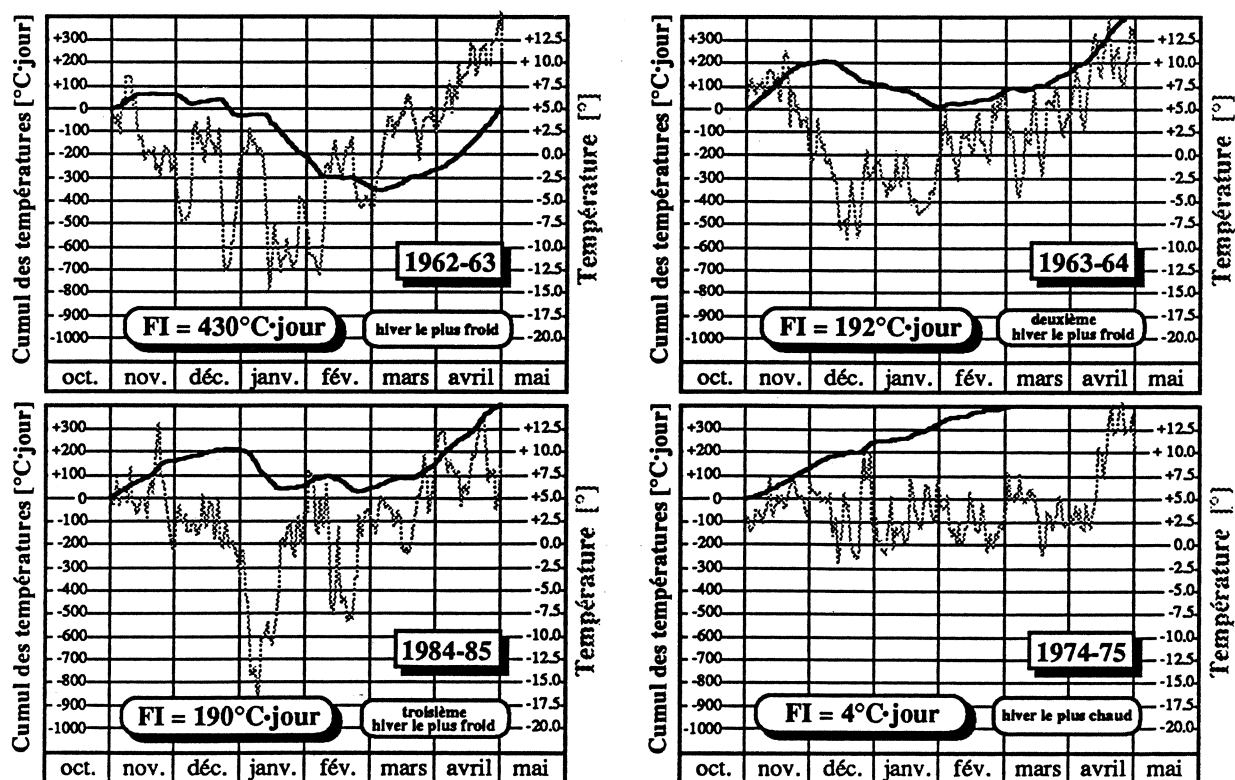


Fig. 3.6 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Biel 434 msM

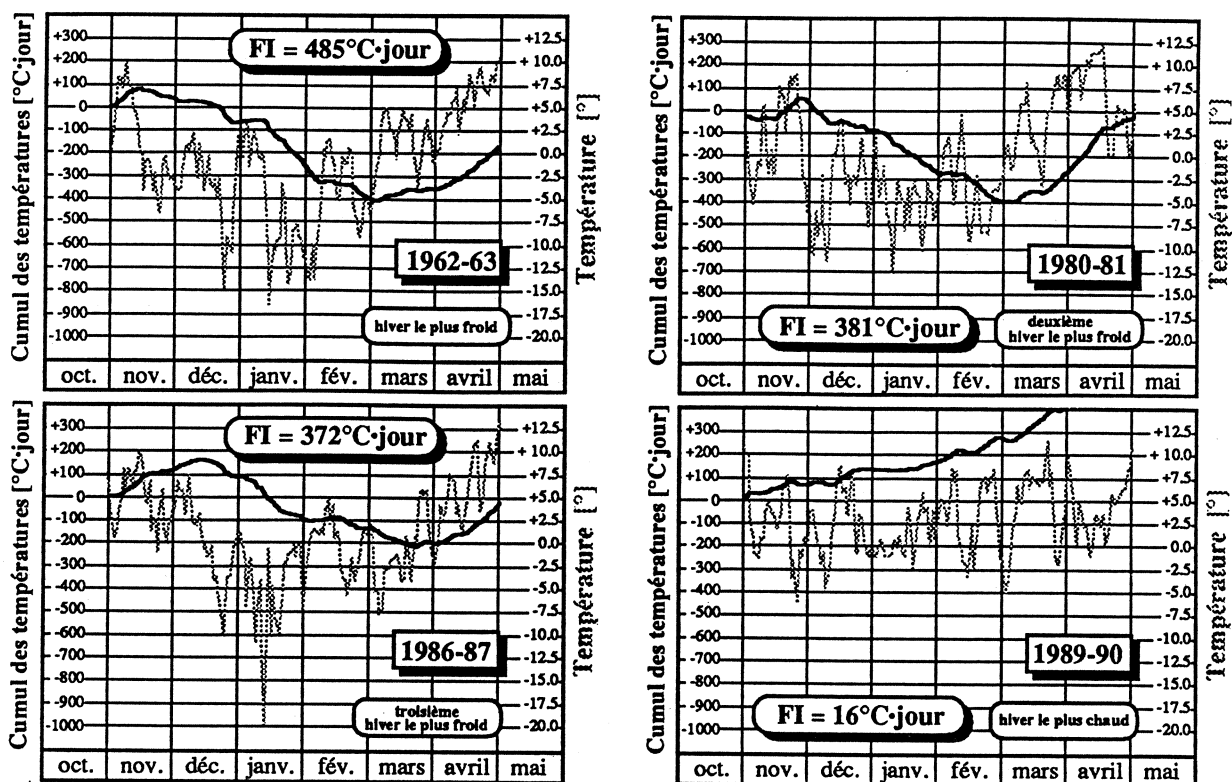


Fig. 3.7 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Disentis 1180 msM

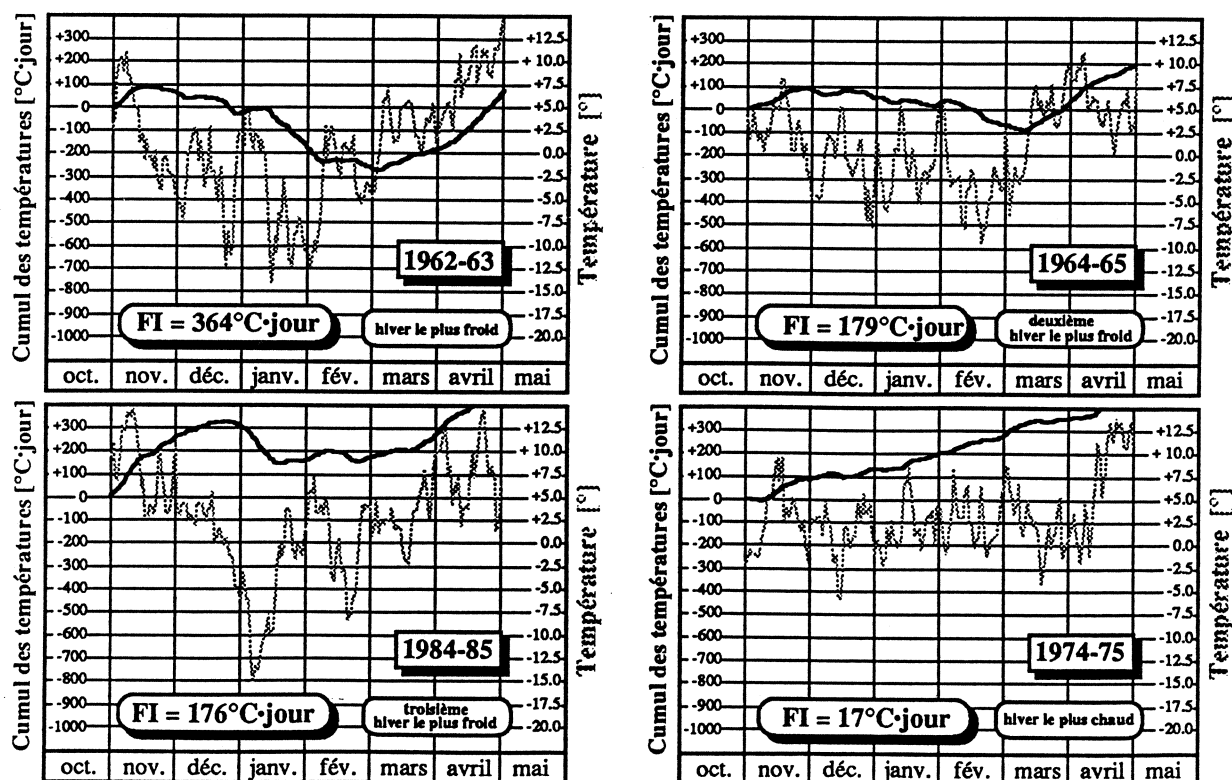


Fig. 3.8 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Fey Nendaz 728 msM



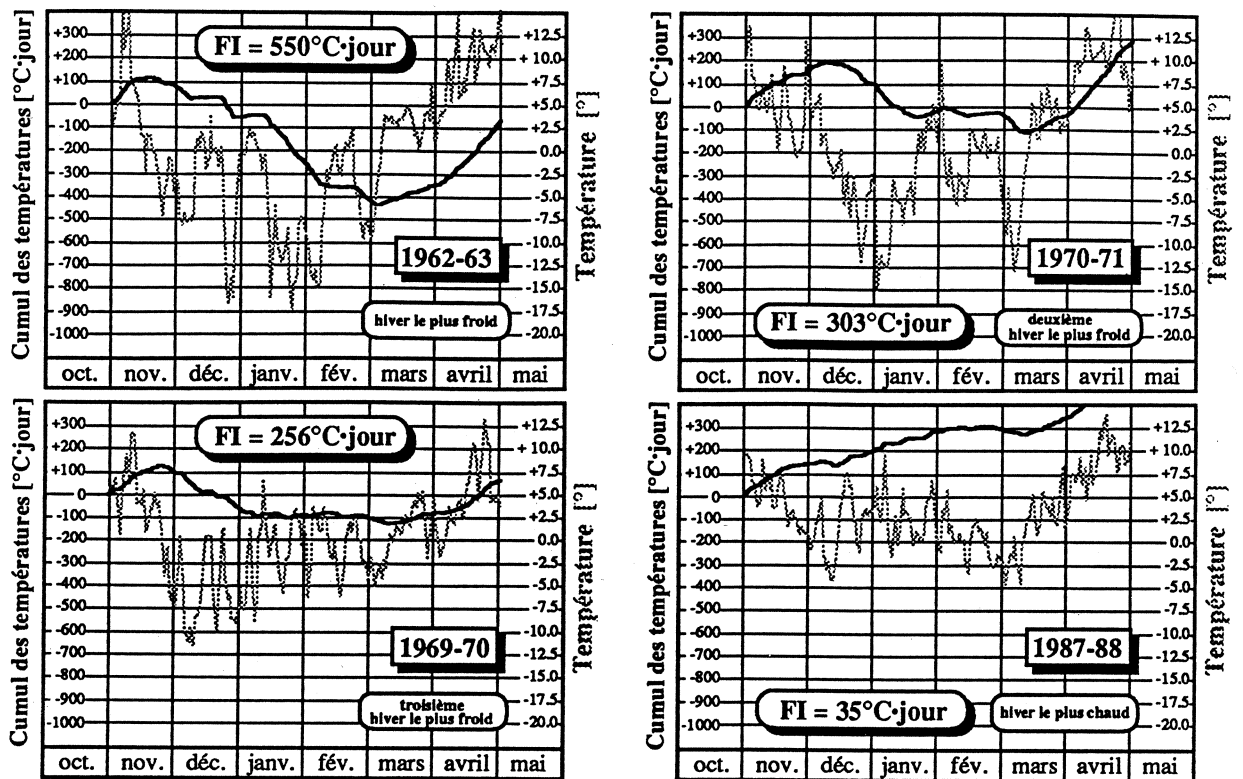


Fig. 3.9 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Glarus 470 msM

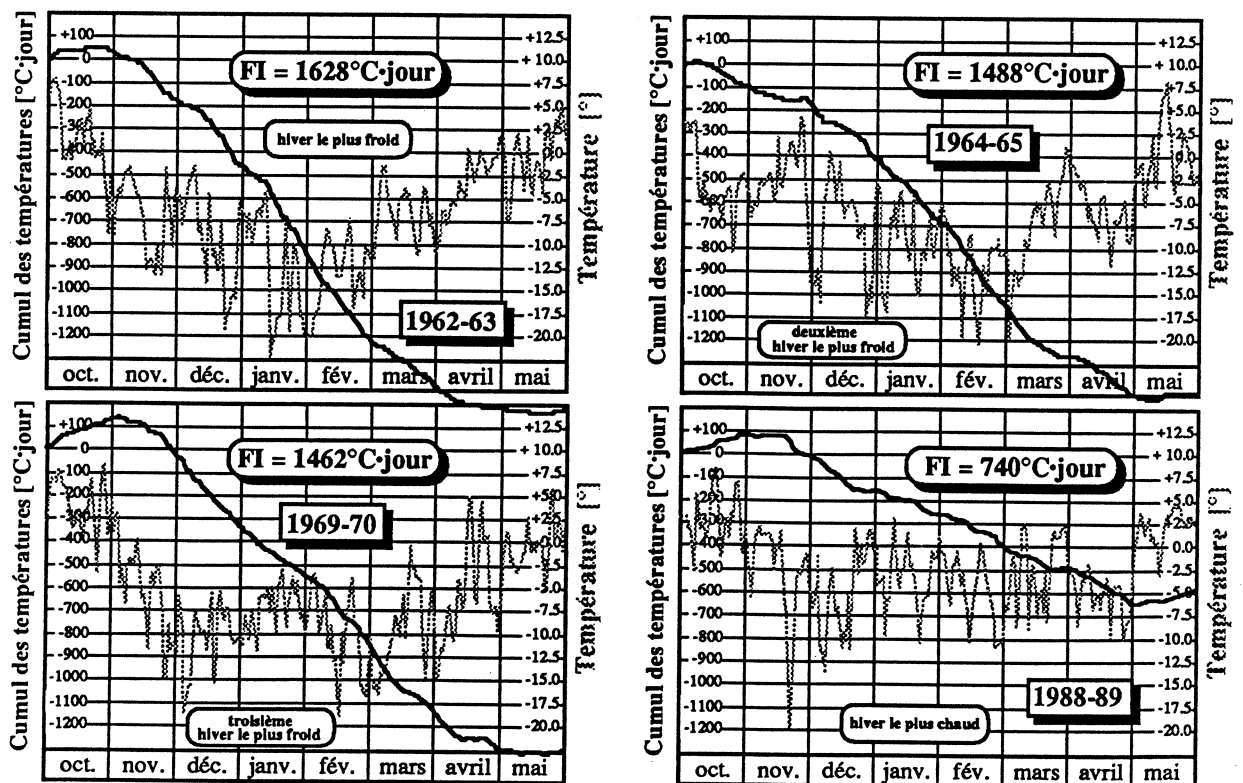


Fig. 3.10 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Grand-St-Bernard 2479 msM

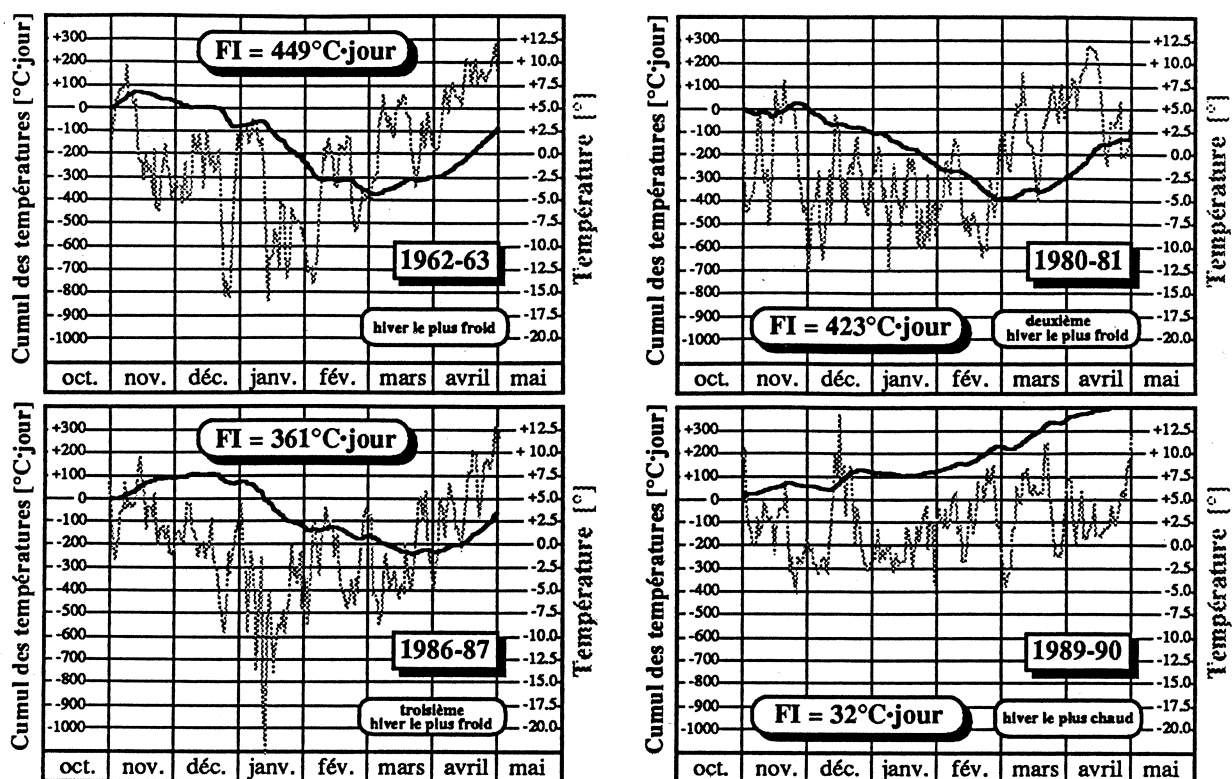


Fig. 3.11 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
La Chaux-de-Fonds 1060 msM

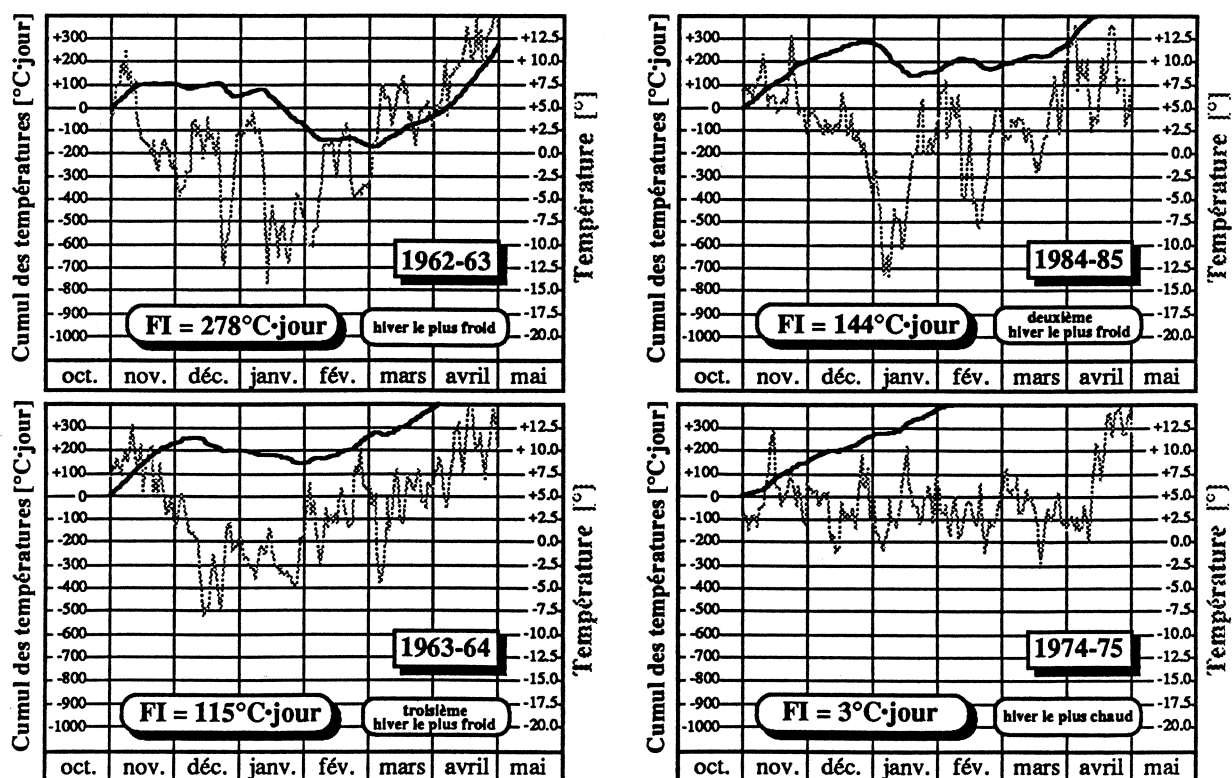


Fig. 3.12 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Lausanne 618 msM

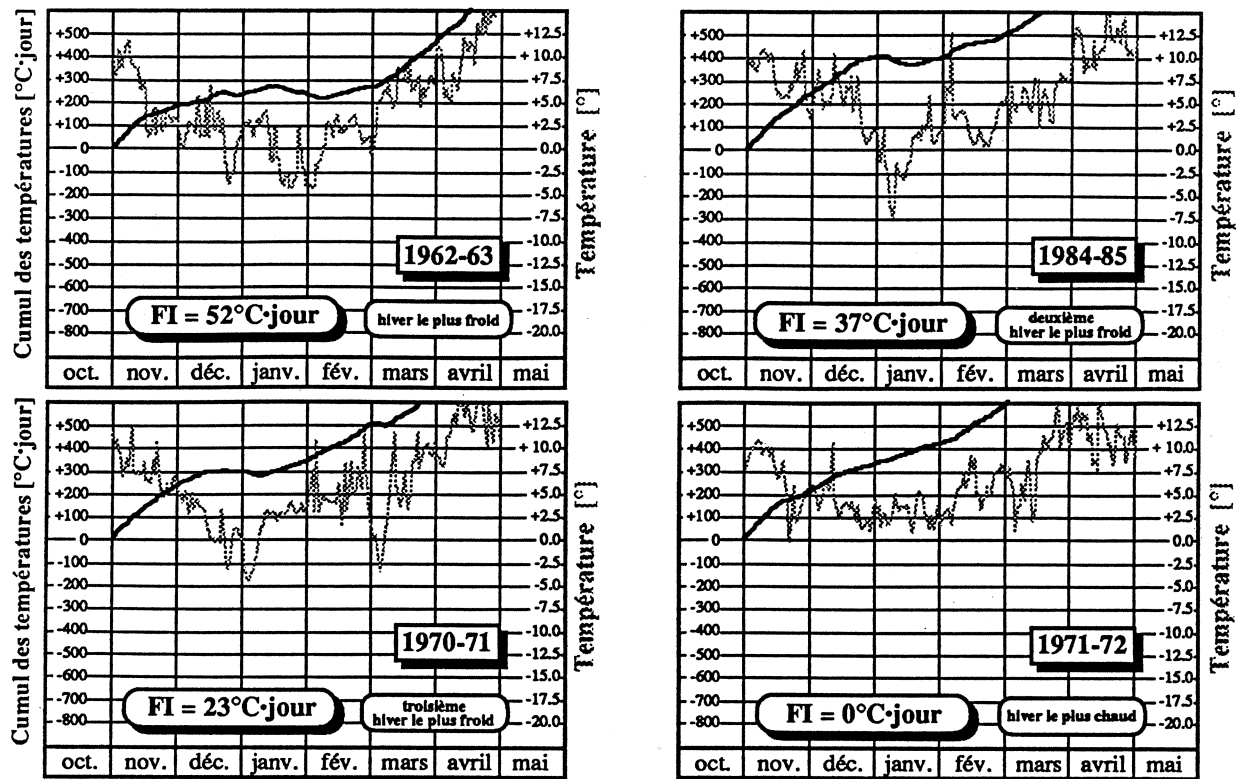


Fig. 3.13 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Lugano 276 msM

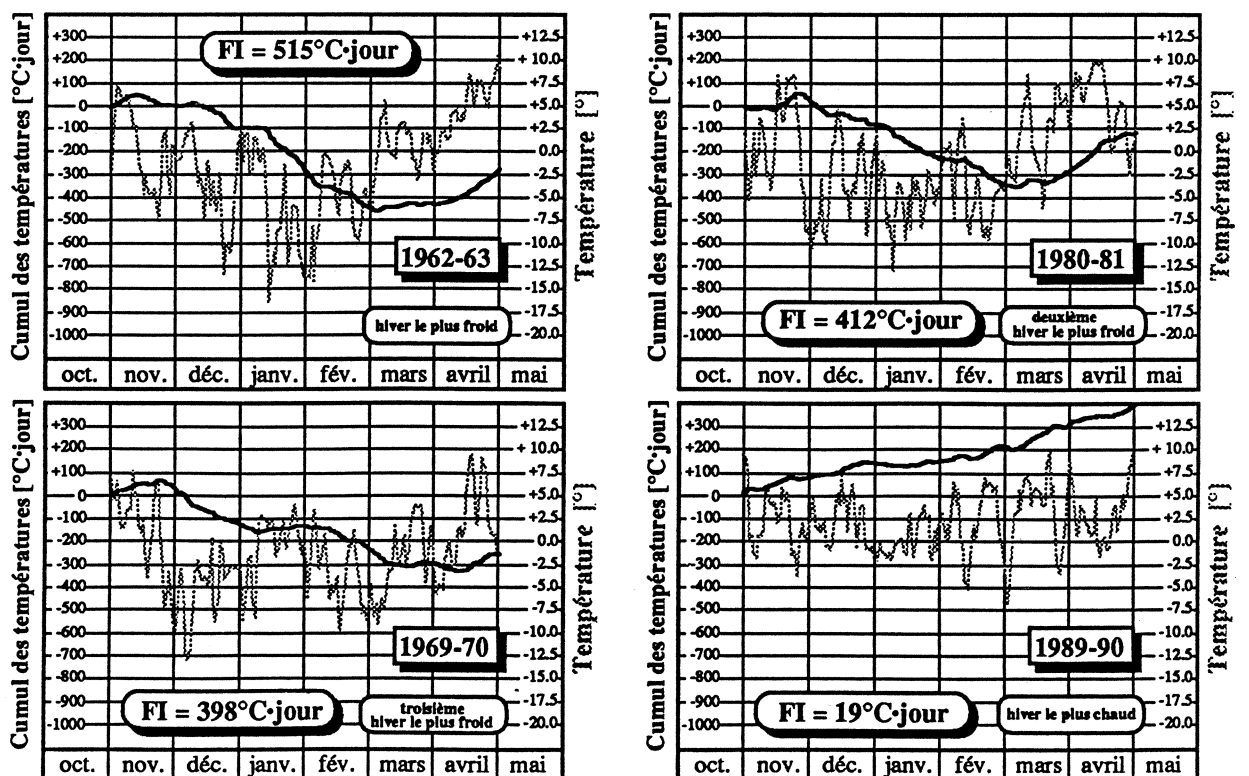


Fig. 3.14 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Montana 1495 msM

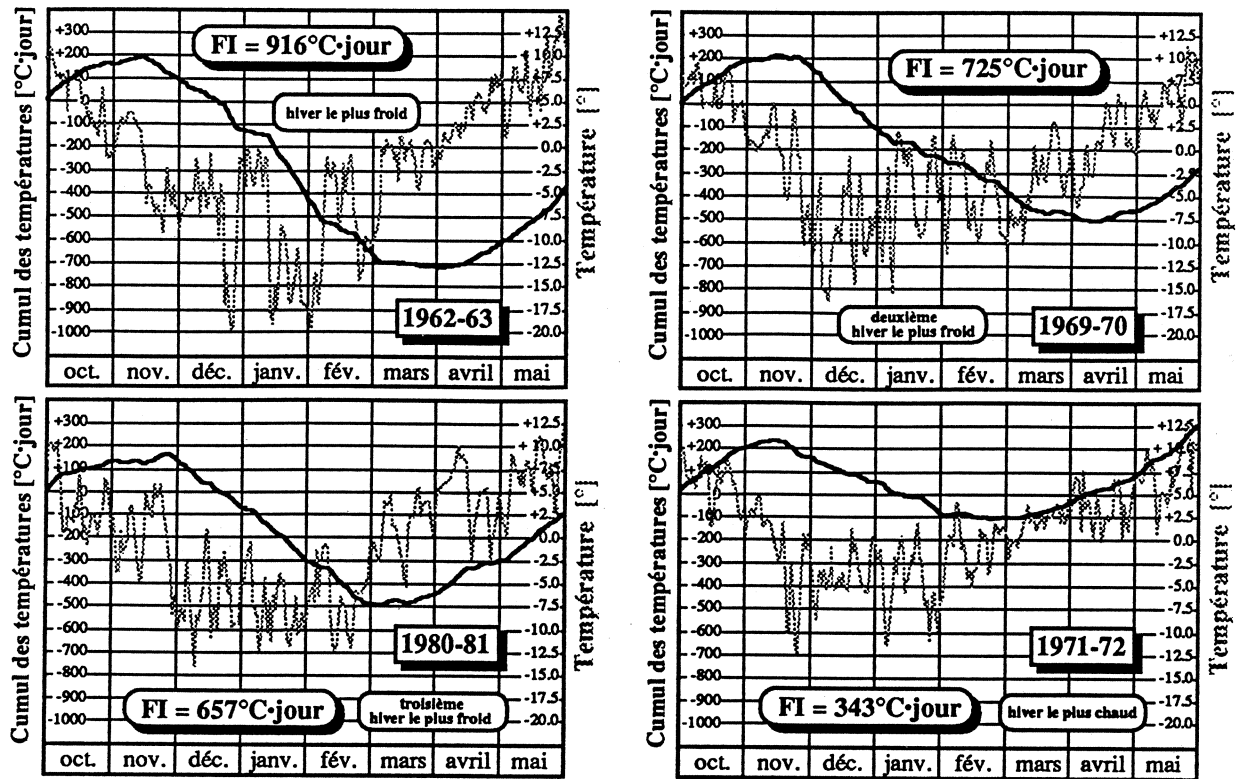


Fig. 3.15 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Reckingen 1325 msM

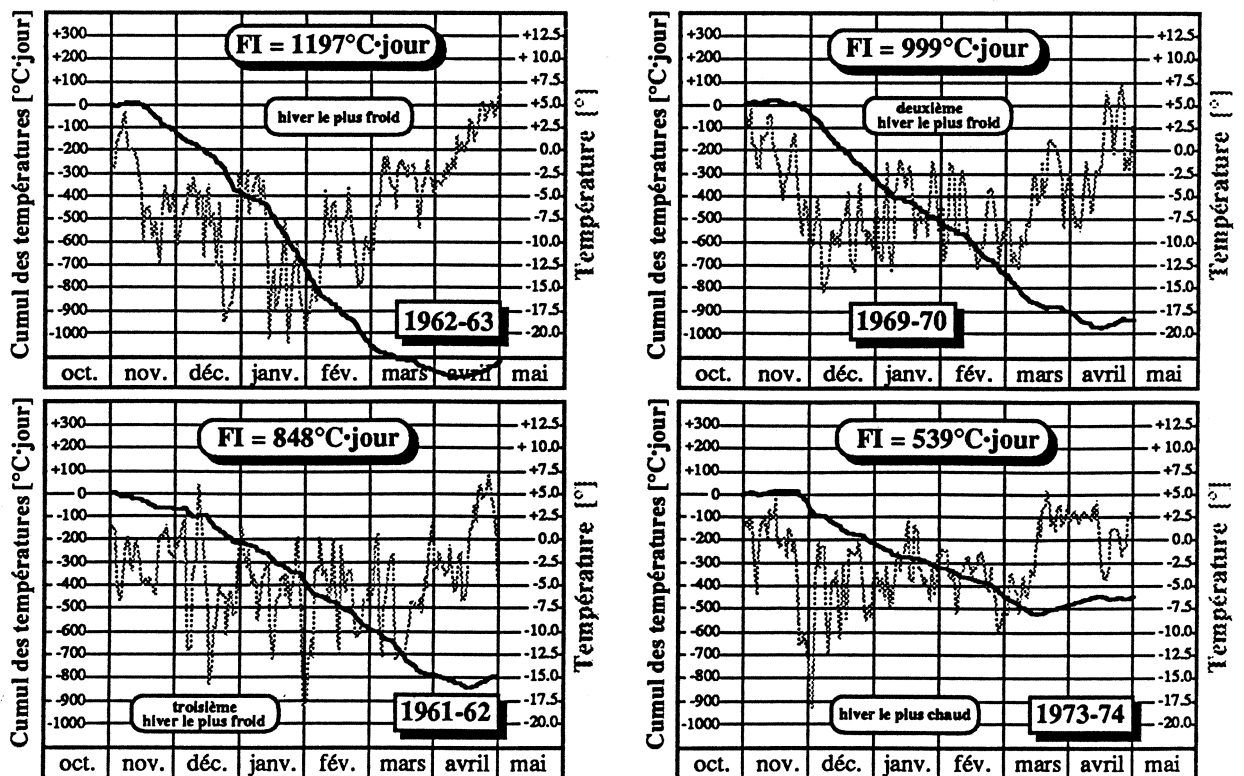


Fig. 3.16 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
St. Moritz 1832 msM

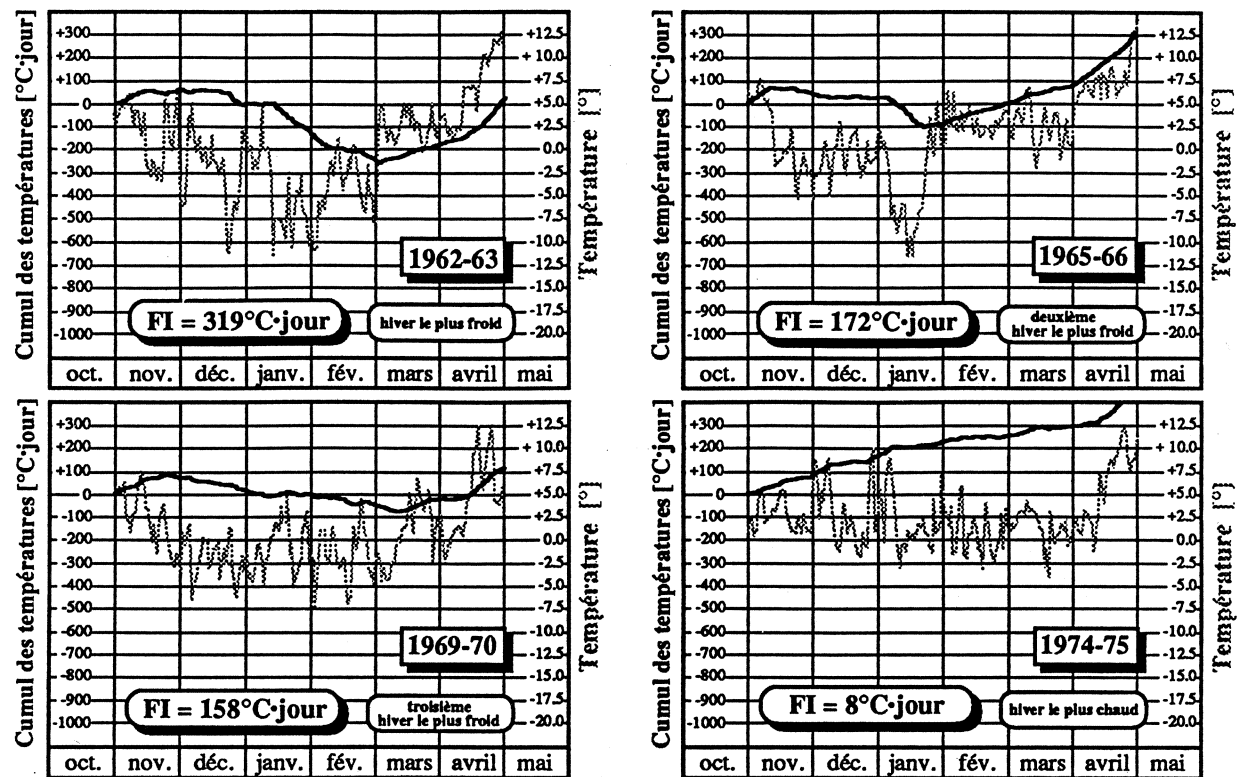


Fig. 3.17 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Vicosoprano 1065 msM

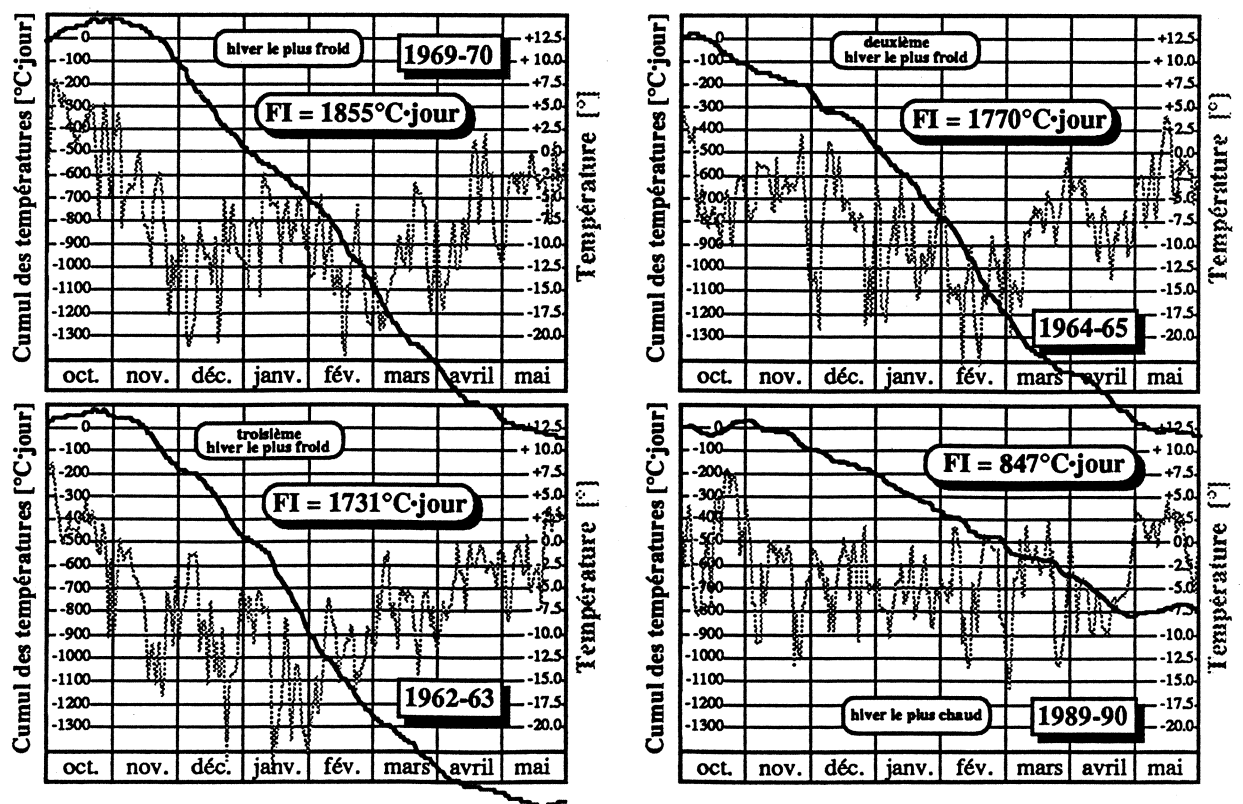


Fig. 3.18 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Weissfluhjoch 2667 msM

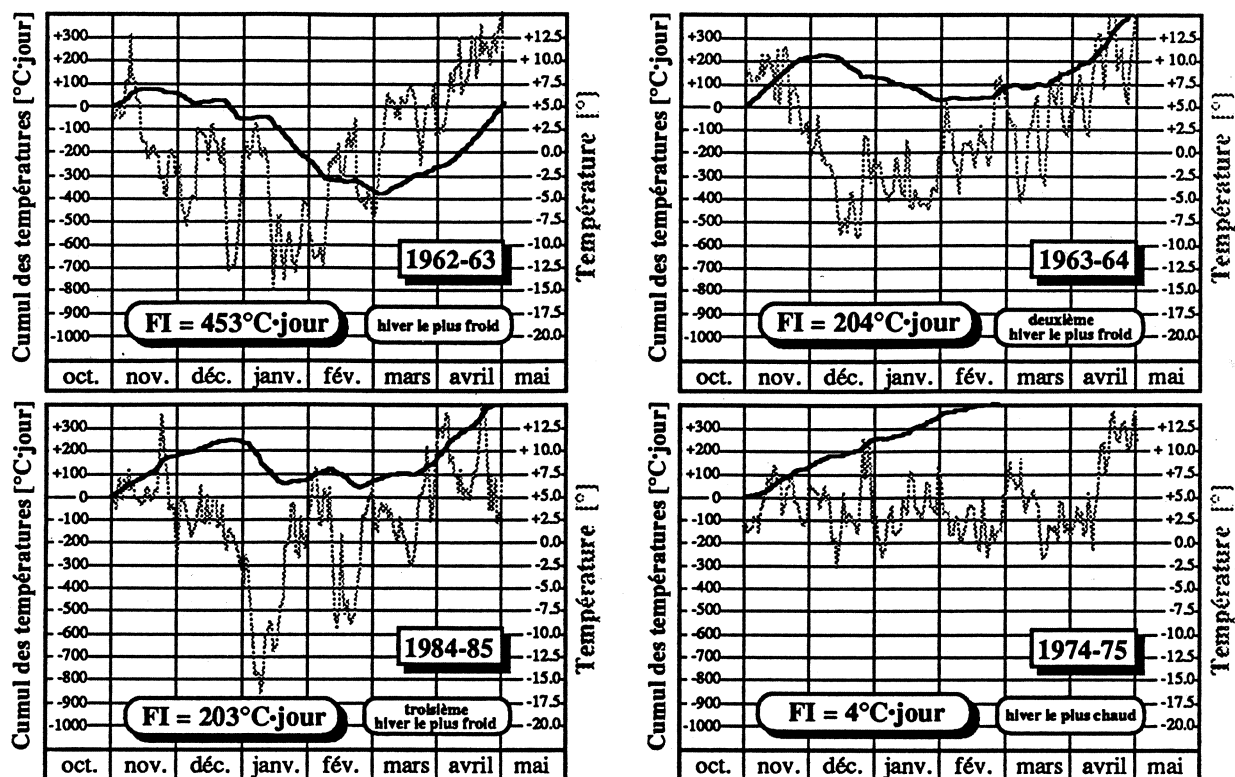


Fig. 3.19 Quatre hivers caractéristiques de la station météorologique  
Zürich (SMA) 569 msM

### 3.3 Valeur significative FI<sub>30</sub> de l'indice de gel de l'air

Dans la norme SN 670'140a : gel, soit la norme sur le gel en vigueur actuellement, l'indice de gel FI<sub>30</sub> est défini comme l'indice de gel moyen des trois hivers les plus froids d'une période de trente ans. Cette période n'est cependant pas définie dans le temps! Est-ce les derniers trente ans ou une période de trente ans placée n'importe où dans le temps?

En Suisse nous disposons depuis 1928 de mesures de la température moyennes journalières permettant le calcul des indices de gel sur un nombre significatif de stations météorologiques. De 1928 à nos jours les hivers les plus froids sont donnés sur la figure 3.20.

La première norme suisse de dimensionnement au gel donnant des indices de gel FI<sub>30</sub> était basée sur la période 1928-1947 et les hivers pris en considération furent ceux des années : 1928-29, 1941-42 et 1946-47. Les FI<sub>30</sub> de la carte de la norme actuellement en vigueur: SN 670'140a : gel, ont été établis par comparaison des corrélations, en fonction des températures moyennes des mois de gel, entre les périodes 1928-56 (qui incluait donc l'hiver très froid 1955-56) et 1931-70. Cette comparaison a montré que les indices de gel de la période 1928-56, les seuls calculés, pouvaient être utilisés pour la période 1931-70 qui est ainsi celle à la base de la carte actuelle des indices de gel.

Nous pensons que la définition actuelle de l'indice de gel de dimensionnement FI<sub>30</sub> devrait être précisée et un peu aménagée. Elle pourrait être la suivante : *"FI<sub>30</sub> est, en principe, l'indice de gel moyen des trois hivers les plus froids des trente dernières années. Cette période de trente ans peut être allongée de quelques années si elle peut englober un hiver caractéristique dans la période de calcul. Dans tous les cas, la moyenne sera établie sur les trois hivers les plus froids de la période considérée."*

Les FI<sub>30</sub> donnés sur les figures 3.21a et 3.21b sont ceux de la période comprise entre l'hiver 1956-57 et l'hiver 1989-90. Comme le premier hiver froid de cette période est l'hiver 1962-63 et que les hivers 1990-91 et 1991-92 ont été des hivers chauds, les indices FI<sub>30</sub> donnés pour chaque station peuvent être considérés comme ceux des trente dernières années. Ils se basent tous sur le calcul exact de tous les indices de gel annuels de cette période, soit ceux qui n'avaient pas encore été déterminés.

Cependant, pour certaines de ces stations, l'indice de gel FI<sub>30</sub> a été calculé malgré que la mesure continue des températures moyennes journalières n'aie pu être obtenue pour toute la période comprise entre 1956 et 1990. Ces stations sont :

|            |             |       |            |
|------------|-------------|-------|------------|
| Aarau      | Airolo      | Bever | Fey Nendaz |
| Göschenen  | Mont-Soleil | Olten | Reckingen  |
| St. Moritz |             |       |            |

Pour ces stations, il se peut ainsi que l'indice FI<sub>30</sub>, donné sur les figures 3.21a et 3.21b, soit entaché d'une petite erreur.

La dernière colonne des figures 3.21a et 3.21b donne les indices de gel FI<sub>30</sub> de la période 1928-56, soit ceux qui ont permis, par corrélation avec les températures moyennes de la période 1931 à 1970, l'édition de la carte des indices de gel faisant partie intégrante de la norme actuelle SN 670'140a : gel. Leur comparaison avec ceux calculés pour la période 1956 à 1990 n'est possible que pour les stations possédant quelque 60 ans de mesures des températures moyennes journalières, à savoir sur un peu plus du tiers des stations. La moyenne des différences, positives et négatives, est de 9,4% avec un maximum de 25% pour la station d'Altdorf.



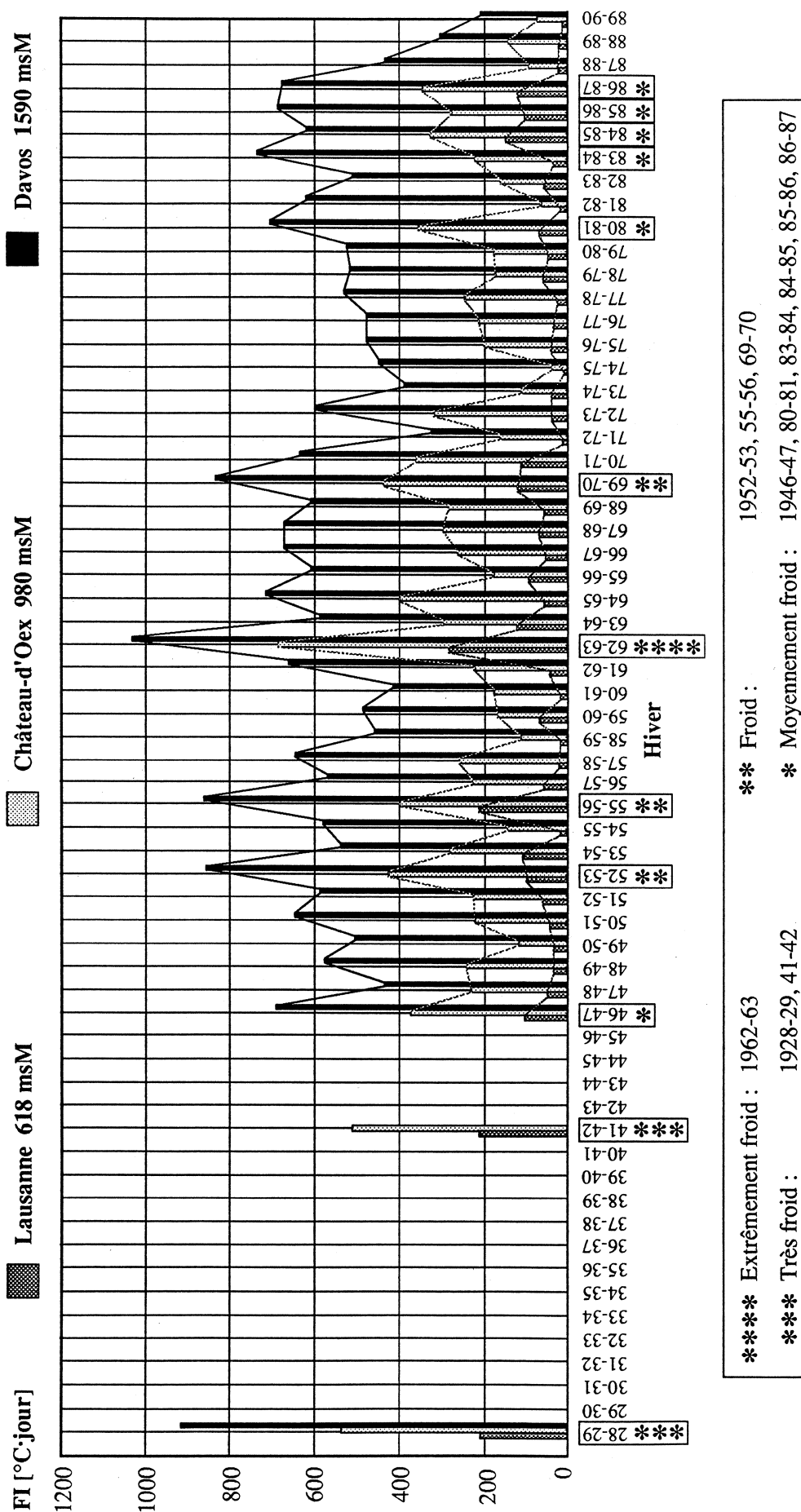


Fig 3.20 Les hivers les plus froids depuis 1928.

La représentation de l'hiver 1941-42 est trompeuse car le FI de Davos manque. Avant 1946, la rigueur des hivers avait été évaluée sur la base de leurs températures moyennes et seuls les indices de gel des hivers les plus froids avaient été calculés.



| Station                       | Coordonnées<br>[m / m] | Altitudes<br>[msM] | FI30<br>1956-90<br>[°C·jour] | FI30<br>1928-56<br>[°C·jour] |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Aarau                         | 645'850 / 246'170      | 408                | 248                          | 297                          |
| Airolo                        | 688'930 / 153'450      | 1149               | 391                          | 326                          |
| Altdorf                       | 691'000 / 191'750      | 451                | 179                          | 224                          |
| Altstätten SG                 | 758'700 / 250'130      | 474                | 345                          |                              |
| Arosa                         | 770'730 / 183'280      | 1847               | 862                          |                              |
| Bad Ragaz                     | 756'920 / 209'400      | 496                | 308                          |                              |
| Basel Binningen               | 610'820 / 265'620      | 317                | 251                          | 292                          |
| Bern-Liebefeld                | 598'610 / 197'470      | 570                | 297                          | 321                          |
| Bever                         | 787'840 / 158'320      | 1712               | 1269                         |                              |
| Biel                          | 586'450 / 219'400      | 434                | 271                          |                              |
| Château-d'Oex                 | 576'970 / 147'280      | 980                | 500                          | 484                          |
| Chur                          | 759'030 / 191'280      | 586                | 283                          | 319                          |
| Davos                         | 783'575 / 187'475      | 1590               | 863                          | 873                          |
| Delémont                      | 593'380 / 245'220      | 416                | 328                          |                              |
| Disentis                      | 708'350 / 173'800      | 1180               | 413                          |                              |
| Einsiedeln                    | 699'750 / 220'350      | 910                | 526                          |                              |
| Engelberg                     | 674'100 / 185'900      | 1018               | 525                          | 510                          |
| Fey Nendaz                    | 586'725 / 115'180      | 728                | 240                          |                              |
| Fribourg                      | 575'280 / 179'880      | 634                | 310                          | 324                          |
| Genève-Aéroport               | 498'920 / 122'710      | 430                | 146                          | 174                          |
| Glarus 57/58-73/74            | 722'320 / 212'960      | 493                | ▼                            |                              |
| Glarus 75/76-89/90            | 723'870 / 211'820      | 470                | 370                          | 391                          |
| Göschenen                     | 687'730 / 169'030      | 1111               | 462                          |                              |
| Grand-St-Bernard              | 579'200 / 79'720       | 2479               | 1526                         |                              |
| Heiden                        | 758'110 / 256'960      | 811                | 418                          |                              |
| Interlaken                    | 632'700 / 170'680      | 574                | 257                          | 230                          |
| Jungfrauoch                   | 641'930 / 155'300      | 3572               | 3194                         |                              |
| La Chaux-de-Fonds 57/58-80/81 | 551'060 / 214'040      | 1060               | ▼                            |                              |
| La Chaux-de-Fonds 80/81-89/90 | 551'290 / 215'150      | 1018               | 411                          | 423                          |
| Langenbruck                   | 624'630 / 244'230      | 740                | 363                          |                              |
| Langnau i.E                   | 626'850 / 198'790      | 695                | 368                          |                              |
| Lausanne                      | 539'000 / 153'300      | 618                | 179                          | 206                          |
| Locarno-Monti                 | 704'220 / 114'370      | 379                | 42                           |                              |
| Lugano                        | 717'880 / 95'890       | 276                | 37                           |                              |
| Luzern                        | 665'520 / 209'860      | 456                | 273                          | 277                          |
| Meiringen                     | 657'590 / 175'560      | 632                | 300                          |                              |
| Mont Soleil                   | 566'260 / 223'170      | 1180               | 445                          |                              |
| Montana                       | 603'580 / 129'150      | 1495               | 442                          |                              |
| Montreux-Clarens              | 558'550 / 143'620      | 408                | 125                          |                              |
| Neuchâtel                     | 563'110 / 205'600      | 487                | 216                          | 241                          |
| Oeschberg                     | 613'000 / 219'650      | 482                | 351                          |                              |

Fig. 3.21a Indices de gel FI30 (suite sur la page suivante)

| Station            | Coordonnées        | Altitudes | FI30      | FI30      |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
|                    |                    |           | 1956-90   | 1928-56   |
|                    | [m / m]            | [msM]     | [°C·jour] | [°C·jour] |
| Olten              | 634'530 / 243'750  | 413       | 261       |           |
| Reckingen          | 661'720 / 146'700  | 1325      | 766       |           |
| Rheinfelden        | 627'510 / 268'200  | 271       | 231       |           |
| Robbia / Poschiavo | 801'870 / 136'370  | 1078      | 351       |           |
| S.Maria / Müstair  | 828'760 / 165'350  | 1390      | 541       |           |
| Säntis             | 744'180 / 234'920  | 2500      | 1621      |           |
| Schaffhausen       | 688'720 / 282'820  | 457       | 304       | 358       |
| Scuol (Schuls)     | 817'470 / 186'600  | 1295      | 728       | 736       |
| Sion               | 593'850 / 120'700  | 542       | 207       | 211       |
| St. Gallen         | 748'500 / 256'300  | 664       | 380       | 402       |
| St. Moritz         | 784'300 / 152'420  | 1832      | 1015      | 839       |
| Vicosoprano        | 767'950 / 135'580  | 1065      | 216       |           |
| Weissfluhjoch      | 780'600 / 189'580  | 2667      | 1785      |           |
| Zermatt            | 624'350 / 97'550   | 1638      | 711       | 693       |
| Zürich             | 685'100 / 248' 600 | 569       | 287       | 288       |

Fig. 3.21b Indices de gel FI<sub>30</sub> (suite)

Remarquons à propos du calcul de l'indice de gel FI<sub>30</sub> que les 3 hivers les plus froids d'une même période de trente ans dépendent de la station de mesure. Ils ne sont pas les mêmes pour toutes les stations. La figure 3.22 montre, pour quelques stations caractéristiques, les hivers à la base du calcul de FI<sub>30</sub> pour la période 1959 à 1990. Il est intéressant de constater sur cette figure, qu'en haute altitude (Jungfrauoch, 3572 msM et Weissfluhjoch, 2667 msM), l'hiver 1969-70 a été plus froid que l'hiver 1962-63 qui est, pour les stations de plaine, de loin l'hiver le plus froid de la période 1956-90. Pour le Jungfrauoch, c'est en fait toute l'année 1969-70 qui a été la plus froide car les températures y sont presque toujours négatives.

| Station            | 1 <sup>er</sup> hiver<br>le plus froid<br>FI an<br>[°C·jour] | 2 <sup>ème</sup> hiver<br>le plus froid<br>FI an<br>[°C·jour] | 3 <sup>ème</sup> hiver<br>le plus froid<br>FI an<br>[°C·jour] | FI <sub>30</sub><br>[°C·jour] |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Aarau              | 391 62-63                                                    | 188 70-71                                                     | 164 63-64                                                     | 248                           |
| Airolo             | 541 62-63                                                    | 332 69-70                                                     | 299 70-71                                                     | 391                           |
| Basel Binningen    | 413 62-63                                                    | 178 84-85                                                     | 163 85-86                                                     | 251                           |
| Bern-Liebefeld     | 458 62-63                                                    | 227 84-85                                                     | 205 63-64                                                     | 297                           |
| Bever              | 1482 62-63                                                   | 1185 69-70                                                    | 1141 70-71                                                    | 1269                          |
| Chur               | 426 62-63                                                    | 216 80-81                                                     | 206 84-85                                                     | 283                           |
| Davos              | 1026 62-63                                                   | 830 69-70                                                     | 734 83-84                                                     | 863                           |
| Delémont           | 485 62-63                                                    | 262 70-71                                                     | 236 84-85                                                     | 328                           |
| Fribourg           | 481 62-63                                                    | 241 84-85                                                     | 208 63-64                                                     | 310                           |
| Genève-Aéroport    | 200 62-63                                                    | 132 84-85                                                     | 106 70-71                                                     | 146                           |
| Interlaken         | 373 62-63                                                    | 203 80-81                                                     | 196 84-85                                                     | 257                           |
| Jungfraujoch       | 3232 69-70                                                   | 3195 74-75                                                    | 3155 64-65                                                    | 3194                          |
| La Chaux-de-Fonds  | 449 62-63                                                    | 423 80-81                                                     | 361 86-87                                                     | 411                           |
| Lausanne           | 278 62-63                                                    | 144 84-85                                                     | 115 63-64                                                     | 179                           |
| Lugano             | 52 62-63                                                     | 37 84-85                                                      | 23 70-71                                                      | 37                            |
| Mont Soleil        | 571 62-63                                                    | 435 69-70                                                     | 329 64-65                                                     | 445                           |
| Montana            | 515 62-63                                                    | 412 80-81                                                     | 398 69-70                                                     | 442                           |
| Montreux-Clarens   | 194 62-63                                                    | 106 84-85                                                     | 75 70-71                                                      | 125                           |
| Reckingen          | 916 62-63                                                    | 725 69-70                                                     | 657 80-81                                                     | 766                           |
| Robbia / Poschiavo | 513 62-63                                                    | 276 68-69                                                     | 265 85-86                                                     | 351                           |
| Sion               | 272 62-63                                                    | 181 80-81                                                     | 169 84-85                                                     | 207                           |
| St. Moritz         | 1197 62-63                                                   | 999 69-70                                                     | 848 61-62                                                     | 1015                          |
| St. Gallen         | 572 62-63                                                    | 288 84-85                                                     | 280 86-87                                                     | 380                           |
| Weissfluhjoch      | 1855 69-70                                                   | 1770 64-65                                                    | 1731 62-63                                                    | 1785                          |
| Zermatt            | 799 62-63                                                    | 745 69-70                                                     | 589 85-86                                                     | 711                           |
| Zürich             | 453 62-63                                                    | 204 63-64                                                     | 203 84-85                                                     | 287                           |

Fig. 3.22 Hivers de calcul de l'indice de gel FI<sub>30</sub> pour quelques stations caractéristiques

## **4. Corrélations et points particuliers**

## 4.1 Corrélation en fonction de l'altitude

L'indice de gel  $FI_{30}$ , soit la moyenne des trois indices les plus élevés des derniers trente ans, peut être corrélé avec les températures moyennes des mois de gel ou avec l'altitude. La corrélation avec les températures moyennes des mois de gel n'est pas très intéressante car l'indice de gel est obtenu au moyen des températures moyennes journalières à la base de ces moyennes. Cette corrélation donne ainsi un facteur de corrélation très proche de l'unité (0.98 dans [1]).

La corrélation avec l'altitude est beaucoup plus intéressante car, notamment, elle permet d'évaluer l'indice de gel  $FI_{30}$  sans que les températures moyennes journalières pendant une période de trente ans soient connues. Cette dernière corrélation est nonobstant moins bonne du fait des nombreux microclimats dépendant de l'altitude et des régions.

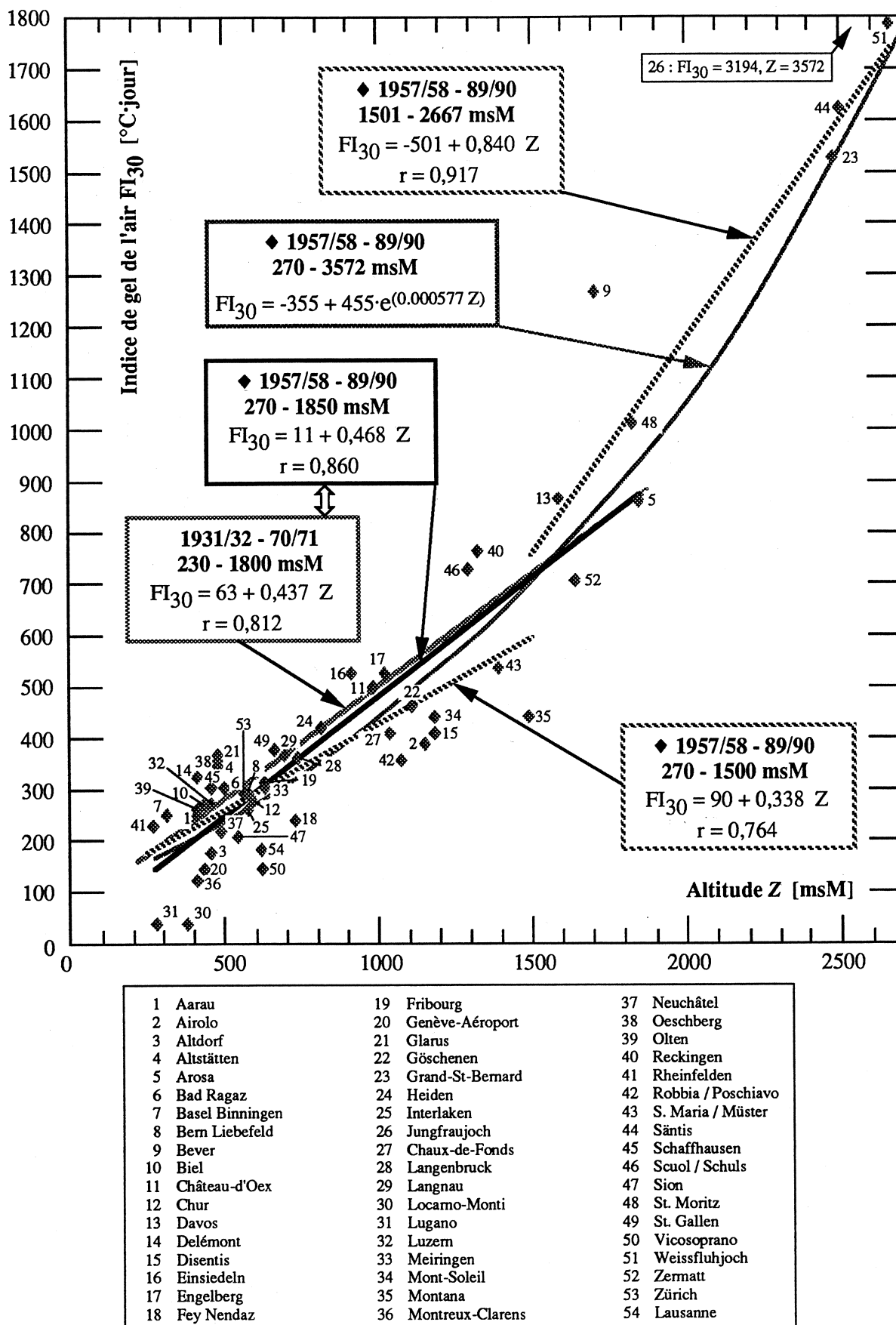
Sur la figure 4.1 nous avons reporté, en fonction de l'altitude, tous les indices  $FI_{30}$  qui ont pu être calculés pour les hivers 1956-57 à 1989-90. Sur cette base nous avons établi diverses corrélations :

- Linéaire, pour les stations dont l'altitude est comprise entre 270 et 1500 msM; toutes les autoroutes et la plupart des routes principales et secondaires suisses se trouvent dans cet intervalle.
- Linéaire, pour les stations dont l'altitude est comprise entre 1501 et 2667 msM; c'est la zone des routes de haute montagne et notamment celle des grands cols alpins.
- Exponentielle, pour toutes les stations météorologiques (270 à 3572 msM). Cette corrélation a un but général voire scientifique; elle ne devrait cependant pas être extrapolée au-dessous de 200 et au-dessus 4000 msM.
- Linéaire, pour les stations dont l'altitude est comprise entre 270 et 1850 msM; cette corrélation a été établie dans le but de comparer les indices  $FI_{30}$  de la période 1956-90 à ceux de la période comprise entre les hivers 1931-32 et 1970-72 [2], à savoir les indices qui ont permis d'établir la carte des indices de gel annexée à la norme SN 670'140a : gel.
- Enfin, nous avons reporté sur cette figure la corrélation linéaire établie pour la période comprise entre les hivers 1931-32 et 1970-72 pour permettre la comparaison décrite ci-avant.

Toutes ces corrélations démontrent une assez forte dispersion des indices de gel  $FI_{30}$ . Elle provient des nombreux microclimats dépendant de l'altitude et des régions et, en particulier, des cuvettes froides dont nous parlerons plus loin. La grande variabilité spatiale des mesures de températures dans un pays au relief tourmenté comme la Suisse fait qu'un indice  $FI_{30}$  n'est valable qu'à l'endroit de la station de mesure et que quelques centaines de mètres plus loin, par exemple sur un coteau dominant la station si elle se trouve dans une cuvette froide, cet indice peut être, dans ce cas, plus faible alors que l'altitude est plus élevée!

Sur la figure 4.1, les grandes différences entre les droites de régression et le  $FI_{30}$  de la station sont souvent le propre :

- De cuvettes froides caractéristiques (Bever, Reckingen par exemple); dans ce cas l'indice est supérieur à celui donné, pour une même altitude, par la droite de régression.
- De versants de grande surface exposés plutôt au Sud où l'air se réchauffe par contact avec le sol soumis à une radiation solaire importante, à savoir un effet indirect de la radiation solaire (Montana par exemple); dans ce cas l'indice est inférieur à celui donné, pour une même altitude, par la droite de régression.

Fig. 4.1 Corrélation des indices de gel  $FI_{30}$  avec l'altitude

Au sujet de Bever et de la cuvette froide de la Haute-Engadine, il est, à première vue, curieux de constater que le  $FI_{30}$  de la station de St. Moritz, située dans la même cuvette à quelque 7 km de la station de Bever, est très proche de la droite de régression alors que celui de Bever en est très éloigné. L'explication provient probablement et en partie de la situation de la station météorologique de St. Moritz qui se trouve dans le village exposé au Sud-Est à 1832 msM soit 64 m au-dessus du fond de la cuvette constitué à cet endroit par le lac de St. Moritz alors que la station de Bever (1712 msM) est presque au point bas de la cuvette.

## 4.2 Carte des indices de gel

Sur la figure 4.1, une comparaison est établie entre la corrélation linéaire des  $FI_{30}$  en fonction de l'altitude pour la période comprise entre les hivers 1956-57 et 1989-90 et celle comprise entre les hivers 1931-32 à 1970-71; les indices de gel  $FI_{30}$  de cette dernière période ainsi que la corrélation linéaire correspondante sont à la base de la carte des indices de gel annexée à la norme actuelle sur le gel (SN 670'140a).

Cette comparaison montre que les deux droites sont très proche l'une de l'autre et, qu'ainsi et d'une manière générale, la carte des indices de gel dans sa forme actuelle reste valable.

La plus importante différence constatée est propre à la Haute-Engadine dont le fond se trouve, sur la carte des indices de gel, dans la zone des indices de gel compris entre 800 et 1000 °C·jour alors que les  $FI_{30}$  de la période 1956-90 la placerait, jusque plus bas que Bever, dans la zone des indices de gel > 1000 °C·jour.

## 4.3 Effet des cuvettes froides

Comme indiqué plus haut, la dispersion que l'on peut constater dans les corrélations entre l'indice de gel  $FI_{30}$  et l'altitude provient surtout des nombreuses cuvettes froides qui parsèment le relief de la Suisse.

Dans une cuvette froide et pendant les nuits claires, les radiations à ondes longues émises par la surface du sol vers l'espace refroidissent le sol qui lui-même refroidit la couche d'air superficielle; s'il n'y a pas de vent, cet air plus froid, donc plus lourd, s'écoule vers le fond de la cuvette où il stagne jusqu'à ce qu'un vent se lève ou que les conditions météorologiques changent. On dit alors qu'il y a inversion de température car la température de l'air dans le fond de la cuvette est plus faible que celle des couches supérieures, alors que le gradient thermique de l'atmosphère est normalement inverse. Ces cuvettes peuvent avoir quelques kilomètres comme quelques dizaines de kilomètres de largeur ou de longueur. Dans les régions vallonnées ou montagneuses, la formation de cuvettes froides en automne ou en hiver est très fréquente.

Deux des plus importantes cuvettes froides de Suisse sont la Haute-Engadine et la grande combe du Jura se développant de La Chaux-de-Fonds à La Brévine.

En Haute-Engadine, la température moyenne de janvier est de -9.8° C à Bever (1712 msM) alors qu'à quinze kilomètres de là, au col du Julier (2237 m), elle n'est que de -8.3° C.

A La Chaux-de-Fonds, le remplacement en 1980 de l'ancienne station météorologique par une station automatique permet de faire une très intéressante constatation sur l'effet d'une cuvette froide ainsi que sur la grande variabilité spatiale des mesures de températures.

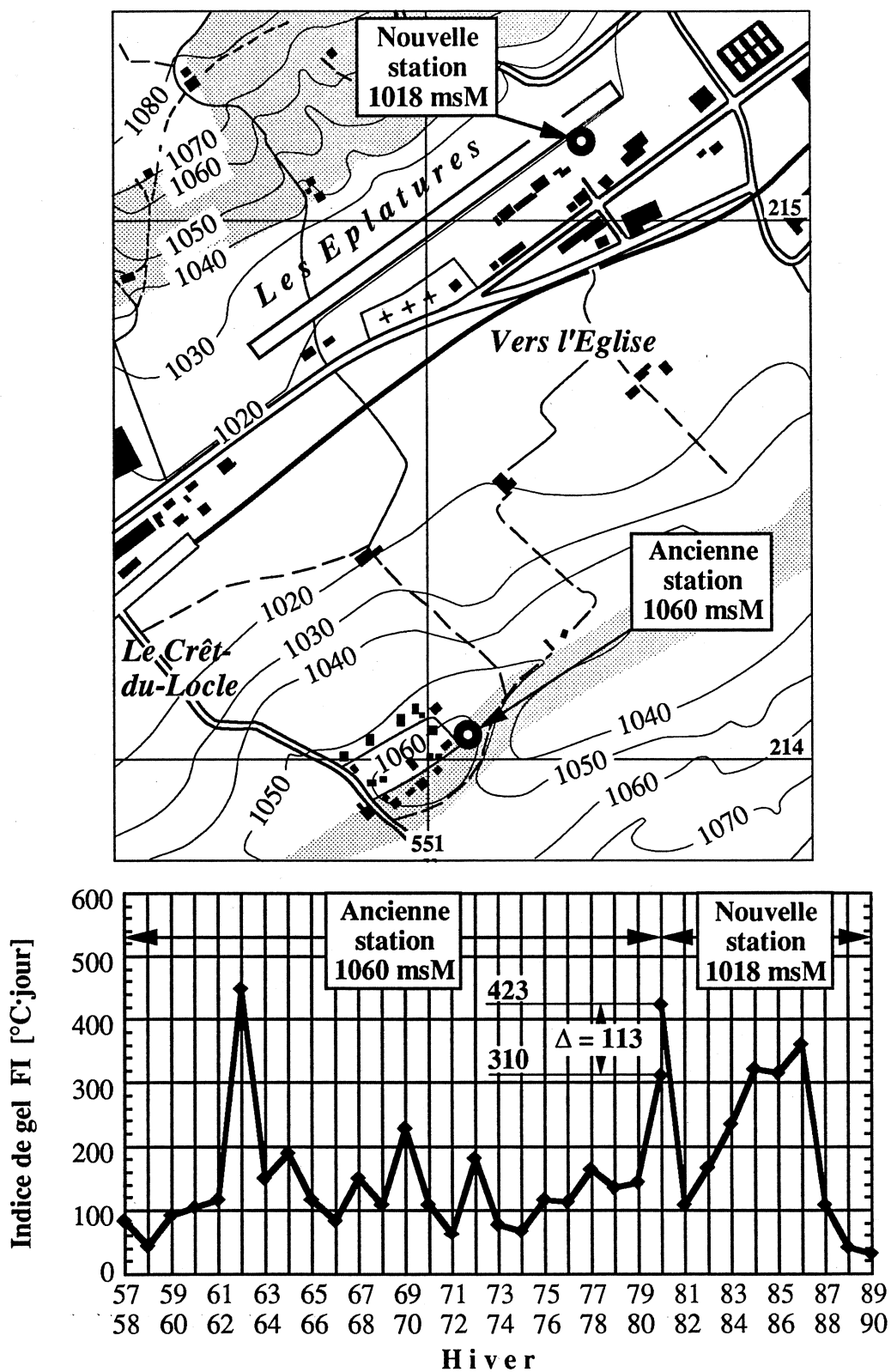


Fig. 4.2 Effet d'une cuvette froide : La Chaux-de-Fonds



L'ancienne station se trouvait sur un petit coteau dominant le fond de la cuvette de quelque 40 mètres (Fig. 4.2). La nouvelle est placée en bordure de la piste de l'aérodrome des Eplatures, soit au fond de la cuvette. Cette nouvelle station est à une distance de 1100 m de l'ancienne et 42 m plus bas.

Pendant l'hiver 1980-81 les mesures de températures ont été réalisées en parallèle sur les deux stations. L'indice de gel calculé avec les températures de la nouvelle station a été, durant cet hiver, de 113 °C·jour plus élevé que celui calculé avec les températures de l'ancienne station située 42 m plus haut (bas de la Fig. 4.2). Cette différence, provenant probablement en grande partie de l'effet de cuvette froide, est considérable. Il se peut cependant que les thermomètres utilisés dans l'ancienne et la nouvelle station soient responsables d'une partie de cette différence.

# Références

- [1] M DYSLI. *Révision des normes de dimensionnement au gel*. Rapport de recherche No 145 de l'Office Fédéral des Routes, 1987.
- [2] M DYSLI. *Le gel et son action sur les sols et les fondations*. Presses Polytechniques et Universitaires Romande, 1991.
- [3] *Untersuchung des Frostverhältnisse von 35 schweizerischen Stationen. Bestimmung des Frostindices*. Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau der ETHZ, Erdbauabteilung, Zürich, 1959.
- [4] *L'indice de gel des 3 hivers les plus froids entre 1927 et 1957*. Laboratoire de géotechnique de l'EPUL, Lausanne, 1968.