

Les gels printaniers dans le Valais central et leur prévision

par R. CLAUSEN, Sion

1. *Introduction.* — La crainte des gels varie suivant les régions et les cultures que l'on y rencontre. On distingue les gels d'automne, d'hiver et de printemps, et quoique tous trois soient funestes aux végétaux, ce sont ceux de printemps qui, généralement, sont les plus néfastes. Ils arrivent dans la période de développement des plantes, où celles-ci sont particulièrement sensibles, et, atteignant d'un coup les plantes maraîchères, celles de grandes cultures, les arbres fruitiers et la vigne, ils causent, même si leur intensité n'est pas grande, des dégâts appréciables. En 1938, lors des gels printaniers, extraordinaires il est vrai, les dégâts causés aux arbres fruitiers et à la vigne furent considérables. Le rendement brut de ces cultures en Suisse, calculé par le Secrétariat des Paysans suisses à Brougg, de Fr. 31,7 millions inférieur à celui de l'année précédente, (Schweiz. Zeitschrift f. Obst- u. Weinbau, 1939, p. 37), donne une idée approximative de pertes, dont une large part doit être attribuée à ces gels. En Valais, la récolte des abricots atteignit, dans cette année, le chiffre minimum de 480,000 kg. (récolte en 1939 : 4,200,000 kg.).

La probabilité de gel est régulièrement distribuée sur toute l'époque critique, suivant les régions, du début de l'année jusqu'au mois de juin. L'air ne se réchauffe que lentement après l'hiver, les couches supérieures de l'atmosphère sont encore très froides, leur transparence plus grande et leur degré hygrométrique plus faible qu'en été. Ces circonstances permettent un fort rayonnement nocturne. Les cultivateurs de l'Afrique du Nord et du Midi redoutent ces gels dans les premiers mois de l'année. Nous les appréhendons en avril et en mai, alors qu'en juin ils ne

s'observent plus que sur les hauteurs. Dans les pays nordiques, particulièrement en Suède et en Finlande, ce sont ces gels de juin qui sont à craindre, mais D a v y (1888) signale que, même à Rome, sur une période de 10 ans, 9 gelées blanches furent encore enregistrées en juin.

Le problème du gel se divise en deux parties : sa prévision et sa lutte. Toutes deux ont trouvé d'ardents pionniers et enregistré, au cours des années, d'importants progrès. Cependant, alors que la lutte contre le gel tend apparemment vers un but précis, sa prévision, reposant sur un complexe de facteurs changeants, reste encore vague et surtout n'a pas pénétré dans les cercles intéressés. On pressent un gel sans pouvoir lui donner de limites définies, ce qui rend sa lutte incertaine ou onéreuse.

Le présent travail, tout en orientant sur le problème du gel en général, donne quelques indications quant à sa prévision. Le tout est traité d'une façon incomplète, car, ne possédant que des données sur la température de l'air, c'est le facteur que nous avons travaillé, en passant sous silence les autres éléments météorologiques influençant ce phénomène complexe du gel nocturne. Les météorologistes regarderont donc dans ce travail une contribution au problème posé venant de la part d'un entomologiste, disposant de données sur la température de l'air et cherchant à en sortir quelques indications pratiques, et non le travail accompli d'un de leurs collègues. Si cependant nous avons présenté la question sous cette forme, tout en laissant complètement de côté le problème de la lutte contre le gel, c'est bien pour faire ressortir que ce dernier ne trouvera sa solution vraiment rationnelle que lorsque, dans la plaine valaisanne, ces observations auront été continuées et surtout étendues à d'autres facteurs, et que, grâce à la collaboration étroite avec la Station Centrale Suisse de Météorologie de Zurich, la « base scientifique du gel », englobant un service d'informations, y aura été posée.

Nous adressons des sentiments de gratitude à M. le Conseiller d'Etat Troillet, pour l'intérêt qu'il porte à tous les travaux de la Station d'entomologie, et l'encouragement que nous trouvons toujours auprès de lui. Notre reconnaissance va également à M. A. Luisier, directeur de l'Ecole d'agriculture et des Stations agricoles de Châteauneuf, pour sa bienveillance et ses conseils pratiques, à M. le Professeur Dr J. Lugeon, Zurich, et au Rév. Père

Ildephonse, Couvent des Capucins, Sion, pour la littérature signalée et les nombreux renseignements donnés.

2. *Les gels en Valais.* — La plaine valaisanne, cette dépression fermée, bordée au nord par les sommets des Alpes bernoises et au sud par ceux des Alpes valaisannes, jouit d'un climat particulier, y permettant des cultures diverses, uniques en Suisse. Si cependant, le contraste est frappant entre les abricotiers fleurissant le 10-12 avril, et la neige, à quelques centaines de mètres plus haut, les différences des températures journalières n'en sont pas moins grandes et les dangers de gel élevés. Vu l'importance des cultures, un seul gel peut prendre une ampleur catastrophique.

B ü h r e r (1897), dans son intéressante étude sur le climat du Valais, indique le 30 mars (M a u r e r, 1909, le 26 mars) comme, en moyenne, dernier jour de gel enregistré à Sion. Cette date ne correspond pas à la « réalité agricole » et ne peut être prise en considération, de même que les précieuses observations fixées dans les Annales de la Station Centrale Suisse de Météorologie, poste d'observation au Couvent des Capucins à Sion, qui toutes sont effectuées à des heures déterminées, pour le matin à 7 h. 30, et n'indiquent pas le minimum de la nuit. Prenons, par exemple, les 15 dernières années, nous voyons que 1929 à 1932 ainsi que 1934 ont été épargnées des gels, alors que dans toutes les autres, ce fléau a laissé des traces profondes, sans que des chiffres indiquant les minimums enregistrés à Sion se trouvent dans les Annales mentionnées. Ce sont donc des observations faites dans les cultures, et donnant aussi exactement que possible le minimum de la nuit, que nous devons prendre comme fondement de ces considérations. Celui-ci a été posé par la Commission cantonale pour la lutte contre le gel, président M. le Dir. A. Luisier, Châteauneuf, lors de sa résolution d'installer des thermographes dans certaines cultures du Valais central. Ces appareils fonctionnèrent durant les mois d'avril et de mai, pour certains endroits dès 1938. C'est sur les données ainsi récoltées, bien que d'une exactitude relative, (différences dans le réglage des appareils, fonctionnement, position, etc.) que nous avons établi les comparaisons que nous présentons par la suite. Pour certains postes nous disposons de plus de 200 observations, dans leur ensemble d'un total de 2816 (ce qui sert de base aux petites moyennes, tableau 5), dont 1392 où le refroidissement nocturne

fut relativement fort (ce qui fut la base des grandes moyennes indiquées dans le tableau 6). La figure 1 illustre la position des thermographes, qui furent distribués en trois groupes :

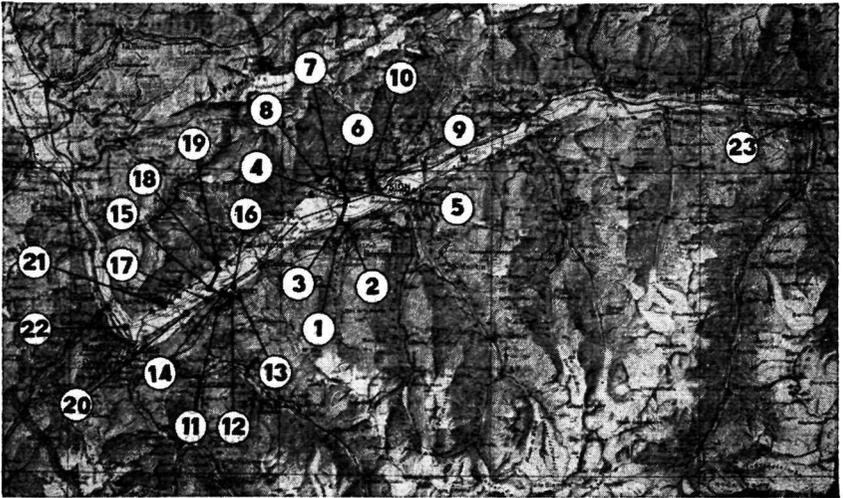


Fig. 1. Répartition des postes d'observations munis de thermographes

Autorisé officiellement le 3 mars 1942 : No 6464 ACF 3.10.1939

Un premier, stations 1 à 10, fut réparti dans une coupe à travers la vallée du Rhône, allant de Basse-Nendaz à Erde-Conthey et Sion. Châteauneuf en était le centre. A cet endroit s'ouvrent deux vallées latérales, celle de la Morge, du versant des Alpes bernoises, et celle de la Printze, de celui des Alpes valaisannes, et il paraissait intéressant d'observer l'influence que pourraient avoir ces vallées sur le refroidissement de la plaine. Un second groupe de thermographes, stations 11 à 19, fut échelonné dans un profil transversal à la vallée allant de Sapinhaut-Saxon à Saillon-coteau, avec Saxon comme pivot. Ici, aucune vallée latérale ne débouche dans la plaine. Finalement quelques appareils furent disséminés à divers endroits de la plaine.

Voici quelques indications sur les emplacements de ces 23 appareils, qui tous furent posés horizontalement sur une caisse à fruits retournée, à 50 cm. de hauteur, et abrités d'une seconde harasse couverte de tôle, papier goudronné, ardoise ou sac avec terre. Les thermomètres étaient toujours dirigés vers le nord.

1 : Basse-Nendaz, 1000 m., 3 ans¹, 89/41², terrain ouvert, noirâtre, dans pente inclinée à 20 % au NE, arbres fruitiers à proximité ; gorges de la Printze à 4-500 m. ; forêts à 800-1000 m., surtout au S.

2 : Baar-Nendaz, Grands Champs, 720 m., 4 ans, 193/92, terrain engazonné, vert, dans pente inclinée au N-NW, parmi des arbres fruitiers ; gorges de la Printze à 5-600 m. ; petites forêts à 2-500 m.

3 : Aproz, 495 m., 2 ans, 92/32, terrain engazonné, vert, parmi des abricotiers ; entrée des gorges de la Printze à 300 m.

4 : Châteauneuf, Ecole d'agriculture, 485 m., 4 ans, 184/101, terrain ouvert, gris, entre lignées d'arbres fruitiers en contre-espalier ; canal d'eau à 60 m. ; forêts, terrains humides, bas-fonds à 2-500 m. au S et E ; colline de Maladeires à 50 m. au N.

5 : Pont de la Morge, Mont d'Or, 565 m., 1 an, 54/34, terrain ouvert, brun, pente légèrement inclinée au SW, entre lignées de ceps ; maison noirâtre à 20 m.

6 : Pont de la Morge, Domaine de Châtroz, 525 m., 3 ans, 134/60, terrain ouvert, gris, dans vallonement abrité formé par le pied du coteau, la Tournelette et le Mont d'Orge, à proximité de vignes ; maison rose à 60 m. ; la Morge à 120 m. ; forêts à 150 m. au SW.

7 : Conthey, au-dessous de la route cantonale, à 200 m. des premières maisons de Sensine, 675 m., 3 ans, 140/64, au milieu de pente engazonnée, verte, inclinée à 15 % au SE, pommiers et vignes à proximité ; sol un peu humide à 15 m. ; la Morge à 1000 m.

8 : Conthey, Erde, 792 m., 3 ans, 150/74, terrain ouvert, brun, coteau incliné à 10 % au S-SE, maison blanche à 15 m.

9 : Sion, Chanterie, 560 m., 2 ans, 100/51, dans allée de gravier gris, à proximité d'arbustes verts qui l'ombrageaient et de gazon ; maison gris-clair à 10 m. au NW.

10 : Sion, Diolly, 690 m., 2 ans, 91/49, terrain ouvert, gris, au milieu de pente inclinée à 10 % au S, à proximité de ceps ; source à 25 m.

¹ indique le nombre d'années d'observations depuis 1938.

² le premier chiffre indique le total de toutes les observations de ce poste, (base des petites moyennes), le second, le total des observations faites par temps clair ou autres conditions, lorsque la chute nocturne de température fut relativement forte (base des grandes moyennes).

11 : Saxon, Sapinhaut, 915 m., 3 ans, 150/70, sur pente engazonnée, verte, inclinée à 15 % au N-NE ; maison de bois gris à 20 m. ; forêts à 2-300 m. de chaque côté.

12 : Saxon-coteau, Champ passé, 565 m., 4 ans, 209/103, sur pente ouverte, gris-brun, inclinée à 20 % au N-NW, abricotiers et vignes à proximité ; torrent à 100 m. ; forêts à 150 m. au S.

13 : Saxon-coteau, Chargeux, 620 m., 1 an, 62/27, au bas de pente engazonnée, verte, inclinée à 12 % au N-NW, abricotiers à proximité ; source à 30 m., terrain un peu humide ; torrent à 40 m. ; forêts à 100 m. au couchant.

14 : Saxon-Gottfrey, Grandes Barres, 475 m., 3 ans, 128/68, terrain ouvert, brun-gris, vigne à proximité, au bas de pente inclinée à 5 % au N-NW.

15 : Saxon-plaine, Grande Toulaz, 468 m., 4 ans, 212/111, terrain ouvert, gris ; maison grise à 12 m. ; Rhône à 150 m.

16 : Saxon-plaine, Praz Bovey d'Avaux, 470 m., 4 ans, 192/102, au pied d'un jeune abricotier, sur sentier brun de fraisière verte ; maison brun-gris à 15 m.

17 : Saxon-plaine, les Pralongs, 469 m., 1 an, 49/31, terrain ouvert, brunâtre, abricotiers à 3-8 m ; maison rose à 20 m. ; canal Riddes-Martigny à 65 m.

18 : Saillon-plaine, Ferme des Vergers, 470 m., 4 ans, 201/97, terrain engazonné, vert, arbres à 15 m. ; maison blanche à 25 m. ; la Sarvaz à 100 m. au N., puis 150 m. plus loin le mont rocheux ; forêts et ancien bras du Rhône à 3-800 m.

19 : Saillon-coteau, Sarvaz, 535 m., 3 ans, 104/54, terrain ouvert, gris, au milieu de pente inclinée à 30 % au S-SE, entre ceps ; la Sarvaz à 300 m. au S ; forêts à 300 m. au N.

20 : Charrat, Domaine Sarvaz No 2, 465 m., 3 ans, 104/52, terrain ouvert, brunâtre, parmi arbres fruitiers.

21 : Fully, Domaine Charriot, 468 m., 3 ans, 95/47, sur sentier brun-noir, un peu tourbeux, de fraisière verte, terrain un peu humide ; source et canal-égout à 10 m. ; marais à 100 m. ; maison grise à 20 m. ; endroit très calme sans courant.

22 : La Bâtiaz, Ferme Perren, 464 m., 1 an, 37/15, au milieu de la plaine du Rhône, après le coude de Martigny, terrain ouvert, brun-clair.

Tableau 1

TOTAL RELATIF DES NUITS ET HEURES DE GEL ENREGISTREES DURANT LES MOIS D'AVRIL ET DE MAI

Poste N° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1938																							
nuits	21	25	—	29	18	—	—	—	—	—	—	15	—	—	20	20	27	22	—	—	—	—	—
heures	192	157		148	95							66			98	92	132	82					
1939																							
nuits	0	2	1	7	—	1	0	2	1	0	2	0	—	1	1	1	—	4	0	1	1	—	—
heures	0	6	5	25		1	0	9	1	0	13	0		4	4	5		14	0	4	7		
1940																							
nuits	9	9	—	11	—	4	4	7	4	10	12	5	—	6	7	6	—	7	1	6	5		
heures	66	45		52		13	13	43	14	65	94	22		26	33	20		32	4	26	17	—	—
1941																							
nuits	—	12	1	13	—	4	5	11	—	—	10	3	5	2	4	8	—	12	3	5	6	3	5
heures		66	5	60		21	28	56			59	24	39	14	20	31		55	12	19	29	19	20
Total																							
nuits	30	48	2	60	18	9	9	20	5	10	24	23	5	9	32	35	27	45	4	12	12	3	5
heures	258	274	10	285	95	35	41	108	15	65	166	112	39	44	155	148	132	183	16	49	53	19	20

23 : Viège, Kleegärten, 644 m., 1 an, 46/17, au milieu de la plaine, terrain ouvert, gris, entre pommiers et groseilliers ; maison brune à 50 m.

Les thermogrammes nous ont permis de déterminer le nombre de nuits et d'heures de gel dans chacun de ces postes. Nous reproduisons ces résultats dans le tableau 1, où les No des postes ou stations correspondent à ceux indiqués plus haut. Il n'est pas superflu de relever encore la relativité des chiffres donnés. Nous avons considéré comme gel toute température, sous abri et à 50 cm. de hauteur, au-dessous de zéro degré. Vu les légers écarts entre les appareils, une faute est possible lorsque la température minimum approche de zéro degré. Dans certains cas, nous avons aussi constaté qu'un appareil ne fonctionna pas durant une nuit où les autres thermographes enregistrèrent justement un gel. Le nombre d'années d'observations ne fut pas non plus le même pour tous les emplacements.

Ce tableau montre certaines différences entre les endroits comparés. Pour la plaine, Châteauneuf, poste 4, enregistre, avec 60 et 285, le maximum de nuits et d'heures de gel, suivi de Sailon-plaine (18), avec 45 nuits, mais seulement 183 heures de gel. Les places de Saxon-plaine, Grande Toulaz (15) et Praz Bovey d'Avaux (16), avec un total d'observations plus élevé et plus complet que Châteauneuf, n'annoncent cependant que 32 et 35 nuits de gel. Pour le coteau, Baar-Nendaz (2) possède, avec 48 et 274, le maximum de nuits et d'heures de gel, mais Sapinhaut (11), pour lequel nous ne disposons que de 3 années d'observations, enregistre 24 et 166 et paraît être encore plus froid. En comparant Châteauneuf avec Baar, on remarque que quoique ce dernier endroit enregistre moins de gels que celui de plaine, leur durée y est relativement plus longue. Les postes du coteau, situés sur la rive droite du Rhône, signalent moins de gels que les correspondants sur la rive gauche, de même que tous les endroits au pied et à mi-coteau. Il est intéressant de relever à cet effet que Saxon-coteau, Champ passé (12), annonce, en 4 ans, moins de gels et d'une plus courte durée que Sapinhaut (11) n'en enregistre en 3 ans.

Durant ces 4 années, les périodes de gel furent différentes. Avril et le début de mai 1938 présentent une suite presque ininterrompue de gels, où ceux du 10 au 11 et du 22 au 23 avril furent les plus intenses, alors qu'en 1939, un premier gel est signalé les 18

et 19 avril et un second vers le 16 mai. En 1940, la période froide s'étend du 5 au 21 avril et un dernier gel est enregistré le 18 mai. En 1941 le gel commence le 2 avril, mais ne devient régulier qu'à partir du 8, et se répète par à-coups jusqu'au 12 mai. Durant ces années, en 1938, 1940 et 1941, les nuits du 10 au 11, et du 11 au 12 avril furent les plus froides. (Luisier et collaborateurs, 1938; Clausen, 1941).

3. *Les conditions atmosphériques durant les nuits de gel.* —

Nous rapprochons les 60 nuits de gel enregistrées à Châteauneuf avec les observations météorologiques faites par la Station Centrale Suisse de Météorologie de Zurich (bulletins quotidiens et station d'observation : Couvent des Capucins, Sion). Comme base comparative de la température, nous choisissons celle inscrite, à 20 h., sur nos bandes thermographiques. C'est celle qui correspond le plus à la température journalière moyenne, qui, d'après Hann-Süring (1939) est la plus constante et s'observe vers 20 heures 15.

La température à Châteauneuf, à 20 h. et 50 cm. de hauteur, durant les mois d'avril et de mai, varie normalement entre 12 et 16°. Cette dernière qui, dans la mesure où l'atmosphère se réchauffe, devrait monter insensiblement, présente des baisses caractéristiques affectant la forme d'une vague. Elle sera, un jour, de 13,5°, le lendemain de 7,5°, puis 6,0° et 1,1°, et remontera insensiblement les jours suivants. Nous donnons un exemple précis :

Avril 1938:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Température de l'air à 20 h. :															
12,0	9,5	7,7	5,7	7,4	7,5	11,0	8,5	7,1	1,0	3,5	6,5	7,0	9,0	11,0	13,5
Température minimum le lendemain matin :															
0,0	-0,5	-2,7	-3,0	-4,2	-3,0	-1,5	-2,0	-1,7	-7,8	-6,2	-4,0+0,2	-2,0	-1,4	-0,5	
Chute de température de 20 h. au minimum :															
12,0	10,0	10,4	8,7	11,6	10,5	12,5	10,5	8,8	8,8	9,7	10,5	6,8	11,0	12,4	14,0

Des faits pareils se constatent du 17 au 24, du 24 au 28 avril et du 28 au 3 mai 1938. En 1939 nous avons une baisse diurne de température allant du 16 au 22 avril ; en 1940, ces périodes de baisse, dès le 6 avril, sont moins marquées, alors qu'en 1941, une de celles-ci se répète du 5 au 14 avril. Dans ces cas, nous avons à faire à des masses d'air venant des régions polaires qui abaissent, dans nos contrées, la température générale de l'air.

En comparant les différences de température d'un jour à l'autre d'un grand nombre d'années, S c h m a u s s, d'après H a n n - S ü r i n g, a déterminé, pour Munich, les retours périodiques de ces vagues glaciales, qu'il nomme « singularités », pour les mois d'avril et de mai, comme suit :

avril : 8, 9, 15 et 26

mai : 4, 15, 16,

et dit qu'à chacune de ces dates une de celles-ci arrive à échéance.

Les bulletins quotidiens de la Station Centrale de Météorologie de Zurich renseignent sur les irruptions d'air nordique que nous ressentons en Suisse. Pour l'année 1938, voici ce que nous lisons dans ces bulletins, illustrant l'exemple donné :

Bulletin du 3 avril : « Un front froid bien marqué se trouvait ce matin à 8 h. sur la ligne Hambourg-Paris. Augmentation de la nébulosité. Baisse de la température de 3 à 4 degrés. Fort vent d'ouest. »

Bulletin du 4 avril : « Les masses d'air froid venant du nord ont déjà envahi toute l'Europe centrale. Encore frais. »

Bulletin du 5 avril : « Le courant d'air venant de l'ouest est devenu plus chaud. »

Les jours suivants, la température continue à hausser, et nous lisons encore :

Bulletin du 8 avril : « Des masses d'air, qui avaient déjà envahi toute l'Allemagne, se dirigent vers le sud, température en baisse. »

Bulletin du 9 avril : « L'invasion d'air froid continue, la température a baissé de 5-7 degrés. Beau, mais assez frais. »

Bulletin du 10 avril : « L'invasion d'air froid sur le continent continue. »

Nous constatons à Châteauneuf, le 10 avril à 20 h., une température de 1,0°, qui représente, comparée à celle des autres jours, le minimum observé.

Bulletin du 11 avril : « La dépression subsiste sur la Méditerranée, le vent du secteur nord continuera à souffler sur notre pays. »

Bulletin du 12 avril : « Température plutôt en hausse ».

Les exemples cités orientent sur la venue de vagues d'air polaire, que les températures enregistrées par nos thermographes, à 20 heures, reproduisent assez fidèlement.

Les bulletins météorologiques donnent des précisions au sujet des autres périodes de baisse diurne de température que nous avons relevées. Le 18 avril 1938, des masses d'air froid envahissent l'Europe centrale et conduisent au gel maximum du 20 avril, (Châteauneuf, 20 h. : $1,1^{\circ}$, le lendemain matin : $-5,4^{\circ}$) ; le 29 avril, le phénomène se répète et il en résulte le gel maximum du 2 mai, ($-3,5^{\circ}$). En 1939, nous apprenons, le 15 avril, l'arrivée de masses d'air maritime plus froid, et constatons la période de gel du 16 au 22 avril ; en 1940, la Station de Météorologie de Zurich annonce, les 3-4 avril, une baisse de la température, la période de gel commence le 6, et en 1941, une dépression est signalée, le 5 avril, sur la Méditerranée, les masses d'air polaire font, le 7 avril, irruption sur le continent, et la période de gel s'étend du 5 au 14, avec le gel maximum de $-6,5^{\circ}$ le 11 au matin. L'arrivée de ces vagues d'air polaire, dont nous enregistrons fréquemment l'influence antérieurement à la communication de la Station de Météorologie, correspond assez exactement avec celle que Schmauss prédit pour Munich.

Cet air glacial provoque premièrement un abaissement de la température des couches supérieures de l'atmosphère, puis, par la suite, de l'air se trouvant dans les vallées. C'est la raison pour laquelle, à leur arrivée, les thermographes placés en altitude enregistrent des gels plus intenses que ceux de la plaine, alors que les jours suivants, la situation est renversée.

Dans la nuit du 3 au 4 avril 1938, nous notons $-4,0^{\circ}$ à Baar (720 m.) et $-2,7^{\circ}$ à Châteauneuf (485 m.), la suivante $-3,0^{\circ}$ aux deux endroits et le 6 avril, au matin, $-2,5^{\circ}$ au coteau et $-4,3^{\circ}$ en plaine. Durant la seconde période de froid, annoncée dès le 8 avril, nous constatons, dans la nuit du 9 au 10, $-4,0^{\circ}$ à Baar et $-1,7^{\circ}$ à Châteauneuf, le 11, au matin, $-8,8^{\circ}$ et $-7,8^{\circ}$, le 12, $-6,0^{\circ}$ et $-6,2^{\circ}$ et le 15, au matin, $-0,1^{\circ}$ à Baar et $-2,0^{\circ}$ à Châteauneuf. Les mêmes faits s'observent lors de l'irruption des autres masses d'air nordique, ainsi celle du 7 avril 1941, dans la nuit du 9 au 10, $-3,5^{\circ}$ à Baar et $-2,5^{\circ}$ à Châteauneuf, le 11, au matin, $-5,2^{\circ}$ et $-4,5^{\circ}$, le 12, $-5,2^{\circ}$ et $-6,5^{\circ}$ et le 13, $-1,5^{\circ}$

à Baar et $-3,1^{\circ}$ à Châteauneuf. Ces comparaisons peuvent aussi se faire entre Erde et Châteauneuf.

Un second phénomène, étroitement lié à ces rafraîchissements de l'atmosphère, se lit sur nos bandes thermographiques : c'est la chute nocturne de température. Nous enregistrons à Châteauneuf, poste 4, dans les mois d'avril et de mai des années 1938 à 1941, de 20 h. au minimum, un refroidissement variant entre $0,5^{\circ}$ et $14,3^{\circ}$. En comparant ce dernier avec les vagues de froid que nous ressentons, nous voyons, qu'au début et à la fin de leur influence, les chutes nocturnes de température sont relativement fortes, alors qu'elles faiblissent lorsque cet air glacial agit en plaine, et la température, à 20 h., approche de son minimum. L'exemple cité auparavant (page 9) donne les chiffres correspondants.

L'intensité de gel varie également en fonction de ces dépressions froides. Elle augmente, lorsque le minimum diurne approche, pour diminuer insensiblement dans la mesure où l'air se réchauffe. Nous renvoyons aux exemples donnés (Châteauneuf et comparaison Baar-Châteauneuf). Les différences journalières entre les gels sont, en moyenne, de $1,5^{\circ}$ à $2,0^{\circ}$. Une température minimum au-dessus de zéro, enregistrée au cours d'une vague de froid, ne signifie donc pas que « le gel » a passé, (voir page 9). Après le jour le plus froid, p. ex. $-6,5^{\circ}$, il faudra donc prévoir normalement une suite de 3 à 5 gels.

Ce phénomène, que nous observons en plaine, n'est pas aussi marquant pour le coteau, où les conditions favorisant les chutes de température paraissent plus complexes.

A part leur action réfrigérante introduisant une période de gel, ces vagues d'air nordique influencent le degré hygrométrique et la nébulosité de l'atmosphère. Un ciel couvert durant le jour enrayer l'insolation et le réchauffement de la terre, de même que durant la nuit, il en empêche le rayonnement, donc le refroidissement. Quoique ne possédant pour toute comparaison que les observations faites le soir et le matin au Couvent des Capucins à Sion, nous relevons quelques exemples. Le degré hygrométrique est local, celui de nébulosité valable pour tout le Valais central.

Le 4 avril 1938, au minimum diurne de la période du 1 au 7, le ciel était clair le soir, mais couvert le matin. La nébulosité mit un frein au rayonnement nocturne, et la chute de tempé-
ratu-

re, dès 20 h., fut plus faible que dans la nuit du 2 au 3, où le ciel était tout clair, (0 le soir et le matin), ou dans celle du 3 au 4, où il se découvrit du soir (10) au matin(0), ou dans celles des 5-6, 6-7 et 7-8 avril, où il était de nouveau clair et transparent, ce qui favorisa le refroidissement de l'air par rayonnement de la terre. Si nous comparons le degré hygrométrique, nous constatons qu'il atteint le minimum de 45 % les 4 et 5 avril au soir, alors qu'il est plus élevé à l'arrivée et à la disparition de cette vague polaire.

Durant la seconde dépression froide du 7 au 15 avril 1938, nous enregistrons, à son point le plus bas, dans la nuit du 10 au 11, un ciel parfaitement clair le soir et le matin, de même que, le soir, un degré hygrométrique de 35 %. Le refroidissement nocturne, introduit par cet air polaire, a été additionné d'un fort rayonnement, dont résulta, pour Châteauneuf, le minimum de $-7,8^{\circ}$, Saillon-plaine, $-8,5^{\circ}$ et Baar, $-8,8^{\circ}$. Durant les jours précédant ce gel et lui succédant, le degré hygrométrique, le soir, était plus élevé (58, 47, 40, 35, 44, 49, 61 %) mais le ciel, soir et matin, transparent ou presque clair. Le refroidissement nocturne atteignit $14,0^{\circ}$.

Les conditions météorologiques, durant l'influence de la vague nordique du 16 au 24 avril 1938, sont analogues à celles présentées. La nébulosité est faible, le degré hygrométrique descend puis remonte. Au minimum de cette dépression, nous enregistrons cependant une perturbation. Le 20 avril, la nébulosité et le degré hygrométrique augmentent et atteignent, le 21, un maximum (nébulosité 10 le soir et le 22 au matin, degré hygrométrique 84 % le soir et 98 % le matin). Il pleut et neige durant la nuit, et la température ne tombe, à Châteauneuf, qu'à $-0,8^{\circ}$, Saillon-plaine, $-1,9^{\circ}$, Baar, $-3,2^{\circ}$. Malgré cette perturbation de quelques jours, nous retrouvons à la base de ce gel le refroidissement nocturne par irruption d'air polaire additionné du rayonnement de la terre.

En comparant les conditions météorologiques durant les 60 nuits de gel enregistrées à Châteauneuf, nous voyons combien, dans ces chutes de température, le rayonnement de la terre joue un rôle important. Durant 56 nuits, le degré hygrométrique augmente du soir au matin. Il varie, le soir, entre 35 % et 84 %, moyenne 51,9 %, le matin entre 55 % et 98 %, moyenne 70,5 %

Ces moyennes indiquées sont plus petites que la moyenne des degrés hygrométriques des mois d'avril et de mai des années 1938 à 1941, que nous avons calculée à 60,0 % pour le soir à 21 h. 30, et 73,0 % pour le matin à 7 h. 30. Durant 4 nuits, il diminue par contre légèrement du soir, (moyenne 80,0 %), au matin (moyenne 74,3 %).

Nous notons 18 nuits, où le ciel est clair et transparent, le soir et le matin, nébulosité 0, et 14, où celle-ci varie entre 0 et 3. Sur ce total de 32 nuits, il y en a 21, où la chute de température, de 20 h. au minimum, dépasse 10°, et atteint, pour Châteauneuf, le 22 avril 1941, le maximum de 14,3°. Durant 11 nuits, la nébulosité varie entre 2 et 6, et sur ce total la chute de température est 6 fois supérieure à 10°. Pendant 6 nuits, le ciel, nébuleux à 20 h. (8-10), se découvre entièrement vers le matin. Comme il s'éclaircit trois fois dans la soirée, le refroidissement dépassa 10°. Durant 6 nuits, le ciel se couvre entièrement du soir (0) au matin (8-10) et pour une seule, la chute de température dépasse 10°. Finalement nous enregistrons 5 nuits avec ciel couvert le soir et le matin (8-10), mais le refroidissement est toujours inférieur à 10°.

A part ces deux facteurs, le vent influence aussi le refroidissement nocturne. Nous constatons que pendant 57 nuits, sur 60, la force du vent diminue du soir au matin, où elle alterne alors entre 0 et 2. Le soir, sa variation va de 0 à 4. Dans la majorité des cas, la puissance du vent est entre 1 et 2. Un fort vent, amenant constamment de l'air au contact du sol, entrave le rayonnement, alors qu'un vent faible, surtout vers le matin, comme nous le constatons d'habitude, le favorise et permet aux couches d'air, au contact avec le sol, de se refroidir plus intensément. Nous avons mesuré, en plein champ, le 23 avril 1941, à 5 h. 30, à 0 cm., $-3,2^\circ$, 90 cm., $-0,4^\circ$, 200 cm., $+0,5^\circ$, cependant que le thermographe indiquait à 50 cm. de hauteur, $-1,3^\circ$. Nous ne pouvons donner de moyenne concernant les différences de température dans la verticale, qui contrastent aussi extrêmement suivant les endroits, couverture du sol, etc., mais la chose est courante, et les observateurs s'occupant de nos thermographes nous ont déjà signalé des variations de 1 à 2 degrés entre l'appareil, à 50 cm. du sol, et un thermomètre placé à 200 cm.

Les vents ont aussi une action plus ou moins directe sur le refroidissement de la plaine. Nicola (1941), dans les intéres-

santes études qu'il poursuit actuellement dans le Valais central, (1^{er} camp de recherches microclimatologiques des 27 au 29 mai 1939), s'exprime, sur le mouvement des vents, de la façon suivante :

« La circulation de l'air semble s'établir (dans la région de Châteauneuf) pour la nuit du 27 au 28 mai par :

a) Un courant général descendant dans le fond de la vallée et de quelques décimètres seulement d'épaisseur,

b) Au-dessus, une série de circulations fermées (?) juxtaposées, de vitesses et de dimensions très variables, dont l'axe de rotation est généralement parallèle au Rhône et rappelant le mécanisme indiqué par A. Wagner. »

La direction du vent, enregistrée dans cette nuit du 27 au 28 mai 1939, indique nettement, pour Erde-Conthey, sur le versant des Alpes bernoises, un courant descendant, env. NNW., pour Baar-Nendaz, sur celui des Alpes valaisannes, un autre courant descendant, env. ESE., alors qu'à Châteauneuf, en plaine, le vent soufflait, dès 23 h., en direction de Martigny. Pour les stations au pied du coteau, Châtroz et Aproz, la direction du vent est beaucoup moins régulière et son intensité plus faible. Au pied du coteau se trouvent les zones de turbulence entre le courant principal, descendant la vallée, et les circulations glissant des flancs des montagnes et des vallées latérales, où elles tourbillonnent à la rencontre du plafond du courant principal, mais où aussi leur composante la plus froide, collée au sol, s'y infiltre, et compense ainsi l'air qui s'écoule de la vallée centrale. Ces déplacements d'air sur les versants des montagnes s'observent quelques heures avant l'apparition du courant principal et rafraîchissent ainsi la plaine. L'air froid s'immobilise dans les bas-fonds, devant un obstacle (mur, forêt) avant d'être lentement entraîné par le déplacement d'air Brigue-Martigny-St-Maurice.

La direction du vent relevée au Couvent des Capucins, à Sion, ne peut être généralisée, cette station se trouvant au pied du coteau et presque en face des gorges de la Sionne. Pour ces 60 nuits de gel, nous enregistrons, le soir, dans 43 cas, un vent d'ouest, dans quelques cas seulement, un vent d'est ou de nord-est. Le matin, par contre, nous notons 46 fois un vent venant du nord à l'est, approximativement des régions de Grimisuat-Arbaz-Savièse, ce qui indique que l'air froid des circulations mention-

nées arrive bien jusqu'au pied du coteau. Une station près de la Dixence subirait vraisemblablement, le matin, l'influence de courants venant de Veysonnaz à Vex. L'étude de ce complexe des vents, circulant dans la plaine valaisanne, reste encore à faire, mais sa solution pourrait peut-être permettre d'envisager certains problèmes pratiques sur une base plus rationnelle.

Lorsque la température de l'air, à 20 h., est basse et le gel de la nuit particulièrement fort, nous parlons d'une gelée à glace ou noire ; lorsque, au contraire, la température diurne est relativement élevée, le refroidissement nocturne intense, mais le gel faible, c'est une gelée blanche. Dans le premier cas, il n'y a pas ou rarement de rosée, alors que dans le second, l'humidité de l'air se dépose sur les végétaux sous forme d'aiguilles de glace.

4. *Le gel en plaine et au coteau.* — Dans le chapitre précédent, nous avons montré, par quelques exemples, la différence d'intensité de gel entre Baar-Nendaz et Châteauneuf, en fonction de l'arrivée des vagues d'air froid. Nous reprenons ces comparaisons en les étendant aux places enregistrant le plus grand nombre de nuits de gel.

En examinant, dans le tableau 1, le total des nuits et heures de gel de ces différentes stations, et, en prenant aussi les observations de 1939 à 1941 en considération, nous pouvons classer ces postes de la façon suivante :

4, 2, 11, 18, 8, 16, 15, 12, 21, 20 et 19.

Le nombre de nuits de gel descend de 60, dont 31 pour les années 1939-41, pour Châteauneuf, à 4, pour la période 1939-41, pour Saillon-coteau. Dans ce classement, les lieux de plaine alternent avec ceux de montagne.

Si nous considérons les gels communs dans les 5 premiers postes, ceux qui nous paraissent les plus intéressants, nous pouvons les ordonner d'après leur intensité de gel, l'heure à laquelle il y commence ainsi que sa durée respective.

Nous comparons 41 nuits de gel commun des stations 2 et 4, Baar et Châteauneuf. Nous notons 4 nuits où l'intensité de gel fut la même en plaine et au coteau, 24 nuits où le gel fut plus fort, et 13 où il fut plus faible en plaine qu'au coteau. La moyenne de ces résultats indique que le poste 4, Châteauneuf, avec $-3,1^{\circ}$, est plus froid que 2, Baar-Nendaz, avec $-2,8^{\circ}$.

Tableau 2

Observation	Nombre de gels	Température moyenne du poste :	
		Baar-Nendaz (2)	Châteauneuf (4)
L'intensité de gel est la même en plaine et au coteau	4	—3,05°	—3,05°
Le gel est plus intense en plaine qu'au coteau	24	—1,99°	—3,14°
Le gel est moins intense en plaine qu'au coteau	13	—4,23°	—2,95°
Moyenne	41	—2,8°	—3,1°

Nous effectuons la même opération pour les 5 emplacements relevés. Nous comparons ainsi 2 avec 8, 2-11, 8-11, 11-18, 4 avec 18. Nous obtenons comme résultat les chiffres moyens suivants :

Poste N°	4	18	11	2	8
Intensité moyenne de gel :	—2,9	—2,5	—2,1	—1,9	—1,8°

L'intensité de gel est maximum à Châteauneuf, puis à Saillon-plaine, Sapinhaut, Baar-Nendaz et à Erde-Conthey.

Nous examinons maintenant l'heure à laquelle ces gels communs débutèrent dans ces endroits et opposons, comme auparavant, 2 avec 4, 2-8, 2-11, 8-11, 11-18, 4 avec 18. Comme exemple, nous donnons, dans le tableau 3, la comparaison de ces derniers, Châteauneuf et Saillon-plaine.

Tableau 3

Observation	Nombre de gels	Heure moyenne du début du gel à :	
		Châteauneuf (4)	Saillon-plaine (18)
Le gel commence à la même heure à Châteauneuf et à Saillon-plaine	3	3 h. 46	3 h. 46
Le gel commence plus tôt à Châteauneuf	25	0 h. 48	2 h. 07
Le gel commence plus tard à Châteauneuf	10	1 h. 45	0 h. 33
Moyenne	38	1 h. 17	1 h. 49

Nous enregistrons 3 nuits, où le gel débuta simultanément en 4 et en 18, 25, où il commença plus tôt, et 10, plus tard, en 4 qu'en 18. En moyenne, le gel fut plus précoce à Châteauneuf, à 1 h. 17, qu'à Saillon-plaine, à 1 h. 49. Dans les nuits claires, avec

intense rayonnement, il commença presque à la même heure aux deux endroits.

Les résultats finaux de ces parallèles sont les suivants :

Poste N°	8	2	11	4	18
Heure moyenne à laquelle le gel commence :	23.55	0.30	1.06	1.20	1.49 h.

Le gel débute, en moyenne, à 23 h. 55 à Erde, puis à Baar, Sapinhaut, Châteauneuf et Saillon-plaine.

En considérant la durée de gel dans ces différents postes, nous rapprochons de nouveau 2 avec 4, 2-8, 2-11, 8-11, 11-18, 4 avec 18. Nous redonnons, comme exemple, la comparaison de ces deux derniers, Châteauneuf et Saillon-plaine.

Tableau 4

Observation	Nombre de gels	Durée moyenne du gel à :	
		Châteauneuf (4)	Saillon-plaine (18)
Le gel a la même durée à Châteauneuf qu'à Saillon-plaine	8	4 h. 23	4 h. 23
Le gel est plus long à Châteauneuf	29	6 h. 16	4 h. 28
Le gel est plus court à Châteauneuf	5	3 h. 36	4 h. 54
Moyenne	42	5 h. 36	4 h. 30

Durant 8 nuits la continuité de gel fut la même en 4 et en 18, durant 29 elle fut plus longue, et 5 plus courte en 4 qu'en 18. En moyenne, le gel persiste, par nuit, 5 h. 36 à Châteauneuf et 4 h. 30 à Saillon-plaine.

Les résultats moyens de ces comparaisons sont reproduits ci-après :

Poste N° :	11	8	2	4	18
Durée moyenne du gel :	7.08	5.54	5.50	5.41	5.17 h.

La continuité de gel est de 7 h. 08 à Sapinhaut, puis à Erde, Baar, Châteauneuf et Saillon-plaine. Elle diminue avec l'altitude des emplacements.

A l'appui de ces résultats, nous calculons l'heure moyenne à laquelle la température remonte au-dessus de zéro degré :

Poste N° :	8	2	4	18	11
Heure moyenne du dégel :	5.49	6.20	7.01	7.06	8.14 h.

Le dégel est enregistré premièrement à Erde, puis à Baar, Châteauneuf, Saillon-plaine et Sapinhaut.

Les différences, que nous enseignent les moyennes des postes comparés, résultent de la somme des facteurs locaux influençant ce complexe du refroidissement nocturne. Nous mentionnons le rayonnement de la terre et l'action des vents du coteau, additionnés de l'influence d'un coucher du soleil précoce ou tardif, donc de l'exposition et, jusqu'à un certain point, de celle de masses d'air frais prenant naissance sur des terrains humides, marais, taillis, de même que par la stagnation de l'air froid par un abri, colline, bois de hautes futaies ou autre, (Kessler, 1937).

Erde-Conthey et Baar-Nendaz peuvent être comparés. La différence de leur intensité de gel paraît normale, le froid nocturne diminuant avec l'altitude. Le gel commence à Erde (792 m.) plus vite qu'à Baar (720 m.), mais le soleil s'y couche aussi plus rapidement, le refroidissement nocturne y est plus précoce et l'influence de courants froids descendant du Sanetsch s'y fait aussi sentir. De par son exposition au soleil levant, ce poste est, par contre, le plus rapidement réchauffé. Baar-Nendaz paraît être exposé à des influences analogues, mais, légèrement plus bas et jouissant des derniers rayons du soleil, le refroidissement y est plus tardif de même que l'arrivée moyenne du gel. Le dégel s'y produit aussi, en moyenne, 31 minutes plus tard qu'à Erde, la durée de gel y est cependant légèrement plus courte.

Sapinhaut, situé à 915 m., devrait répondre, dans les grandes lignes, aux deux stations mentionnées. Il en diffère cependant. Sa durée de gel paraît correspondre à son altitude, mais, ce qui frappe premièrement, c'est qu'à un endroit si élevé, le gel s'y présente aussi tard. Cet endroit, exposé aux derniers rayons du soleil, ne se refroidit que lentement durant les premières heures de la soirée et, tout d'un coup, sous l'action d'influences locales, sa température tombe brusquement. L'intensité de gel y est grande et le dégel, par suite de son exposition à revers, tardif. Sans une étude préalable, il sera difficile de donner une explication des actions locales provoquant cette anomalie. Sapinhaut étant partiellement entouré de forêts, le rayonnement de la couronne des arbres, l'encaissement de l'air chaud puis les courants locaux de la montagne et la stagnation de l'air froid par la forêt paraissent jouer un rôle. Nous retrouvons encore plus loin l'irrégularité que présente cet endroit (tableaux 5-7, p. 22, 23, 24, 29). Nous indi-

quons seulement que Saxon-coteau, Champ passé (12) et Grandes Barres (14) à Saxon-Gottfrey, situés au-dessous de Sapinhaut, sont relativement bien abrités du gel. D'autres endroits, à mi- ou au pied du coteau, jouissent aussi d'une situation favorable, ainsi Saillon-coteau, à peu de distance et environ 65 m. plus haut que la région froide de Saillon-plaine, Sensine, Châtroz et Chanterrie/Sion. Diolly/Sion est, par contre, de nouveau légèrement plus froid.

Une anomalie semblable à celle de Sapinhaut se présente à Châteauneuf. Si nous comparons cet endroit et Saillon-plaine avec les postes du coteau en fonction de l'altitude, l'intensité de gel enregistrée est normale, le fond des vallées se refroidissant plus fortement que les coteaux. Le gel commence aussi, en moyenne, plus vite à Châteauneuf, à 485 m., qu'à Saillon, à 470 m. ; il y est plus prolongé, mais le dégel est légèrement plus précoce. Seule l'intensité moyenne de gel entre ces deux postes frappe, et le fait que Châteauneuf enregistre le maximum de nuits et d'heures de gel ne peut qu'étonner.

Les causes complexes de cette circonstance doivent être recherchées dans la situation de l'endroit, appuyé à la colline de Maladeires. Le coucher du soleil y est précoce, le refroidissement se fait sentir dès les dernières heures de l'après-midi, les courants du coteau, des gorges de la Morge et de la Printze, les terrains humides à proximité, amènent peut-être des masses d'air froid qui, un certain temps, restent en stagnation entre les forêts bordant l'emplacement, avant d'être entraînées par le courant principal descendant la vallée. Mais, si nous comparons les chutes de température, de 20 h. au minimum, de Châteauneuf et d'un autre poste de plaine, par exemple Grande Toulaz à Saxon, nous voyons qu'elles sont régulières. Ce maximum de nuits de gel, avec cette intensité exceptionnelle, ne peuvent donc provenir que d'un refroidissement diurne plus prononcé, alors qu'à Sapinhaut, c'est un refroidissement nocturne plus accentué qui est la cause de l'anomalie que nous enregistrons.

5. *Prévision relative des gels printaniers dans le Valais central.* — Le problème de la prévision des gelées nocturnes, très ancien, a trouvé différentes solutions répondant aux besoins de la pratique. Il ressort cependant toujours plus des expériences faites que, le gel étant un phénomène local, sa prévision doit s'effectuer par les intéressés, dans les cultures qu'ils désirent protéger. Une station de météorologie ne peut que renseigner les

agriculteurs sur la situation atmosphérique générale, l'arrivée de vagues d'air polaire et, suivant les circonstances, les mettre en garde contre les dangers d'un gel probable.

La prévision pratique du gel (Chaptal, 1938, Kessler et Kaempfert, 1940) peut reposer sur les observations régionales, la climatologie locale, la température du sol et le pouvoir réfrigérant de l'atmosphère, la température ou l'humidité de l'air. Chaque méthode donne des résultats remarquables dans la région où elle est adaptée. Nous nous sommes arrêtés à celles prenant la température, ainsi que la température et l'humidité de l'air en considération, celles-ci nous donnant satisfaction, tout en présentant un maximum de simplicité d'emploi. Il ne faut cependant pas se méprendre sur la portée pratique de cette prévision. Ce n'est pas en réalité l'intensité de gel que ces méthodes permettent de déterminer, mais seulement le minimum thermique de la nuit, qui sera atteint si toutes les conditions atmosphériques sont en fonction de la chute de température se trouvant à la base de nos calculs. La connaissance de ce minimum thermique est cependant d'extrême importance, car elle permet de prévoir le gel relatif.

A côté du pronostic du minimum thermique, la connaissance de la résistance des végétaux à l'action des gelées intéresse dans la mesure où les cultures à protéger sont plus importantes et les moyens employés plus onéreux. Les résultats d'expériences y relatives, effectuées en Californie, et que nous retrouvons dans divers travaux, (Faes, 1937, Geslin, 1938, Luisier et collaborateurs, 1938) montrent que la résistance au gel des boutons floraux des arbres fruitiers diminue dans la mesure où ceux-ci se développent. En prenant comme base une action de gel de 30 minutes, les boutons fermés de l'abricotier résistent à $-3,9^{\circ}$, la fleur à $-2,2^{\circ}$ et le fruit noué à $-0,6^{\circ}$. Pour pommiers, poiriers, pruniers, ces limites sont sensiblement les mêmes, alors que la vigne et le noyer, à tous les stades, ne supportent guère plus de $-0,5^{\circ}$ à $-1,0^{\circ}$. Cette résistance au gel, à laquelle des expériences avec nos variétés commerciales donneraient plus de poids, dépend cependant d'une quantité d'autres facteurs, dont l'état de santé du végétal, sa robustesse en fonction de sa nutrition, des fumures équilibrées qu'il reçoit, paraît des plus importants, sans toujours rencontrer, dans les cercles intéressés, toute l'attention qu'il mérite.

Nous avons relevé, des bandes thermographiques de nos stations d'observations, toutes les chutes de température enregistrées, de 20 h. au minimum du lendemain matin, et présentons, dans les tableaux 5 et 6, les moyennes obtenues ainsi que leurs déviations respectives. Le tableau 5 donne les résultats de toutes ces observations, faites par ciel clair, couvert, pluie, etc. Dans la dernière colonne, nous indiquons leur moyenne, que nous appellerons « petite moyenne ». Le tableau 6 contient les résultats obtenus en ne prenant en considération que les nuits entièrement ou presque claires, lorsque la chute de température fut relativement forte. Nous écrivons dans la colonne de droite la moyenne de ces résultats, nommée « grande moyenne ». Le nombre total d'observations ayant servi de base à ces calculs se trouve dans les indications données pour chaque station (p. 4).

TABLEAU 5

Chute moyenne de température et déviation respective (m ± a m), en prenant toutes les observations en considération

Poste No	m±a m				Petite
	1938	1939	1940	1941	moyenne
					1938-41
1	4,6±1,5	3,1±1,7	3,2±1,4	—	3,6±1,5
2	6,5±2,3	4,3±2,3	4,6±2,0	5,2±2,2	5,1±2,2
3	—	6,0±3,2	—	6,6±3,0	6,3±3,1
4	9,0±3,3	6,2±2,9	7,3±3,3	7,7±3,6	7,5±3,3
5	6,9±2,5	—	—	—	6,9±2,5
6	—	5,2±2,6	5,1±2,2	6,7±2,7	5,7±2,5
7	—	4,1±2,2	3,8±1,5	5,0±1,9	4,3±1,9
8	—	4,0±1,8	4,0±1,5	5,1±2,1	4,4±1,8
9	—	4,6±2,1	4,8±2,0	—	4,7±2,1
10	—	4,3±2,2	4,6±1,9	—	4,5±2,1
11	—	4,3±2,0	4,9±2,9	5,5±2,6	4,9±2,5
12	6,6±2,6	4,6±2,0	4,9±2,0	6,6±2,5	5,7±2,3
13	—	—	—	5,8±2,4	5,8±2,4
14	—	5,8±3,1	6,3±2,5	6,9±3,2	6,7±2,9
15	8,2±3,6	5,7±3,5	7,0±3,5	6,9±3,4	6,9±3,5
16	8,8±3,6	5,6±3,3	6,4±2,7	6,8±3,4	6,9±3,2
17	8,0±3,7	—	—	—	8,0±3,7
18	8,1±4,2	5,7±3,9	6,8±3,6	6,9±3,9	6,9±3,9
19	—	5,1±3,0	5,2±2,5	5,2±2,2	5,2±2,6
20	—	6,7±4,3	5,6±2,6	6,6±3,3	6,3±3,4
21	—	6,9±3,6	4,5±2,0	5,2±2,3	5,5±2,6
22	—	—	—	5,2±2,7	5,2±2,7
23	—	—	—	5,8±2,8	5,8±2,8

TABLEAU 6.

Chute moyenne de température et déviation respective ($M \pm a M$), en ne prenant en considération que les observations faites durant les nuits claires, ou dans d'autres conditions atmosphériques, avec forte chute de température

Poste No	M \pm a M				Grande moyenne 1938-41
	1938	1939	1940	1941	
1	5,2 \pm 0,9	4,9 \pm 1,4	4,2 \pm 1,2	—	4,7 \pm 1,2
2	7,8 \pm 1,3	6,7 \pm 1,0	6,1 \pm 1,4	7,4 \pm 1,2	7,0 \pm 1,2
3	—	10,1 \pm 1,6	—	10,4 \pm 2,2	10,3 \pm 1,9
4	11,0 \pm 1,8	9,6 \pm 1,4	9,2 \pm 1,8	10,5 \pm 2,5	10,1 \pm 1,9
5	8,8 \pm 1,0	—	—	—	8,8 \pm 1,0
6	—	8,6 \pm 0,9	6,1 \pm 1,5	9,0 \pm 1,7	7,9 \pm 1,4
7	—	6,3 \pm 1,4	4,6 \pm 1,1	6,6 \pm 1,2	5,9 \pm 1,2
8	—	5,9 \pm 1,2	4,7 \pm 1,0	6,5 \pm 1,7	5,7 \pm 1,3
9	—	7,4 \pm 1,0	5,9 \pm 1,1	—	6,7 \pm 1,0
10	—	6,9 \pm 1,1	5,5 \pm 1,2	—	6,2 \pm 1,1
11	—	7,0 \pm 1,2	6,7 \pm 2,2	7,3 \pm 1,9	7,0 \pm 1,8
12	8,4 \pm 1,6	7,2 \pm 1,1	6,3 \pm 1,2	8,9 \pm 1,9	7,7 \pm 1,4
13	—	—	—	7,7 \pm 1,7	7,7 \pm 1,7
14	—	9,9 \pm 1,6	7,4 \pm 2,0	8,9 \pm 2,3	8,8 \pm 1,9
15	10,4 \pm 2,0	10,1 \pm 2,2	9,2 \pm 2,2	9,6 \pm 2,4	9,8 \pm 2,2
16	11,0 \pm 2,0	9,4 \pm 1,6	7,9 \pm 2,0	9,5 \pm 2,4	9,4 \pm 2,0
17	10,4 \pm 2,3	—	—	—	10,4 \pm 2,3
18	10,8 \pm 2,0	10,8 \pm 1,9	9,6 \pm 2,2	10,3 \pm 2,6	10,4 \pm 2,2
19	—	8,2 \pm 1,4	7,0 \pm 1,4	6,8 \pm 1,5	7,3 \pm 1,4
20	—	10,5 \pm 2,1	7,1 \pm 1,8	9,6 \pm 2,5	9,1 \pm 2,1
21	—	10,2 \pm 1,3	6,1 \pm 0,9	7,9 \pm 1,5	8,0 \pm 1,2
22	—	—	—	9,1 \pm 1,5	9,1 \pm 1,5
23	—	—	—	9,0 \pm 1,0	9,0 \pm 1,0

Le tableau 7 contient la somme de la « grande moyenne plus deux fois la déviation respective » et la dernière colonne, la moyenne de ces résultats. Cette dernière sera la « moyenne extrême ». Il est très peu probable que, dans une série de mêmes observations, le résultat de l'une de celles-ci dépasse la limite indiquée par la somme de la moyenne des résultats plus deux fois la déviation respective. Les figures 2 et 3 illustrent ces résultats pour quelques endroits.

La détermination du minimum thermique est la suivante :

On lit, à 20 h. et 50 cm. de hauteur, dans l'une des stations mentionnées, ou dans une culture à proximité, la température de l'air sur un thermomètre ordinaire et soustrait, au chiffre obtenu, la moyenne extrême correspondante.

TABLEAU 7.

Somme de grande moyenne plus deux fois déviation respective (M+2a M) et moyenne de ces résultats

Poste No	M+2a M				Moyenne extrême
	1938	1939	1940	1941	1938-41
1	7,0	7,7	6,5	—	7,1
2	10,4	8,6	8,8	9,8	9,4
3	—	13,4	—	14,9	14,1
4	14,5	12,5	12,8	15,5	13,8
5	10,8	—	—	—	10,8
6	—	10,3	9,1	12,5	10,6
7	—	9,1	6,8	9,1	8,3
8	—	8,4	6,7	9,8	8,3
9	—	9,4	8,1	—	8,7
10	—	9,0	7,9	—	8,5
11	—	9,5	11,1	11,2	10,6
12	11,5	9,9	8,7	12,6	10,7
13	—	—	—	11,2	11,2
14	—	13,1	11,4	13,5	12,7
15	14,4	14,4	13,7	14,3	14,2
16	15,0	12,6	11,9	14,3	13,5
17	15,0	—	—	—	15,0
18	14,8	14,5	14,1	15,6	14,8
19	—	10,9	9,8	9,8	10,2
20	—	14,8	10,6	14,6	13,3
21	—	12,8	7,8	10,9	10,5
22	—	—	—	12,2	12,2
23	—	—	—	11,0	11,0

La probabilité, calculée en moyenne pour tous les postes, que la chute de température soit plus grande que la moyenne extrême, est de 0.01385, donc 1 jour sur 72. Nous n'enregistrons dans aucune nuit, pour l'emplacement de Grande Toulaz (15) à Saxon-plaine, où nous disposons, en 4 ans, de 212 observations, une chute nocturne de température, dès 20 h., supérieure à 14,2°. Nous notons, dans la nuit du 2 au 3 avril 1938, un refroidissement de 14,20° ; 5 fois la température tombe entre 13 et 14° ; 15 fois entre 12 et 13° ; 21 fois entre 11 et 12°. Les autres fréquences de chute se trouvent dans le tableau 8. Il en est de même de Saillon-plaine (18) et Sapinhaut (11), pour lesquels nous nous basons, en 4 et 3 ans, sur 201 et 150 observations, ainsi que des stations 5, 13, 17, 22, 23, pour lesquelles nous n'en avons cependant que d'une année. Dans les autres postes, la moyenne extrême de chute de température est dépassée de une à

TABLEAU 8.

<i>Ecarts de</i>	<i>Fréquence des observations pour le poste No :</i>																						
<i>température</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,0- 0,99	1	5	1	1		2	3	4	4	3	3	2	1	2	2	2		5	2	3	3	1	
1,0- 1,99	12	13	5	7	3	7	12	13	7	8	18	14	2	5	15	8	2	21	10	6	6	3	3
2,0- 2,99	20	25	7	12	3	16	21	19	10	12	21	15	4	12	18	17	4	15	17	10	11	4	4
3,0- 3,99	15	21	8	13	2	13	20	25	16	13	18	24	9	11	17	22	2	21	10	13	15	7	10
4,0- 4,99	22	25	14	12	5	12	31	31	17	17	30	31	6	20	24	17	4	14	12	6	8	5	4
5,0- 5,99	15	34	14	13	5	24	24	34	15	17	15	31	14	12	20	20	6	19	11	13	14	2	6
6,0- 6,99	1	23	12	25	3	19	12	11	16	10	5	32	9	15	15	16	2	11	11	12	13	4	2
7,0- 7,99	2	17	4	15	10	9	11	8	11	9	13	22	6	13	20	16	4	14	12	9	10	6	3
8,0- 8,99	1	21	7	16	12	17	6	2	3	2	14	18	2	8	10	14	4	17	13	7	3	2	5
9,0- 9,99		8	8	14	7	6		2	1		13	8	7	12	14	15	2	7	5	7	6	1	6
10,0-10,99		1	4	19	4	6		1				9	2	7	15	12	7	11	1	4	1	1	3
11,0-11,99			4	14		2						3		7	21	10	4	20		6	4	1	
12,0-12,99			1	10		1								4	15	16	3	13		5	1		
13,0-13,99			2	10											5	5	3	10		3			
14,0-14,99			1	3											1	2	2	3					

six fois. A Châteauneuf, nous notons 2 nuits, en 1938, avec un refroidissement de $0,2^{\circ}$ supérieur à la moyenne extrême et, le 22-23 avril 1941, la température tombe, dès 20 h., de $14,30^{\circ}$, ce qui fait un intervalle de $0,5^{\circ}$. Ces écarts varient, dans les autres postes, entre $0,1^{\circ}$ et, exceptionnellement pour Fully (21), $2,4^{\circ}$. C'est la plus forte déviation enregistrée. Elle se constate en 1940 où, en consultant les tableaux 5 et 6, on remarque que les moyennes correspondant à cette station, ainsi que celles de Charrat (20), sont beaucoup trop faibles. Ceci provient des observations peu nombreuses faites surtout dans une période où l'amplitude journalière de température fut en général faible.

La prévision relative du minimum nocturne est la suivante :

On lit, à 20 h. et 50 cm. de hauteur, dans l'un des endroits mentionnés, ou dans une culture voisine, la température de l'air

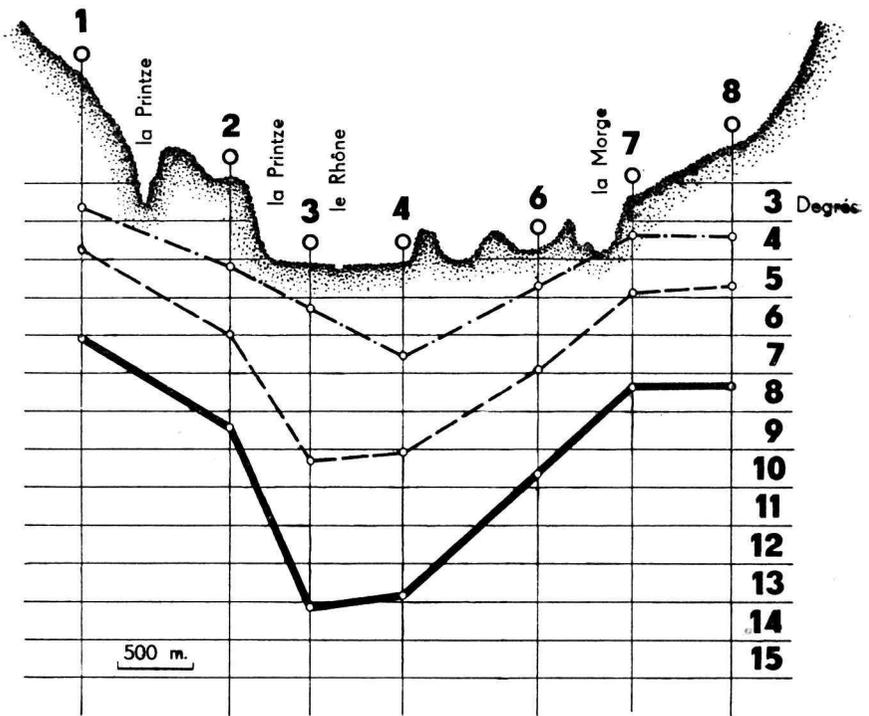


Fig. 2. : Coupe à travers la vallée du Rhône, de Basse-Nendaz (1), Baar, Aproz, Châteauneuf, Châtroz, Sensine à Erde-Conthey (8). En bas, le refroidissement nocturne dès 20 h. : - . - . - = petite moyenne ; - - - - = grande moyenne ; ————— = moyenne extrême

sur un thermomètre ordinaire. Au chiffre obtenu, on soustrait les petite et grande moyennes, puis la moyenne extrême du poste correspondant, et l'on obtient trois chiffres différents.

Si le ciel, durant la nuit, est et reste couvert, la chute de température sera plus faible que la petite moyenne. S'il est plus ou moins nébuleux, les conditions atmosphériques assez propices au rayonnement, le minimum nocturne se trouvera très probablement entre ou près des chiffres obtenus en ayant soustrait les petite et grande moyennes de la température de l'air enregistrée à 20 h. Si par contre, le ciel est clair, donc le rayonnement intense, et tous les facteurs pouvant accentuer le refroidissement nocturne entrent en jeu, le minimum cherché se rapprochera toujours plus du minimum thermique, qu'il ne dépassera qu'exceptionnellement (C l a u s e n, 1942).

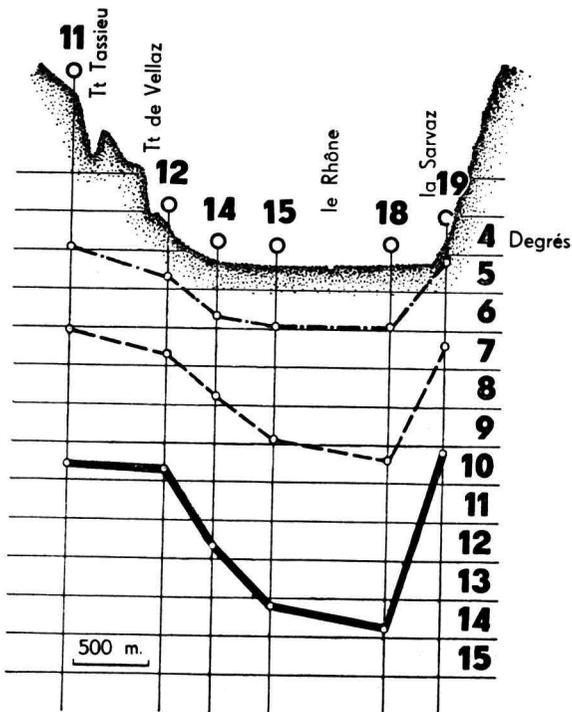


Fig. 3. : Coupe à travers la vallée du Rhône, de Sapinhaut (11), Saxon-coteau (Champ passé), Saxon-Gottfrey (Grandes Barres), Saxon-plaine (Grande Toulaz), Saillon-plaine à Saillon-coteau (19). — En bas, le refroidissement nocturne. (Mêmes signes que Fig. 2.)

En consultant la fréquence des observations, tableau 8, on peut calculer la probabilité de la chute de température. Pour Châteauneuf, dont la grande moyenne est de $10,1^{\circ}$ et la moyenne extrême de $13,8^{\circ}$, nous enregistrons, en 4 ans, sur un total de 184 observations, 53 nuits où la chute de température varia entre celle des moyennes indiquées, et 3 où elle dépassa la moyenne extrême. Sur ce total de 56 nuits, il y en eut 31 avec gel. 35 nuits, le minimum se trouva entre les chiffres indiqués par les petite et grande moyennes, et il gela 14 fois ; 93 nuits, le refroidissement fut inférieur à la petite moyenne, et il gela 15 fois.

La possibilité de gel est présente, lorsque, à 20 h., la température de l'air d'un endroit, à 50 cm. de hauteur, est au-dessous de sa moyenne extrême. La température ne tombe cependant pas chaque fois au-dessous de zéro degré, lorsque la possibilité en est donnée ; la probabilité de gel est donc inférieure.

Nous avons calculé, en nous basant seulement sur les observations de 1939 à 1941, les possibilité et probabilité de gel de quelques endroits, que nous exprimons, dans le tableau 9, en fonction d'une période de 60 jours, représentant l'époque critique du 1^{er} avril au 30 mai.

La possibilité de gel est presque identique dans les postes de plaine, Châteauneuf, Saxon et Saillon, (4, 15, 16, 18), alors que la probabilité est plus grande pour Châteauneuf et Saillon que pour les endroits de Saxon. Cette différence provient de l'exposition de ces premières stations qui, sur la rive droite, enregistrent un coucher du soleil plus précoce, ressentent l'influence directe de courants du coteau et où l'air froid stationne facilement. A 20 h., les quatre postes de plaine mentionnés ont des températures différentes, et comme leur moyenne extrême est sensiblement la même, ce sont les emplacements qui subissent le plus fort refroidissement diurne, qui présentent aussi la plus grande probabilité de gel. Nous avons calculé pour ces stations, en nous basant sur 114 nuits communes où le gel eût été possible, la température de l'air à 20 h. Celle-ci était de $8,0^{\circ}$ à Saillon, $8,1^{\circ}$ à Châteauneuf, $9,2^{\circ}$ à Saxon-Grande Toulaz (au milieu de la plaine) et $9,3^{\circ}$ à Praz Bovey d'Avaux (près du coteau). Ces écarts moyens, de plus de 1° pour Châteauneuf et Saillon, expliquent, en partie, la plus forte probabilité de gel dans ces régions.

TABLEAU 9.

*Possibilité et probabilité de gel pour une période
de 60 jours*

Poste No	2	4	6	7	8	11	12	14	15	16	18	19	20	21
Possibilité de gel :	35	55	22	20	34	45	24	40	48	48	56	22	47	38
Probabilité de gel :	10	15	4	4	8	10	3	4	5	7	10	2	7	8

La possibilité de gel des endroits au pied et à mi-coteau, Saillon-coteau, Châtroz, Sensine (19, 6, 7), indirectement aussi Chanterrie et Diolly-Sion, est de moitié plus petite qu'en plaine. Ces places sont abritées, elles ne se refroidissent que lentement et, leur chute de température étant relativement faible, la probabilité de gel diminue. Erde-Conthey (8) présente une possibilité et une probabilité de gel plus grandes que les postes mentionnés plus haut. Une influence directe de courants du Sanetsch doit, dans ce cas, être prise en considération, mais nous voyons qu'elle n'est pas ressentie à Sensine.

Le fort refroidissement nocturne que nous enregistrons à Sapinhaut mérite d'être relevé. Il est de 3,5° plus élevé qu'à Basse-Nendaz (moyenne extrême), qui est à peu près à la même altitude, et correspond à celui de Saxon-coteau (12), situé 360 m. plus bas. Les thermogrammes montrent certains jours, distinctement, vers 21 à 23 h., une brusque chute de température de 3-5°.

L'influence de l'exposition, celle de l'entourage des forêts ressortent ici particulièrement, de même qu'à Champ passé, où possibilité et probabilité de gel sont plus petites.

L'altitude et la position des endroits comparés ressortent dans les moyennes extrêmes, qui sont minimums pour les postes élevés, Basse-Nendaz (1), et maximums pour les stations basses, Saillon-plaine (18). Une différence de 3,7° s'enregistre entre Châteauneuf (4) et Mont-d'Or (5), situé à proximité, mais 80 m. plus élevé. Il en est de même de Saillon-plaine et Saillon-coteau (18 et 19) où, avec une différence d'altitude de 65 m., les moyennes extrêmes varient de 4,6°. L'inverse s'observe entre Chanterrie-Sion (9), poste au pied du coteau, à 560 m. d'altitude, et Viège (23), situé 84 m. plus haut, mais au milieu de la plaine, où ce dernier présente un plus fort refroidissement nocturne. La même observation peut être faite pour Champ passé, (Saxon-coteau) qui est à la même altitude que Chanterrie-Sion, mais sur la rive gauche où le coucher du soleil est plus tardif.

En relation avec les températures enregistrées sur nos bandes thermographiques, nous indiquons brièvement deux résultats pouvant susciter quelque intérêt.

Le refroidissement nocturne est fort et presque linéaire dans les premières heures de la nuit, pour diminuer de plus en plus vers le matin. Nous avons relevé, pour les postes de plaine, Châteauneuf, Aproz, Grande Toulaz et Saillon, toutes les nuits (154) où la chute de température dépassa 10° , et en la notant toutes les 2 heures, nous obtenons les moyennes et déviations suivantes :

de 20 à 22 h., la température descend de $2,9^{\circ} \pm 1,5$; de 22 à 24, de $3,2^{\circ} \pm 1,4$; de 24 à 2, de $3,0^{\circ} \pm 1,2$; de 2 à 4, de $1,8^{\circ} \pm 0,9$; et de 4 h. au minimum, que nous avons calculé à 5 h. 40 ± 37 minutes, elle tombe de $1,0^{\circ} \pm 0,7$.

Ces données permettent de prévoir les températures durant une nuit claire, où le gel est à craindre ou sévit, mais ne peuvent, en aucun cas, servir de guide pour l'estimation d'une chute de température lorsque le ciel, couvert durant une partie de la nuit, s'éclaircit brusquement. On enregistre alors, en une heure, des différences de 2 à 5° .

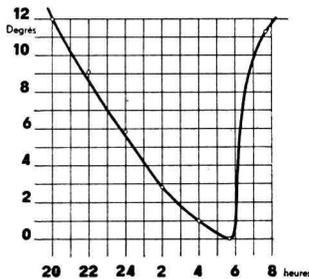


Fig. 4. : Température moyenne en plaine, descendante et ascendante, durant nuit et matin clairs

La figure 4 illustre cette chute moyenne de température, ainsi que la température ascendante que nous constatons par matin clair. Nous l'avons calculée en nous basant sur 132 observations des postes 3, 4, 15 et 18, et obtenons, deux heures après le minimum, une température plus élevée de $11,3^{\circ} \pm 1,5$. Ceci souligne les grands contrastes auxquels les plantes sont exposées.

Nous comparons cette méthode de prévision relative du minimum nocturne, reposant exclusivement sur la température de

l'air, à celle de K a m m e r m a n n (1886), se basant sur la température et l'humidité de l'air. Cette dernière, expérimentée dans divers pays et employée très couramment, consiste à déterminer, à une heure et une hauteur fixées, la température de l'air à l'aide d'un thermomètre, dont le réservoir de mercure est entouré de mousseline mouillée. A la température obtenue, on soustrait alors une constante déterminée d'avance pour l'endroit en question, et l'on obtient ainsi le minimum relatif de la nuit.

M e r c a n t o n (1934) examina cette méthode dans le vignoble zurichois et recommanda, comme constante à soustraire, à 16 h., à la température indiquée par le thermomètre mouillé, premièrement 6,0°, puis 8,0°, en faisant ressortir que pour des endroits propices à la stagnation de l'air froid, des chiffres de 9 et 10° devraient aussi être pris en considération.

TABLEAU 10.

Résultats d'observations au thermomètre mouillé

<i>Poste</i>	<i>Heure de l'observat.</i>	<i>Total des observat.</i>	<i>Petite moyenne m ± a m</i>	<i>Total des observations d. nuits claires</i>	<i>Grande moyenne M ± a M</i>	<i>Moyenne extrême M + a M</i>
Jardin d'essais						
Station d'entomologie, Châteauneuf.	16 h.	73	7,0±2,8	35	9,5±1,2	10,7°
Colonie de Crête-Longue, Granges.	16 h.	—	—	12	10,3±1,5	11,8°
Ferme des Vergers, Saillon.	19 h.	49	4,4±2,8	18	7,6±0,9	8,5°

Nous avons employé cette méthode au printemps 1941, à Saillon-plaine, Ferme des Vergers (poste 18 du thermographe) ainsi qu'à Châteauneuf, dans le jardin d'essais de la Station d'entomologie, abrité par une petite forêt entre la colline de Mala-deires et la Morge. Monsieur de Lavallaz, directeur de la Colonie de Crête-Longue, Granges, nous a obligeamment communiqué ses observations y relatives, faites, en 1939 et 1940, dans les cultures fruitières de cet établissement.

Nous indiquons, dans le tableau 10, les constantes devant être soustraites à la température du thermomètre mouillé, prise à une heure déterminée et à 60 cm. de hauteur. Comme pour les calculs précédents, nous donnons la petite moyenne, qui est le résultat de toutes les observations, la grande moyenne, le résultat

de celles faites durant les nuits claires, ainsi que la moyenne extrême. Nous avons, cette fois-ci, déterminé cette dernière en additionnant la grande moyenne plus une fois, et non deux fois, la déviation respective.

A Saillon-plaine, les observations furent faites à 19 h. A la température indiquée par le thermomètre mouillé, on soustrait la moyenne extrême, $8,5^{\circ}$, et l'on trouve le minimum thermique de la nuit. Sur 49 annotations effectuées dans cet endroit, le minimum thermique ne fut aucune fois plus bas que celui prévu, dans quelques cas il répondit exactement au pronostic.

Pour la détermination relative du minimum nocturne, on soustrait les petite et grande moyennes, puis la moyenne extrême, à la température indiquée par le thermomètre mouillé. Les chiffres obtenus limitent le minimum cherché. D'après nos observations, les trois constantes paraissent avoir de l'importance, cependant, par ciel clair ou peu nuageux, il faudra prendre en considération les grande et extrême moyennes et par temps couvert, la petite.

Cette méthode de prévision permet de déterminer de façon relativement plus exacte le minimum cherché que celle exposée auparavant, parce qu'elle repose sur deux données et que les écarts entre grande et extrême moyennes sont plus petits.

Dans ce poste de Saillon, le thermographe et le thermomètre mouillé se trouvaient côte à côte. Nous donnons, pour tous deux, la prévision pour la nuit claire du 7 au 8 mai 1941.

Méthode du thermographe :

Température à 20 h. : $12,0^{\circ}$; le minimum probable sera entre $1,6$ et $-2,8^{\circ}$.

Méthode du thermomètre mouillé :

Température mouillée à 19 h. : $6,5^{\circ}$; le minimum probable sera entre $-1,1$ et $-2,0^{\circ}$.

Le minimum nocturne fut de $-2,0^{\circ}$, la chute de température, dès 20 h., de $14,0^{\circ}$.

A part l'avantage mentionné, cette dernière méthode permet déjà de prévoir, dans le courant de l'après-midi, le minimum probable de la nuit. Les constantes changent alors, ce que montrent les chiffres du tableau 10, où pour Châteauneuf, détermination

faite à 16 h., la moyenne extrême est de 2,2° plus élevée qu'à Saillon, détermination à 19 h. L'influence d'une position abritée ressort aussi de la comparaison des constantes entre le jardin d'essais de la Station d'entomologie de Châteauneuf et les cultures, en pleine campagne, de Crête-Longue, à Granges. Celles-ci sont d'un degré plus élevées qu'à Châteauneuf. Sur 73 observations effectuées à cet endroit, le minimum prévu, en soustrayant à la température mouillée, à 16 h., la moyenne extrême de 10,7°, ne fut dépassé dans aucun cas, alors que pour Crête-Longue, un écart de quelques dixièmes de degré pourra parfois être enregistré.

6. *Résumé.* — En nous basant sur les températures journalières enregistrées, à 50 cm. de hauteur, par des thermographes placés, durant les mois d'avril et de mai, dès 1938, dans diverses cultures du Valais central, nous constatons que les gels printaniers sont à redouter des premiers jours d'avril jusque vers le 20 mai.

Ils sont engendrés par l'irruption de masses d'air polaire — annoncées par la Station Centrale Suisse de Météorologie de Zurich — provoquant un abaissement général de la température de l'air, auquel s'additionnent, la nuit, suivant les circonstances, le refroidissement par rayonnement de la terre ainsi que, dans la plaine, par un certain apport d'air froid glissant sur les versants des montagnes. Nous observons des « vagues de gel » correspondant aux « vagues » d'air nordique.

S'il gèle en plaine, il gèle généralement au coteau et, en considérant les endroits signalant le plus de nuits avec une température au-dessous de zéro, Baar-Nendaz, Châteauneuf, Erde-Conthey, Sapinhaut et Saillon-plaine, le gel est, en moyenne, plus intense en plaine, mais il débute au coteau, où il a la plus longue durée, pour y cesser, exception faite de Sapinhaut, aussi plus rapidement.

Le refroidissement nocturne, la possibilité et la probabilité de gel varient avec l'altitude, l'exposition, les conditions régionales. Le gel devient possible ou dure lorsque la température de l'air, à 20 h. et à 50 cm. de hauteur, est au-dessous de la moyenne extrême. La probabilité de gel, pour les postes les plus exposés, est en relation avec sa possibilité, comme 1 à 4.

Les moyennes des chutes de température, ainsi que la méthode du thermomètre mouillé, permettent la prévision relative du minimum nocturne.

Châteauneuf (Sion), 10 mars 1942.

Littérature

- Annalen der Schweiz. meteorologischen Zentralanstalt, Zürich.
- Bührer, C., 1897 : « Le climat du Valais ». Bulletin des Travaux de la Muri-thienne.
- Chaptal, L., 1938. « Les moyens scientifiques et pratiques de prévision des gelées de printemps ». C. R. du Congrès des Journées de la Défense contre les gelées de printemps, Livron, 14-20 novembre.
- Clausen, R., 1941 : « Observations sur les gels printaniers durant la période 1939 à 1941 ». Rapport 1938-41 de l'Ecole d'Agriculture et des Stations agricoles de Châteauneuf-Sion.
- 1942 : « La prévision des gels printaniers ». Revue horticole suisse, Genève, mars.
- Davy, M., 1888 : « Météorologie et physique agricoles ».
- Faes, H., 1937 : « La défense contre les gelées de printemps ». Chronique viticole, avril.
- Geslin, H., 1938 : « La lutte contre les gelées et les seuils de résistance des principales cultures fruitières ». C. R. du Congrès de Livron.
- Hann-Süring, 1939 : « Lehrbuch der Meteorologie ». 5. Auflage.
- Kammermann, W., 1886 : « Vorausbestimmung des nächtlichen Minimums ». Meteorol. Zeitschrift, III.
- Kessler, O., 1937 : « Frostscha-denverhütung durch Klimaverbesserung ». C. R. de la Commission de Météorologie agricole, Salzburg.
- Kessler, O., und Kaempfert, W., 1940 : « Die Frostscha-denverhütung ». Wissenschaft. Abhandlungen, Bd. VI, Reichsamt f. Wetterdienst. Verlag J. Springer, Berlin.
- Luisier, A., Leuzinger, H., Michelet, C., 1938 : « Développement de la lutte contre le gel des cultures en Valais ». Rapport 1935-38 de l'Ecole d'agriculture et des Stations agricoles de Châteauneuf-Sion.
- Maurer, J., Billwiller, R., Hess, Cl., 1909 : « Das Klima der Schweiz ».

- Mercanton, P. L., et Golaz, Ch., 1935 : « Préviation locale des gelées nocturnes ». C. R. d. l. Commission de Météorologie agricole, Danzig. — Annales d. l. Station centrale suisse de Météorologie, LXXI, 1934.
- Montandon, R., 1940 : « Peut-on lutter efficacement contre les gelées de printemps ». Revue pour l'Etude des Calamités, T. III, N° 10-11.
- Nicola, E. C., 1941 : « Mesures thermiques à travers la vallée du Rhône, en Valais ». Actes de la Soc. Helv. Sciences Naturelles, Bâle.
- Schweiz. Zeitschrift f. Obst-und Weinbau, Wädenswil.
- Wetterbericht der Schweiz. meteorol. Zentralanstalt, Zurich.
-