

Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Band: 9 (1927)

Artikel: Observations des phénomènes crépusculaires en haute montagne
[suite et fin]

Autor: Gruner, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740872>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

OBSERVATIONS
DES
PHÉNOMÈNES CRÉPUSCULAIRES
en haute montagne

PAR

P. GRUNER

(Avec 9 fig.)

(suite et fin)

II. OBSERVATIONS ANTÉRIEURES A 1925.

Pour obtenir une image exacte de nos connaissances des lueurs crépusculaires observées en haute montagne, comparées à celles de la plaine, il est urgent de confronter les observations de 1925 et les observations antérieures, citées p. 109. Nous le ferons ici très sommairement, en renvoyant pour de plus amples détails aux travaux originaux (voir p. 110). Cependant nous compléterons nos données par un certain nombre d'observations inédites, comme nous l'avons déjà dit auparavant.

Examinons dans le même ordre les 4 phénomènes essentiels.

1. *La lumière pourprée.*

Les observations, en tant qu'elles nous intéressent, donnent les tableaux suivants des moyennes pour le développement de la lueur pourprée. Il faut cependant utiliser ces tableaux avec une certaine précaution, car ils mettent en comparaison des observations faites dans des conditions souvent extrêmement

différentes (divers observateurs, diverses périodes, nombre d'observations parfois très restreint, formation des moyennes de différentes manières — différentes aussi parfois de nos moyennes données ci-dessus — etc.).

Développement de la lueur pourprée avec le temps.

| Lieu d'observation | Observateur | Dépression solaire | | | Intensité | Durée en minutes |
|--------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|-----------|------------------|
| | | Com-mencem. | Maxim. | Fin. | | |
| <i>Soir</i> | | | | | | |
| Mont-Blanc | Bauer, Danjon, Langevin | — | — | — | — | — |
| Jungfrauoch | Kölliker | — | — | — | — | — |
| Piz Languard | H. Meyer | 2° 8 | 3° 8 | 6° 03 | 1,5 | — |
| Faulhorn | Bravais | 2° 5 | 4° 0 | 5° 03 | — | — |
| » | F. Moser | 1° 9 | 3° 4 | 5° 07 | 2,3 | 28 |
| » | E. Hadorn | — | — | 6° 0 | 0,8 | 17 |
| Davos | Dorno | 2° 5 | 3° 9 | (5° 1) | — | — |
| Oberhelfenswil | F. Schmid | 2° 5 | 3° 9 | 5° 8 | (2,9) | 20 |
| Oberbalm | F. Moser | 2° 7 | 4° 1 | 6° 0 | 1,9 | 23 |
| Steckborn | H. Meyer | 2° 6 | 3° 9 | 5° 7 | 1,7 | 20 |
| Berne | P. Gruner | 2° 3 | 3° 6 | 5° 2 | 2,0 | 19 |
| Reuse | P. Gruner | 2° 2 | 3° 6 | 5° 7 | 2,6 | 22 |
| Bâle | Riggenbach | 2° 9 | 3° 9 | 6° 2 | — | 23 |
| Arnsberg | Busch | 2° 5 | 3° 7 | 5° 3 | 1,6 | 21 |
| Potsdam | Süring | 2° 5 | 3° 7 | 5° 2 | — | 19 |
| <i>Matin</i> | | | | | | |
| Piz Languard | H. Meyer | 2° 0 | 3° 9 | 5° 5 | 1,0 | — |
| Faulhorn | Bravais | 2° 8 | 4° 3 | 5° 1 | — | — |
| » | F. Moser | 1° 7 | 4° 0 | 6° 8 | 2,3 | 33 |
| » | E. Hadorn | 2° 4 | 4° 2 | 6° 6 | 1,6 | 25 |
| Davos | Dorno | 2° 6 | 4° 1 | 5° 5 | 2,0 | 19 |
| Oberhelfenswil | F. Schmid | 2° 0 | 3° 4 | 5° 0 | (3,0) | 20 |
| Steckborn | H. Meyer | 2° 2 | 4° 7 | 5° 8 | 2,2 | 19 |
| Berne | P. Gruner | 3° 1 | 4° 5 | 5° 1 | 1,6 | 16 |
| Reuse | P. Gruner | 3° 1 | 4° 2 | 5° 6 | 1,4 | 17 |

Ces chiffres sont résumés dans les figures 2 et 3; la fig. 4 donne les moyennes pour Davos pour les différentes saisons (v. p. 150 et 151). Remarquons que Davos donne deux limites supérieures de la lueur pourprée dont la plus élevée circonscrit les derniers vestiges qui généralement ne sont pas observables en d'autres endroits; il n'y a que Oberhelfenswil qui indique probablement cette même limite ultrasupérieure. Smosarski en Pologne donne deux moyennes différentes pour les années 1915-17 et 1919-20. Pour plus de détail nous renvoyons à notre livre ¹.

¹ GRUNER et KLEINERT, *Dämmerungerscheinungen*.

| Lieu d'observation | Observateur | Limite supérieure de la Lueur pourprée à différentes dépressions solaires | | | | | | | | Largeur moyenne | |
|---|-----------------------|---|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-----------------|-----|
| | | 2°,5 | 3°,0 | 3°,5 | 4°,0 | 4°,5 | 5°,0 | 5°,5 | 6°,0 | | |
| <i>Soir</i> Piz Languard Faulhorn Davos Oberhefenswil Oberbalm Steckborn Berne Bâle Steglitz Pologne Assuan Spitzberg | H. Meyer | 52° | 47° | 40° | 32° | 25° | 14° | — | — | 59° | |
| | Moser | 48° | 43° | 37° | 29° | 18° | 7°,5 | 4° | 2°,5 | 83° | |
| | Dorno | | 59° | 58° | 56° | 52° | 47° | 42° | 31° | 23° | 98° |
| | | | 44° | 44° | 43° | 40° | 36° | 31° | 25° | — | |
| | F. Schmid | 62° | 57° | 58° | 59° | 52° | 42° | 42° | 35° | 27° | 80° |
| | F. Moser | 42° | 37° | 36° | 32° | 25° | 19° | 19° | 15° | 10° | 80° |
| | H. Meyer | 47° | 44° | 43° | 39° | 29° | 17° | 17° | 13° | 8° | 65° |
| | P. Gruner | 27 | 29°,5 | 30° | 29°,5 | 26° | 18° | 18° | 10°,5 | — | 50° |
| | Riggenbach | 25° | 28° | 34° | 33° | 26° | 20° | 20° | 16° | 12° | 40° |
| | Jesse | — | — | — | 32° | 24° | 17° | 17° | 11° | 7° | — |
| | Smosarski | | — | — | 31° | — | 24° | — | 15°? | — | 60° |
| | | | 49° | — | 48° | — | 39° | — | 15° | — | |
| | Miethe et Lehmann | 43° | 49° | — | 40° | 31° | 21° | 21° | 10° | 6° | 90° |
| | Carlheim-Gyllenskiöld | — | — | 29° | — | 32° | — | — | — | — | — |
| <i>Matin</i> Piz Languard Faulhorn Faulhorn Davos | H. Meyer | 40° | 34° | 34° | 33° | 25° | 5° | — | — | 88° | |
| | Moser | 47° | 45° | 44° | 36° | 24° | 17° | 8°,5 | 5° | 87° | |
| | Hadorn | | 37° | 36° | 34°,5 | 34° | 28° | 17°,5 | 41° | 8° | 75° |
| | | | 53° | 50° | 49° | 47° | 40° | 33° | 23° | — | |
| | Dorno | — | — | 41° | 33° | 29° | — | — | — | — | — |

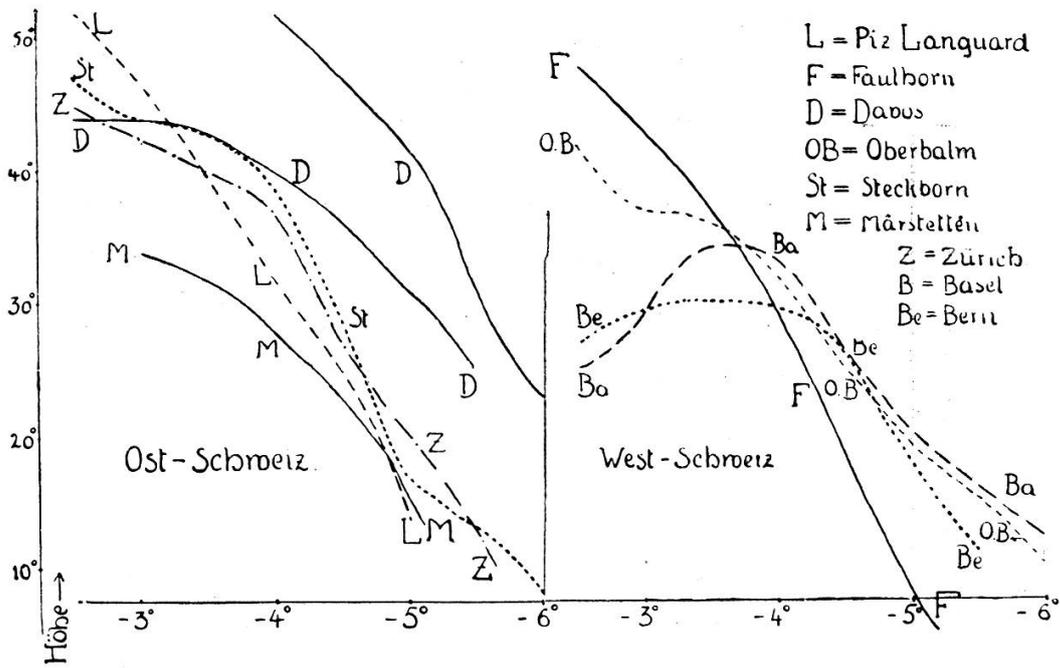


Fig. 2.

Développement spatial de la lueur pourprée.

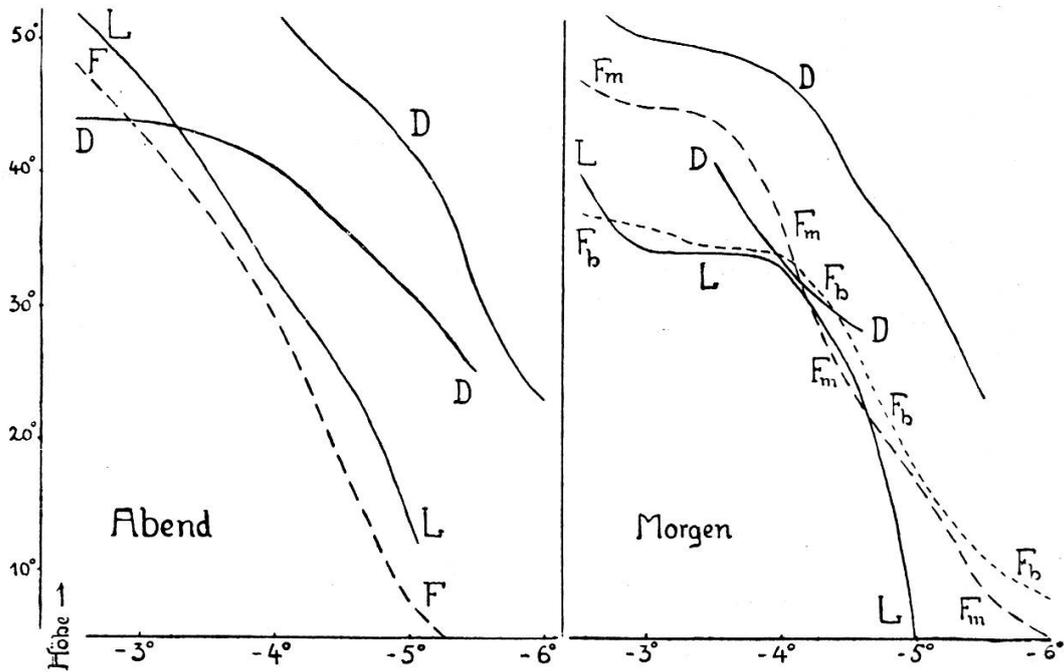


Fig. 3.

Lueur pourprée.

D = Davos; L = Piz Languard; F_m = Faulhorn (Moser);
 F_h = Faulhorn (Hadorn).
Abend = soir; *Morgen* = matin.

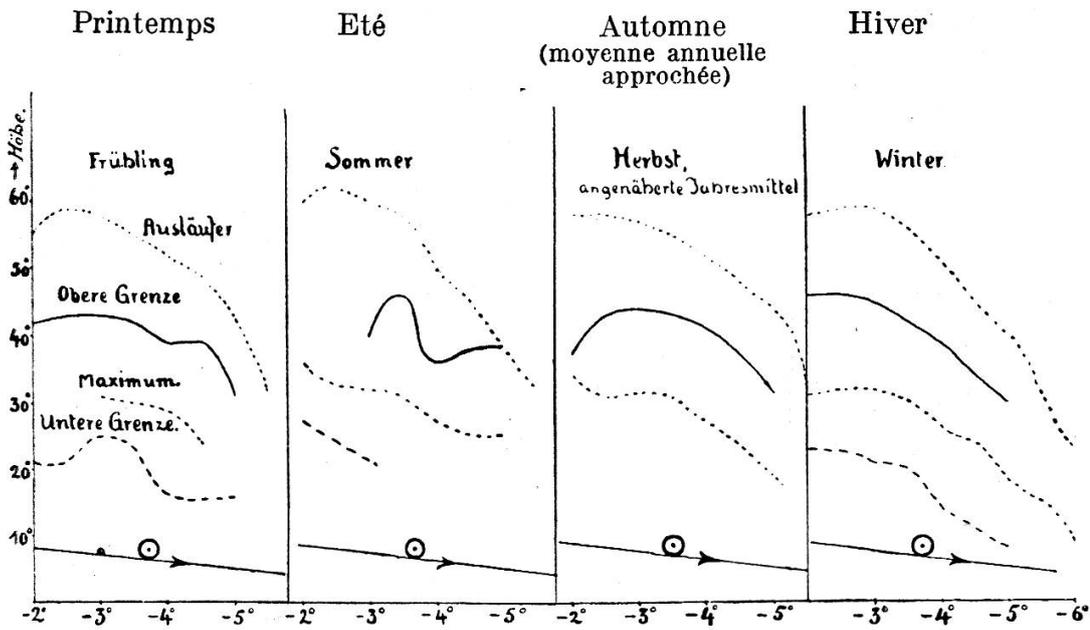


Fig. 4.

Observations de la L. p. à Davos.

..... derniers rayons. - - - - - maximum.
 ——— limite supérieure. - - - - - limite inférieure.

Si nous groupons ces chiffres en zones d'altitude, nous obtenons approximativement le tableau suivant:

Développement de la lueur pourprée avec le temps.

| Zone d'altitude | Dépressions solaires | | | Intensité | Durée en minutes |
|-------------------------------------|----------------------|---------|------|-----------|------------------|
| | Début | Maximum | Fin | | |
| Hautes Alpes, au-dessus de 3400 m | — | — | — | 0,0 | — |
| Préalpes 2600-3300 m | 2°,6? | 3°,9 | 6°,0 | 1,2 | — |
| Vallées des Alpes 1600-2000 m | 2°,5 | 3°,9 | — | 1,9 | — |
| Plateau suisse 800-900 m | 2°,5 | 4°,0 | 5°,9 | ? | 21 |
| Plaine suisse (air pur) 400-450 m | 2°,4 | 3°,9 | 5°,5 | 1,9 | 19 |
| Plaine suisse (air impur) 400-560 m | 2°,3 | 3°,8 | 5°,2 | 2°,0 | 19 |

Les observations simultanées sont d'une importance capitale, comme nous l'avons déjà fait remarquer; nous en donnons ici quelques spécimens. Comme les lueurs crépusculaires paraissent souvent en groupes de plusieurs jours, présentant à peu près le même aspect, nous avons combiné ces groupes en une seule observation (voir fig. 5. et 6, p. 152).

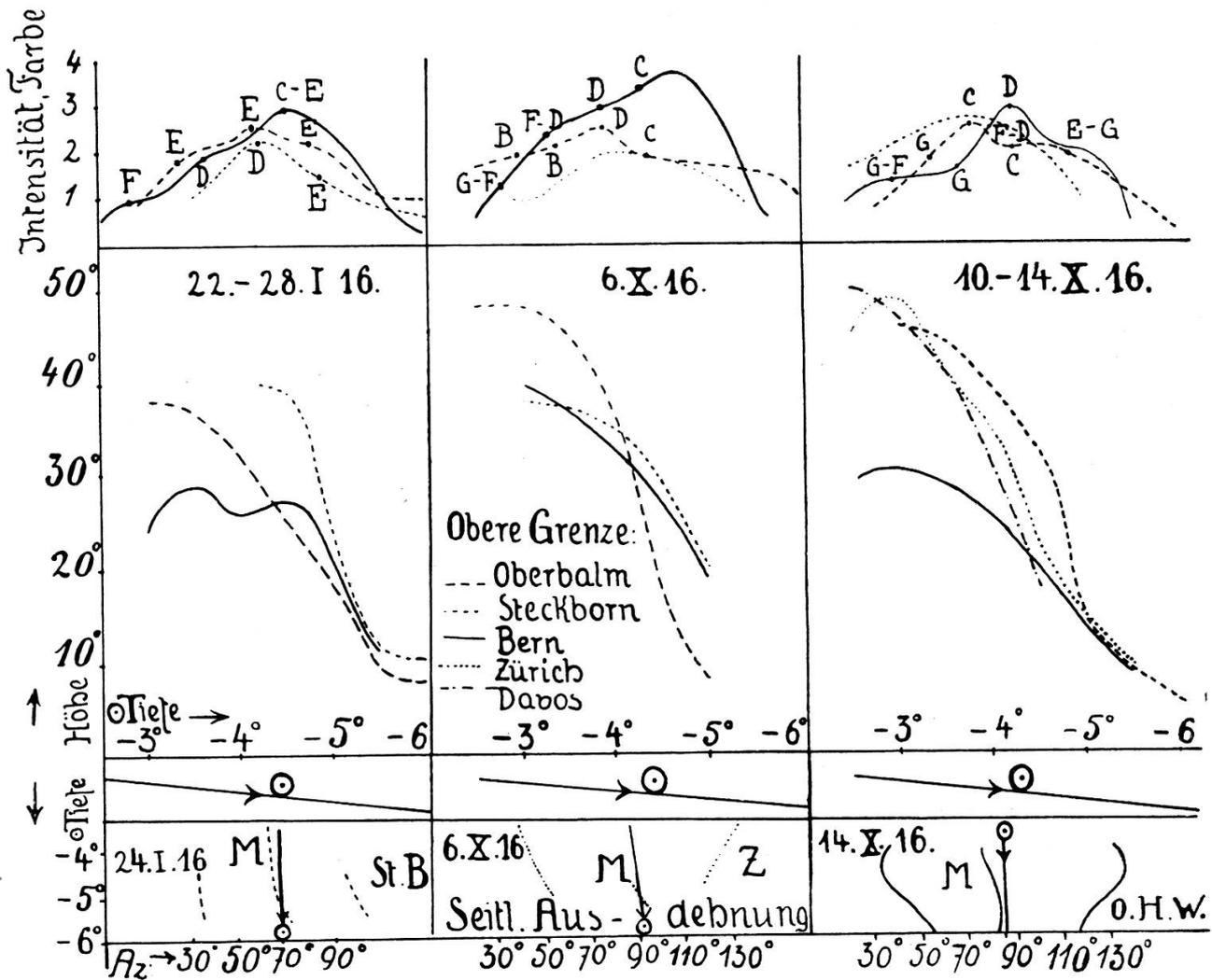


Fig. 5.

Observations simultanées de la L. p.

En haut : Intensité et couleurs (voir fig. 1).

Milieu : Limite supérieure.

En bas : Développement latéral.

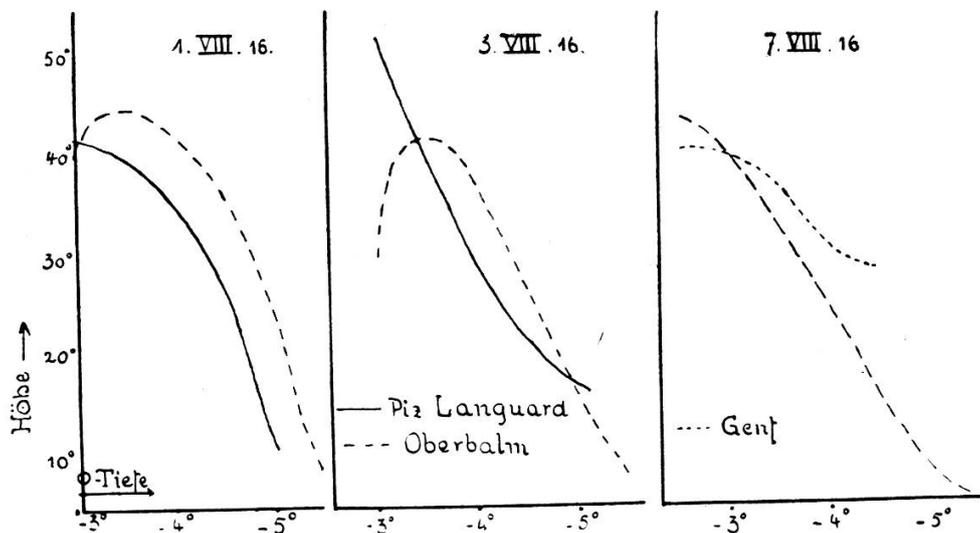


Fig. 6.

Observations simultanées de la L. p. (limite supérieure).

Observations simultanées de la lumière pourprée.

| Date | Lieu d'observation | Dépression solaire | | | Intensité | Durée (minutes) | Limite supérieure de la l. p. à différentes dépressions solaires | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|------|--------|-----------|-----------------|--|-------|------|------|-------|--------|------|------|
| | | Com. menc. | Max. | Fin | | | 2°,5 | 3°,0 | 3°,5 | 4°,0 | 4°,5 | 5°,0 | 5°,5 | 6°,0 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-28 janvier 1916 | Oberbalm | 2°,9 | 4°,7 | 6°,8 | 2,3 | 26 | — | 38° | 37° | 32° | 25° | 18° | 9° | 8° |
| | Steckborn | 3°,5 | 4°,7 | 7°,0 | 2,3 | 24 | — | — | — | 40° | 39° | 23° | 11° | 11° |
| | Berne | 2°,8 | 4°,5 | 6°,3 | 2,8 | 22 | — | 24° | 29° | 26° | 27°,5 | 19°,5 | 11° | — |
| 1 ^{er} août 1916 | Piz Languard | 2°,7 | 3°,8 | 6°,0 | 1,8 | 22 | — | (42°) | 40° | 35° | 35° | 11° | 11° | — |
| | Oberbalm | 2°,4 | 3°,9 | 6°,1 | 2,5 | 25 | — | 40° | 45° | 42° | 36° | 24° | 8° | — |
| | Reuse | — | — | — | 3,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3 août 1916 | Piz Languard | 2°,8 | 4°,1 | — | 1,0? | — | (60°) | 52° | 40° | 29° | 22° | 17°,5? | — | — |
| | Oberbalm | 2°,7 | 4°,0 | 5°,8 | 1,5 | 17 | — | 30° | 42° | 37° | 27° | 16° | 8° | 3° |
| | Reuse | — | 4°,0 | — | 2,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 octobre 1916 | Enggistein 1 | 1°,3 | 3°,9 | 6°,4 | 2,5 | 28 | 48° | 48° | 45° | 36° | 17° | 8° | — | — |
| | Zurich | 2°,8 | 4°,2 | 5°,7 | 2,0 | 17 | — | 38° | 37° | 35° | 29° | 20° | 12° | — |
| | Berne | 2°,4 | 4°,6 | 5°,8 | 3,5 | 20 | — | 40° | 37° | 33° | 27° | 19° | — | — |
| 10-14 octobre 1916 | Davos | 1°,8 | 3°,9 | (4°,7) | 4,0 | (18) | 50° | 47° | 41° | 31° | 18° | — | — | — |
| | Steckborn | 2°,8 | 4°,3 | 6°,4 | 1,8 | 22 | — | 46° | 44° | 39° | 32° | 15° | 9° | 6° |
| | Zurich | 2°,1 | 4°,1 | 5°,8 | 1,7 | 20 | 45° | 49° | 41° | 35° | 22° | 15° | 9° | — |
| | Berne | 2°,1 | 4°,0 | 5°,7 | 2,9 | 22 | 29° | 31° | 29° | 26° | 20° | 14° | 9° | — |

1 Comme situation générale, Enggistein est comparable à Oberbalm.

Sans entrer dans le détail des résultats donnés par ces tableaux et ces figures, nous les résumerons d'une manière générale.

Au *Mont-Blanc* aucun observateur, ni de Saussure¹, ni Bravais, ni les trois savants français observant en 1923, n'ont constaté la moindre lumière pourprée.

Au *Jungfraujoch*, pas plus qu'au *Mönch*, on n'a pas non plus observé de lumière pourprée nettement développée (voir p. 117).

Au *Piz Languard*, la moyenne des intensités de la lueur pourprée était, le soir, de 1,5, le matin, de 1,0, et pourtant cette série d'observations tombait en partie sur une période de troubles optiques de l'atmosphère (début du mois d'août 1916) qui fut caractérisée par quelques lueurs pourprées très fortes dans la plaine, ainsi qu'à l'étranger.

Au *Faulhorn*, Kämtz ne parle pas de lueur pourprée, Bravais cite rarement une « teinte purpurine », plutôt faible, ne durant que quelques minutes (!), s'étendant au plus à une hauteur de 45°. Les observations de M. Moser indiquent en moyenne, le soir et le matin, une intensité de 2,3 ; il y a quelquefois de très belles lueurs pourprées, mais il ne faut pas oublier que ces observations eurent lieu en pleine période de troubles optiques. M. Hadorn par contre, comme nous l'avons déjà exposé, n'observe que des lueurs pourprées très faibles le soir et, toujours sensiblement au-dessous de la moyenne (1,6), le matin.

De même, lors d'observations isolées faites par l'auteur au *Niesen*, il a été frappé par la faiblesse de la lumière pourprée.

Un coup d'œil jeté sur les intensités citées au tableau p. 151 confirme la conclusion suivante :

En général, l'intensité de la lumière pourprée diminue avec l'altitude de l'observateur ; en faisant abstraction des lumières pourprées intenses durant les périodes de troubles optiques de l'atmosphère, il semblerait que la lueur pourprée n'apparaît plus à des élévations de plus de 3400 m.

En ce qui concerne le *développement* de la lueur pourprée *avec*

¹ C'est par erreur que nous avons, dans notre publication dans les *Mémoires de la Soc. helvét. des Sciences natur.*, Vol. 57, p. 4, attribué à de Saussure des observations de la L. p.; le « limbe violet » dont il parle ne peut être que l'anticrépuscule.

le temps, les tableaux p. 148 et 151 nous font entrevoir que l'altitude de l'observateur n'exerce guère une influence sur le moment de l'apparition de la lueur et celui du maximum d'intensité, mais qu'en général la fin de la lueur pourprée est retardée d'autant plus que l'altitude est plus grande, ce qui donne aussi une petite prolongation de sa durée. Cependant, aux hautes altitudes, la lueur pourprée, si elle est observable (ce qui d'ordinaire n'est pas le cas), se montre beaucoup plus tard, ne dure pas longtemps, et disparaît plus tard que dans la plaine.

Il est bien difficile de trouver des lois concernant le *développement spatial* de la lueur pourprée, tel qu'il ressort des tableaux p. 149 et 153 et des figures 2 à 6, vu la très grande diversité des résultats obtenus. Néanmoins, si nous portons nos regards spécialement sur la figure 5 (comparant Berne et Oberbalm) ou sur la figure 6 (comparant Piz Languard et Oberbalm, et Oberbalm et Genève), ou aussi sur les figures 2 et 3, les règles suivantes paraissent se dégager (avec certaines exceptions qui peuvent être ramenées à des causes spéciales).

1. Pour des dépressions solaires de $-2^{\circ},5$ à $-4^{\circ},0$, donc jusqu'au maximum d'intensité, le développement de la lueur pourprée est extrêmement irrégulier, soit que la lueur pourprée se développe peu à peu de l'arc brun et subisse donc une diminution constante de sa surface (abaissement continu de sa limite supérieure), soit que cette lueur pourprée, commençant par une tache ou un anneau de dimension restreinte, augmente en surface, sa limite supérieure s'élevant d'abord jusqu'à son maximum.

2. Pour des dépressions solaires de $-4^{\circ},0$ à $-5^{\circ},5$, la limite supérieure est plus nette et cette fois-ci, une loi générale semble s'imposer: plus l'air est pur, donc *plus l'observateur se trouve dans un emplacement élevé, plus la descente de la limite supérieure de la lueur pourprée est rapide* (voir par exemple les courbes du Piz Languard et du Faulhorn, fig. 2 et 3).

3. Aux derniers moments de la lueur pourprée, avant sa disparition, sa marche se ralentit de nouveau, environ entre -5° à -6° de dépression solaire, et alors la règle précédente s'invertit: l'observateur à altitude élevée voit la limite de la

leur pourprée à de plus grandes hauteurs que celui de la plaine; il s'en suit que la lueur pourprée reste visible plus longtemps à la montagne qu'à la plaine.

2. *L'ombre de la terre et l'anticrépuscule.*

Les résultats indiqués p. 120 se confirment d'une manière générale. Au *Mont-Blanc*, de Saussure, ainsi que MM. Bauer, Danjon et Langevin, ont observé très distinctement l'ombre de la terre, et la coloration de l'anticrépuscule s'y trouve aussi d'une manière très nette. Kämtz, Bravais, MM. Moser et Hadorn au *Faulhorn*, M. Meyer au *Piz Languard*, M^{lle} Schreiber au *Rigi*, mentionnent dans la règle de belles lueurs anticrépusculaires, quelquefois brillantes et intenses. M. Kölliker, au *Jungfraujoeh* de même, et l'auteur, dans les quelques observations alpestres, constatent que la bande rouge-intense de l'anticrépuscule, entourant l'ombre bleu-grisâtre de la terre, formait l'un des plus éclatants phénomènes crépusculaires.

A mesure que l'on descend dans la plaine et surtout dans l'air impur des villes, ces phénomènes s'effacent, les limites deviennent indécises, les colorations, d'une nature plus foncée, sont moins brillantes et moins pures. Donc *le développement et l'intensité de l'anticrépuscule augmentent avec l'altitude de l'observateur.*

Quant au mouvement de l'ombre de la terre, nous en donnons le tableau suivant représenté graphiquement par la fig. 7. Nous ferons remarquer ici que les chiffres indiqués ne donnent pas directement le résultat des observations, mais que chaque observation a d'abord été uniformisée¹ et que la moyenne a subi encore une seconde égalisation. C'était le seul moyen d'obtenir des valeurs comparables, mais il va sans dire que notre tableau ne donnera, de ce fait, que des valeurs très approximatives, et s'écartant en apparence souvent des valeurs que l'on trouve dans les travaux originaux, ou de celles que nous avons données dans la première partie de cet article.

¹ Cette égalisation se fait par construction graphique, les points irréguliers étant remplacés par une courbe plus ou moins régulière.

Mouvement de l'ombre de la terre (voir fig. 7).

| Lieu | Observateur | Hauteur de la limite supérieure de l'ombre terrestre à différentes dépressions solaires | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|---|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| | | 0°,0 | 0°,5 | 1°,0 | 1°,5 | 2°,0 | 2°,5 | 3°,0 | 3°,5 | 4°,0 | 4°,5 | 5°,0 | 5°,5 |
| <i>Matin et soir</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Spitzberg | Carlheim-Gyllenskiöld | +1°,4 | 2°,6 | 3°,8 | 5°,3 | 7°,2 | 9°,4 | 12°,0 | 16°,0 | 21°,0 | — | — | — |
| Mont-Blanc | Bauer, Danjon, Langevin | -2°,0 | -1°,0 | 0°,0 | +1°,0 | 2°,0 | 3°,2 | 4°,5 | 6°,0 | 8°,0 | 10°,8 | 14°,0? | — |
| Jungfraujoeh | Kölliker | — | — | — | 3,7 | 5,1 | 7,1 | 9,6 | 13,0 | 17,6 | 21,6 | 25,4 | 33° |
| Piz Languard | H. Meyer | — | +1,6 | 2,3 | 3,1 | 4,2 | 5,6 | 7,2 | 9,3 | 12,2 | 16,0 | 20,4 | 28 |
| Faulhorn | Bravais, Moser | +0,3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Hadorn | — | 0,7 | 1,3 | 2,2 | 3,4 | 4,8 | 6,3 | 8,0 | 9,8 | 12 | 16 | 21 |
| Davos | Dorno | — | — | — | 4,0 | 5,0 | 6,2 | 7,6 | 10 | 13 | 17 | 23 | — |
| Oberhelfenswil | F. Schmid | — | 2,6 | 3,4 | 4,4 | 5,5 | 6,8 | 8,4 | 10,4 | 14 | — | — | — |
| Steckborn | H. Meyer | — | — | 2,6 | 3,3 | 4,3 | 5,3 | 6,5 | 8,1 | 10,2 | 13,3 | 17,5 | 28 |
| Reuse | P. Gruner | — | — | — | 3,6 | 4,8 | 6,0 | 7,8 | 10,4 | 14 | — | — | — |
| Berne | P. Gruner | — | — | — | 3,9 | 4,4 | 5,1 | 6,0 | 7,3 | 8,8 | — | — | — |
| Munich | v. Bezold | — | — | — | 2,3 | 3,4 | 4,6 | 6,0 | — | — | — | — | — |
| Pologne | Smosarski | 2,2 | 2,7 | 3,2 | 3,8 | 4,6 | 5,7 | 7,1 | 9,0 | 11,4 | 14,5 | 19,6 | 25 |
| Ténériffe | Dember | — | — | — | — | 3,7 | 5,2 | 7,0 | 9,1 | 12,2 | — | — | — |
| Assouan | Miethé et Lehmann | — | — | — | — | 3,8 | 5,2 | 7,0 | 9,1 | — | — | — | — |
| <i>Matin seul</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Piz Languard | H. Meyer | 1,5 | 2,1 | 2,8 | 3,6 | 4,6 | 6,0 | 8,0 | 10,4 | 13,0 | 17,5 | 22,5 | 31 |
| Faulhorn | F. Moser | 0,2 | 0,8 | 1,5 | 2,3 | 3,3 | 4,7 | 6,8 | 11,0 | — | — | — | — |
| Faulhorn | Hadorn | (0,3) | 1,2 | 1,6 | 2,4 | 3,4 | 4,6 | 5,8 | 7,2 | 8,8 | 10,6 | 13,4 | 16 |
| Assouan | Miethé et Lehmann | — | — | — | 2,0 | 3,3 | 5,0 | 7,8 | 9,0 | — | — | — | — |

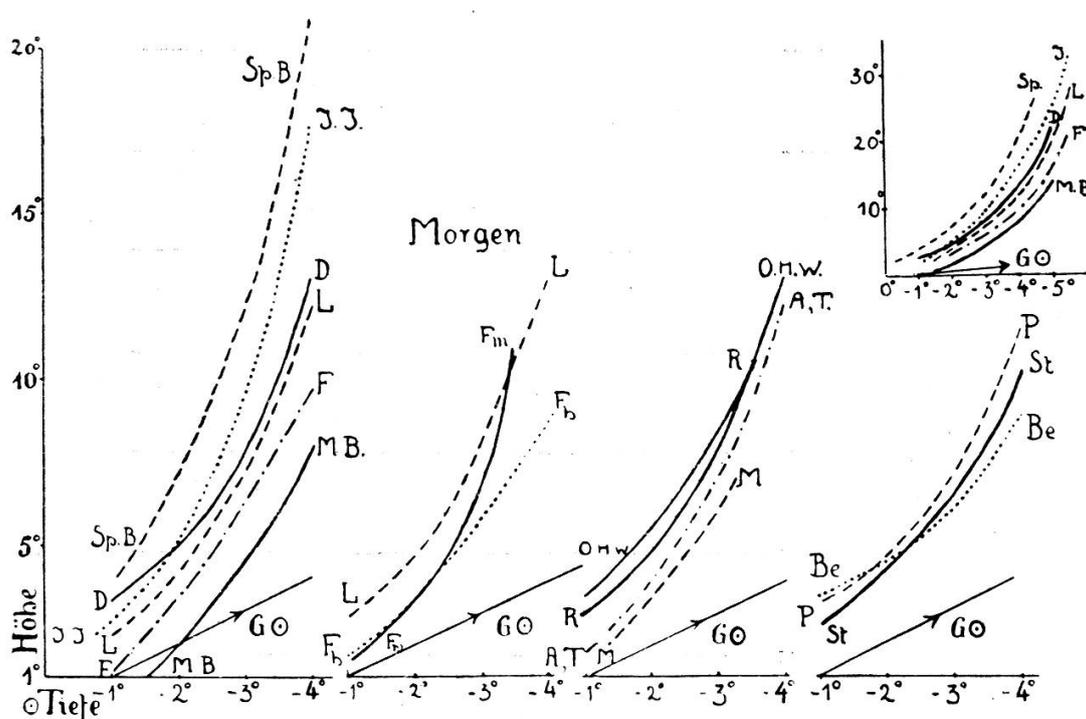


Fig. 7.

Mouvement de l'ombre de la terre.

Les initiales sont les abréviations des lieux cités dans le tableau page 157.

(L = Piz Languard; F_m = Faulhorn (Moser);
F_h = Faulhorn (Hadorn)).

Les valeurs de quelques *observations simultanées* par contre, données dans le tableau p. 160 ainsi que dans la fig. 8, donnent bien les résultats directs des observations (seulement avec de toutes petites égalisations), de sorte qu'ici l'on peut directement entrevoir l'effet de l'altitude de l'observateur.

Les chiffres suivants indiquent toujours, dans la première ligne, les dépressions solaires auxquelles correspondent, dans la seconde ligne, les hauteurs de l'ombre terrestre au-dessus de l'horizon.

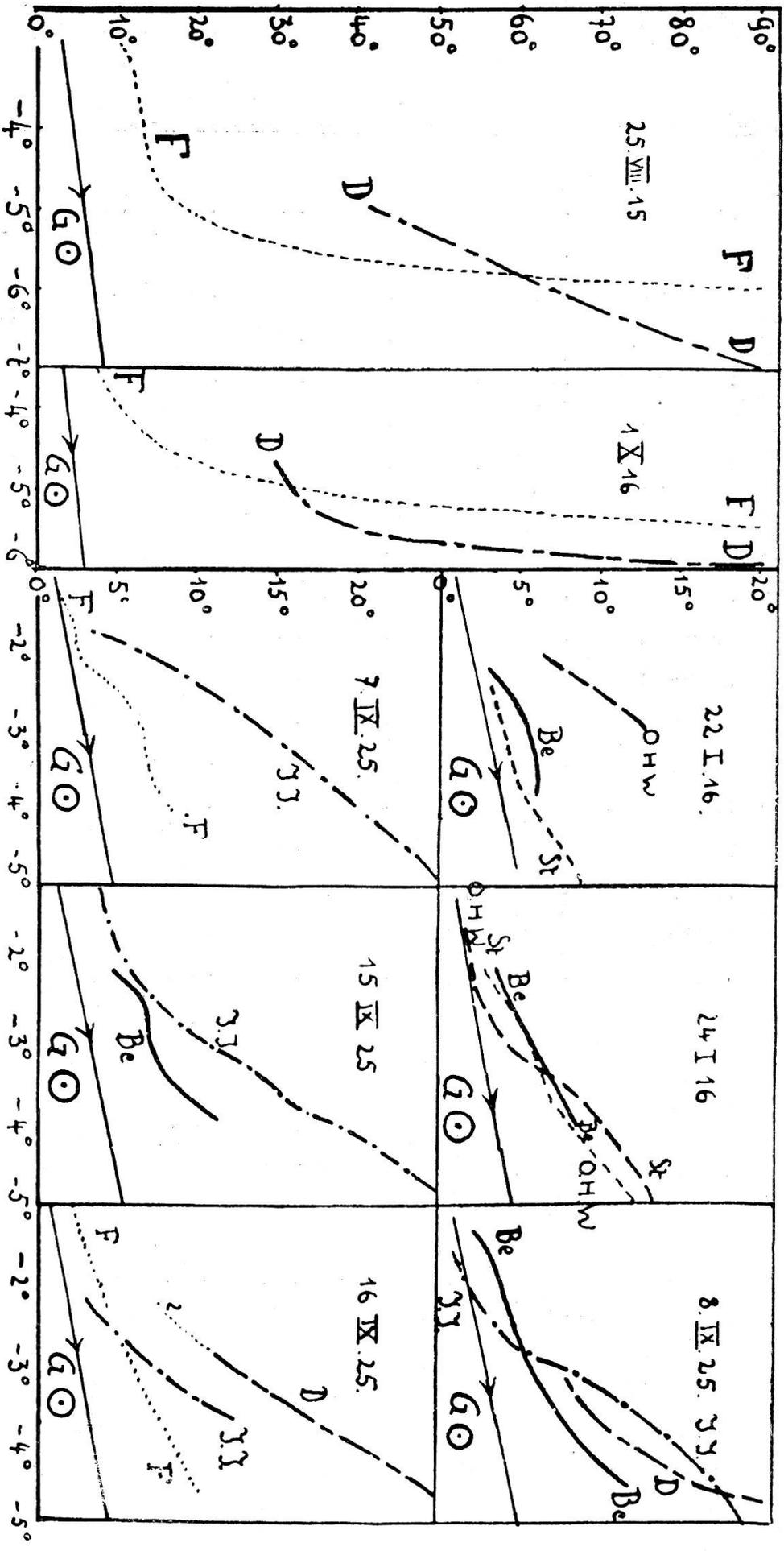


Fig. 8.

Observations simultanées du mouvement de l'ombre terrestre au Faulhorn (F), à Davos (D), à Oberhelfenswil (OHW), à Steckborn (St), à Berne (Be) et au Jungfraujoch (J.J.).

Hauteur de l'ombre terrestre, observations simultanées.

| | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|
| 22.I | Oberhelfenswil: | -2°,0 | -2°,7 | | | | | | |
| 1916 | | +6°,0 | 12°,0 | | | | | | |
| | Steckborn: | -2°,5 | -3°,0 | -3°,5 | -4°,0 | -4°,5 | -5°,0 | -5°,5 | |
| | | +3°,2 | 3°,9 | 4°,9 | 6°,0 | 7°,7 | 8°,8 | 9°,6 | |
| | Berne: | -2°,4 | -3°,2 | -3°,8 | | | | | |
| | | +4°,0 | 6°,0 | 6°,0 | | | | | |
| 24.I | Oberhelfenswil: | -1°,5 | -2°,2 | -3°,0 | -3°,3 | -4°,8 | -5°,8 | -6°,4 | |
| 1916 | | +1°,5 | 2°,0 | 4°,5 | 7°,0 | 13°,5 | 16° | 18° | |
| | Steckborn: | -2°,1 | -2°,3 | -3°,6 | -5°,0 | | | | |
| | | +3°,0 | 3°,7 | 7°,5 | 13°? | | | | |
| | Berne: | -2°,0 | -2°,5 | -3°,0 | -3°,5 | -4°,0 | | | |
| | | +3°,2 | 4°,2 | 6°,0 | 7°,5 | 8°,7 | | | |
| 25.VIII | Faulhorn: | -3°,3 | -4°,7 | -6°,0 | | | | | |
| 1915 | | +12° | 15° | 90° | | | | | |
| | Davos: | -5°,0 | -5°,5 | -7°,0 | | | | | |
| | | +41° | 53° | 90° | | | | | |
| 1.IX | Faulhorn: | -3°,6 | -4°,5 | -5°,5 | | | | | |
| 1916 | | +9°,0 | 16° | 90° | | | | | |
| | Davos: | -5°,0 | -5°,5 | -6°,0 | | | | | |
| | | +32° | 40° | 90° | | | | | |
| 7.IX | Jungfrauoch: | -1°,8 | -2°,3 | -4°,0 | -5°,7 ? | | | | |
| 1925 | | +3°,6 | 9°,0 | 20° | 30° | | | | |
| | Faulhorn: | -1°,2 | -1°,5 | -2°,0 | -2°,3 | -2°,8 | -3°,6 | -4°,2 | |
| | | +1°,5 | 2°,0 | 2°,5 | 4°,5 | 6°,0 | 7°,0 | 9°,0 | |
| 8.IX | Jungfrauoch: | -1°,7 | -2°,5 | -3°,3 | -4°,2 | -5°,0 | | | |
| 1925 | | +1°,8 | 3°,6 | 10°,8 | 15°,3 | 18°,0 ? | | | |
| | Davos: | -3°,2 | -4°,2 | -4°,7 | -5°,9 | | | | |
| | | +8° | 13° | 18° | 90° | | | | |
| | Berne: | -1°,0 | -1°,6 | -2°,0 | -2°,6 | -3°,0 | -3°,5 | -3°,9 | -4°,6 |
| | | +3°,0 | 4°,0 | 4°,0 | 5°,0 | 6°,0 | 7°,0 | 8°,5 | 12°,0 ? |
| 15.IX | Jungfrauoch: | -0°,6 | -2°,3 | -3°,2 | -3°,8 | -4°,0 | -4°,9 | | |
| 1925 | | +3°,6 | 6°,6 | 13°,5 | 17°,1 | 19°,8 | 27° | | |
| | Berne: | -2°,0 | -2°,4 | -2°,8 | -3°,9 | | | | |
| | | +5° | 7° | 7° | 12° | | | | |
| 16.IX | Jungfrauoch: | -2°,2 | -3°,6 | | | | | | |
| 1925 | | +3°,6 | 11° | | | | | | |
| | Faulhorn: | +0°,5 | 0°,0 | -0°,6 | -1°,6 | -2°,4 | -3°,3 | -4°,4 | |
| | | +1°,0 | 1°,5 | 2°,0 | 3°,5 | 5°,0 | 7°,0 | 9°,0 | |
| | Davos: | -2°,2 | -2°,9 | -3°,3 | -5°,0 | -5°,3 | | | |
| | | +6°,9 ? | 12° | 15° | 28° | 90° | | | |

Ces quelques indications donnent une diversité étonnante, malgré l'uniformité du phénomène observé.

D'après la figure 7, Jungfrauoch, Piz Languard et Faulhorn montrent, tous les trois, une ascension rapide de l'arc limitant l'ombre terrestre; plus l'observateur est élevé, plus cette courbe est rehaussée et moins elle est inclinée. Par contre, les observations de la plaine donnent des valeurs moins élevées et une allure beaucoup plus inclinée. Mais il y a des anomalies étranges: d'abord Davos ne se range pas dans cet ordre; cela peut s'expliquer par la finesse des observations de M. Dorno, qui constate généralement des élévations plus fortes que la moyenne des

autres observateurs ; puis le Spitzberg donne la courbe la plus élevée et la plus raide, ce qui pourrait s'expliquer par une certaine ressemblance de l'atmosphère boréale avec celle de la haute montagne. Mais la courbe du Mont-Blanc, que ces auteurs disent avoir déterminée avec la plus grande précision et qui, d'après eux, se développe avec une régularité presque astronomique, sort entièrement du cadre ! Elle est moins élevée que la plupart des observations de la plaine et a une inclinaison plutôt forte. Cet écart serait-il un effet du hasard, vu qu'il ne résulte que d'une série unique d'observations de quelques journées consécutives en août 1923 ? Nous ne saurions le dire.

Laissons de côté ces cas exceptionnels et considérons maintenant les observations simultanées consignées dans la figure 8 : nous y constatons que la courbe de la limite de l'ombre terrestre est moins inclinée au Faulhorn qu'à Davos, au moins pour des dépressions solaires pas trop petites, qu'au Jungfraujoeh elle est moins inclinée qu'au Faulhorn et qu'à Berne, tandis que pour des faibles dépressions solaires c'est plutôt l'inverse.

Il semble donc, abstraction faite des observations faites au Mont-Blanc, que l'on puisse conclure que *la hauteur jusqu'à laquelle s'élève l'ombre terrestre au-dessus de l'horizon diminue à mesure que l'observateur s'élève, aussi longtemps que le soleil n'est qu'à quelques degrés sous l'horizon ; tandis que cette hauteur augmente à mesure que l'observateur s'élève, dès que le soleil a 4° ou plus de dépression.* Pour ces dépressions solaires la courbe donnant l'ascension de l'ombre terrestre *devient d'autant moins inclinée que l'observateur est plus élevé.* De plus, il est évident que dans l'air pur de la haute montagne l'ombre de la terre peut être observée plus longtemps et plus haut que dans la plaine.

3. *La lueur crépusculaire proprement dite.*

Ici, il n'y a rien de nouveau à ajouter aux indications de la p. 122. Le tableau suivant, avec la figure 9, nous donne les moyennes des observations les plus importantes, égalisées de la même façon que les observations de la p. 157. Une ancienne observation de Lambert, à Augsbourg, de l'an 1759 y est ajoutée.

Ce que nous disions des gradations différentes de la limite de cette lueur crépusculaire se révèle clairement dans les courbes de Davos et d'Oberhelfenswil qui apparaissent à des hauteurs bien plus grandes que celles des autres observateurs; il s'agit donc bien ici d'une autre conception de la limite du segment illuminé. Les autres courbes se confondent trop pour manifester un effet sensible de l'altitude de l'observateur; en général, toutes semblent indiquer une inflexion plus ou moins marquée vers 7 à 8° de dépression solaire.

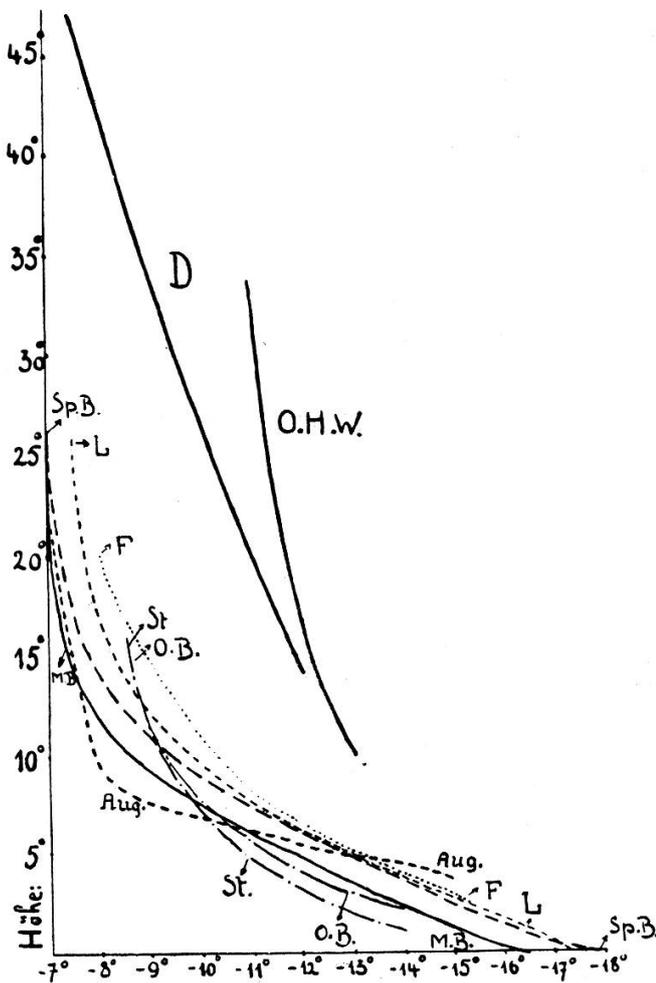


Fig. 9.

Mouvement de la lueur crépusculaire.

Sp.B. = Spitzberg; L = Piz Languard; F = Faulhorn; MB = Mont-Blanc; D = Davos; OHW = Oberhelfenswil; OB = Oberbalm; St = Steckborn; Aug = Augsburg.

Les résultats obtenus pour la *fin du crépuscule astronomique*, c'est-à-dire pour le moment où la lueur crépusculaire proprement dite disparaît à l'horizon, ne laissent guère entrevoir une influence sensible de l'altitude de l'observateur :

Dépression solaire à la fin du crépuscule astronomique.

| | | | |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| Mont-Blanc | 16°,5 | Munich (v. Bezold) . . . | 17°,7 |
| Piz Languard | 17°,1 | Pologne | 16°,0 |
| Faulhorn (Bravais) . . . | 17°,5 | Espagne (Hellmann) . . | 15°,6 |
| » (Moser) | 17°,2 | Athènes (Schmidt) . . . | 15°,9 |
| » (Hadorn) | 17°,3 | Assouan | 16°,1 |
| Spitzberg | 17°,7 | Pérou (Bailey) | 17°,5 |
| Grönland (Wegener) . . | 16°,1 | | |

Il est intéressant de constater que les observations du Piz Languard et du Faulhorn donnent des valeurs presque concordantes.

4. *La coloration des Alpes.*

Les observations antérieures à 1925, nombreuses, faites simultanément à Berne (Reuse), Oberbalm, Beatenberg, ou à Berne, Beatenberg et au Faulhorn, ainsi que de nombreuses autres observations isolées, entre autres celles du Piz Languard, corroborent ce qui a été dit plus haut, de sorte qu'il n'y a pas lieu d'entrer dans plus de détails.

Nous ne relèverons que les points suivants : la première (principale) coloration des Alpes, produite par l'illumination directe du soleil, est indépendante de la formation de la lumière pourprée qui la suit : par contre, l'éclat et la rougeur des Alpes dépendent en une forte mesure de la situation météorologique : une atmosphère humide, une situation cyclonale à l'ouest de l'Europe donnent des intensités et des splendeurs de coloration parfois tout à fait déconcertantes, tandis que le ciel à l'ouest reste au contraire plutôt pâle et transparent (abstraction faite des colorations des nuages). La seconde coloration, par contre, la recoloration normale, qui se développe généralement dans des situations de hausse barométrique, est bien en relation directe avec le développement de la lumière pourprée, ce qui peut être établi

facilement par la statistique; cette même conclusion ressort aussi indirectement du fait qu'en septembre 1925 ces recolorations observées ont été sensiblement plus faibles que les recolorations observées en 1916 au Faulhorn et au Piz Languard.

Donnons enfin le développement moyen de l'Alpenglühén (coloration directe), d'une part de la Bernina, vue du Piz Languard, d'autre part de la Jungfrau, vue du Faulhorn.

Coloration directe.

| Bernina, vue du Piz Languard | | Jungfrau, vue du Faulhorn | |
|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Couleur | Dépr. du soleil | Couleur | Dépr. du soleil |
| | | Blanche | + 5°,8 |
| | | Blanche avec teinte jaunâtre | + 4°,1 |
| | | Blanc-jaunâtre | + 3°,1 |
| Blanc-jaunâtre | + 2°,2 | Jaune | + 1°,7 |
| Jaune | + 0°,6 | Jaune-orange | + 0°,5 |
| Jaune rosé | + 0°,1 | Orange | + 0°,3 |
| Jaune rouge, vermillon | — 0°,4 | Rouge orange doré | + 0°,1 |
| Rose carmin | — 0°,7 | Rougeâtre | — 0°,8 |
| Rouge bleuâtre, pourpre | — 0°,9 | Rosé | — 1°,0 |
| Coloration éteinte, livide | — 1°,4 | Coloration éteinte | — 1°,1 |
| | | Livide | — 1°,8 |

Recoloration.

| | | | |
|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
| Commencement | — 3°,4 | Commencement | — 2°,0 |
| Fin | — 6°,2 | Fin | — 7°,2 |
| Dernière trace d'illum. | — 12°,8 | Dernière trace d'illum. | — 12°,5 |
| | | Extinction complète | — 14°,4 |

CONCLUSION.

Les faits exposés dans les lignes qui précèdent demandent une interprétation. On ne peut donner cette interprétation sans développer toute la théorie des phénomènes crépusculaires, telle que nous l'avons esquissée dans notre petit livre (voir p. 110). Comme nous ne pouvons exposer cette théorie ici, nous renvoyons le lecteur, pour de plus amples informations, à l'ouvrage cité. Nous ne relèverons que deux points intéressants.

Il est généralement admis que la lueur pourprée est un effet de diffusion optique (diffraction, réflexion, etc.) des rayons solaires dans une couche atmosphérique renfermant de minuscules corpuscules, suspendus dans l'air, à des hauteurs variant peut-être de 5 à 30 km (poussières volcaniques, etc.). Le fait

que la lueur pourprée disparaît à mesure que l'on s'élève et que l'on s'approche de cette couche, paraît au premier abord paradoxal; nous croyons qu'il peut s'expliquer seulement de la manière suivante: à mesure que l'observateur pénètre dans l'air pur des Alpes, l'illumination des *couches supérieures à la couche déterminant la lueur pourprée* devient toujours plus intense, de sorte que la lueur pourprée (pas très forte en elle-même) s'évanouit sur le fond clair du ciel et ne peut bientôt plus être perçue.

Les observations d'après lesquelles l'ombre de la terre s'élève plus rapidement et à une plus grande hauteur pour un observateur à grande altitude qu'en plaine, doivent aussi être en rapport avec cette clarté de l'atmosphère, mais il ne nous semble pas encore possible de donner une théorie vraiment satisfaisante de ce phénomène. Ici, comme dans toutes ces questions concernant les phénomènes crépusculaires, des observations simultanées, répétées dans les conditions les plus diverses, pourront seules donner la clef de ces problèmes d'un si haut intérêt.

Berne, 10 février 1927.
