

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
<b>Herausgeber:</b>	Société Vaudoise des Sciences Naturelles
<b>Band:</b>	55 (1923-1925)
<b>Heft:</b>	210
<b>Artikel:</b>	Fluctuations particulières des principaux facteurs climatiques en Europe dans la seconde moitié du XIXe siècle. Part 2
<b>Autor:</b>	Horwitz, L.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-271262">https://doi.org/10.5169/seals-271262</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

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

**Fluctuations particulières  
des principaux facteurs climatiques en Europe  
dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.**

*(Deuxième partie.)*

PAR

**L. HORWITZ**

- § 1. Variabilité moyenne de la pression en Europe. — § 2. Variabilité régionale de la pression en Europe pour quelques mois. — § 3. Pression à Stykkisholm (Islande) et à Ponte Delgada (Açores). — § 4. Vitesse du vent à Vienne, à la Tour Eiffel (Paris), au Säntis. — § 5. Déplacements de l'axe rotatoire de la terre. — § 6. Taches solaires, « inquiétude » thermique de l'air. — Résumé.

**§ 1. Variabilité moyenne de la pression en Europe.**

Dans un travail récent (1) A. Defant s'occupe entre autres de la variabilité moyenne de la pression en Europe (sommes des variabilités de la pression mensuelle). Il compare les données obtenues par Hann pour le territoire de l'Europe centrale et orientale (1851 à 1880) avec celles établies par lui-même (1881 à 1905) :

Tabl. I. — *Variabilité moyenne de la pression en Europe.*

Latitude	60°	56	52	48	46	43	38	32	20
1851-1880	3.06	2.92	2.58	2.34	1.95	1.80	1.48	1.00	0.40
1881-1905	3.01	2.80	2.42	2.04	1.90	1.68	1.46	1.15	—

En s'appuyant sur ce tableau Defant arrive à la conclusion que, pendant la période 81-905, en Europe sous presque toutes les latitudes la variabilité moyenne de la pression était plus petite que cette même variabilité pendant la période 51-80 ; d'ailleurs il n'attribue à ce fait aucune importance.

Or, pour moi cette diminution de la variabilité de la pression, constatée sous presque toutes les latitudes en Europe pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, est un phénomène *réel*, analogue aux phénomènes dont j'ai parlé dans la première partie de ce travail (2). J'ajoute que, dans le mémoire de Defant, il ne s'agit pas de la variabilité régionale, mais de la moyenne des variabilités de toute une série des localités ; ces variabilités sont à leur tour des moyennes des variabilités mensuelles, lesquelles représentent les écarts moyens par rapport à la moyenne.

**§ 2. Variabilité régionale de la pression en Europe  
pour quelques mois.**

*A. Janvier.*

J'avais à ma disposition deux séries de stations (3, Tabl. XXI : Ecarts de la pression 1851-1900, mois p. 58-81) : 1<sup>re</sup> série de 51 stations, presque toutes européennes ; 2<sup>e</sup> série de 26, presque toutes européennes, elles aussi. Cette dernière série est identique avec celle, utilisée par moi pour la variabilité régionale *annuelle* de la pression (2) ; c'est la série de l'Europe orientale et centrale, tandis que la série de 51 stations embrasse, outre les stations de la première série, encore des stations de l'Europe occidentale et quelques stations en dehors de l'Europe (« série de l'Europe »).

Je ne donne ici que les résultats de mes calculs pour les sommes de 5 et de 10 ans.

Tabl. II. — *Sommes des variabilités régionales de la pression de janvier.*

*A. Europe orientale et centrale.*

1851-1855	2403	5236	1876-1880	2448	5105
1856-1860	2833		1881-1885	2945	
1861-1865	2411		1886-1890	2352	5297
1866-1870	2176*		1891-1895	2943	
1871-1875	2657		1896-1900	3334	6277

*B. Europe.*

1851-1855	5050	12150	1876-1880	5570	10976
1856-1860	7100		1881-1885	6385	
1861-1865	5538		1886-1890	4948	11333
1866-1870	4485*		1891-1895	5776	
1871-1875	5406		1896-1900	6852	12628

En examinant ce tableau, on est tout d'abord frappé de la concordance presque complète de deux séries : pour les pentades le minimum se cantonne en 66-70 dans les deux séries ; quant aux décades le minimum tombe sur 61-70 et le maximum sur 91-100. Ensuite on voit que depuis 61-70 jusqu'à 91-100 dans les deux séries les sommes des variabilités augmentent régulièrement. C'est le contraire de ce que nous avons constaté pour l'année : *la variabilité régionale annuelle de la pression a diminué assez régulièrement en Europe dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, tandis que la même variabilité de janvier a plutôt augmenté pendant cette période.*

*B. Juillet.*

Pour juillet j'ai pu utiliser les mêmes deux séries que pour janvier. Les résultats se trouvent dans le tableau suivant :

Tabl. III. — *Sommes des variabilités régionales de la pression de juillet.*

A. *Europe orientale et centrale.*

1851-1855	1117	{	2280	1876-1880	1248	2368
1856-1860	1163			1881-1885	1412	2633
1861-1865	1210			1886-1890	1221	
1866-1870	1173		2383	1891-1895	912	
1871-1875	1120			1896-1900	897*	1809*

B. *Europe.*

1851-1855	1987	{	4342	1876-1880	2685	4836
1856-1860	2355			1881-1885	2867	5304
1861-1865	2485			1886-1890	2437	
1866-1870	2453		4938	1891-1895	1898*	
1871-1875	2152			1896-1900	2097	3995*

Comme pour janvier, nous constatons tout d'abord un parallélisme étroit entre les deux séries. Ensuite les décades accusent une augmentation assez régulière des sommes des variabilités depuis 51-60 jusqu'à 81-90. C'est un phénomène semblable à celui constaté par nous pour janvier. *Donc les deux mois examinés se comportent d'une manière plutôt opposée par rapport à l'année.*

C. *Novembre.*

Pour ce mois je me borne à donner les résultats pour une série seulement, celle de l'Europe :

Tabl. IV. — *Sommes des variabilités régionales de la pression de novembre en Europe.*

1851-1855	4932	{	9411	1876-1880	4604	8193
1856-1860	4479			1881-1885	4035	7538*
1861-1865	4548			1886-1890	3503*	
1866-1870	5438		9986	1891-1895	3548	
1871-1875	3589			1896-1900	5522	9070

Nous voyons que pour novembre la marche des sommes des variabilités n'est pas aussi régulière que celle de janvier et de juillet. Cependant même pour ce mois il y a une *tendance* à ce que ces sommes diminuent avec le temps ; cela se voit surtout d'une manière nette pour les trois décades depuis 61 jusqu'à 90. Ainsi donc novembre se comporte d'une manière rappelant plutôt année.

§ 3. *Pression à Stykkisholm et à Ponte Delgada.*

D'un certain nombre des travaux, parus dans les derniers 20 à 30 ans, comme par exemple de celui de J. Hann (4), il ressort que le climat de l'Europe occidentale et centrale est influencé d'une manière prononcée par quelques-uns des « centres d'action de l'atmosphère », c'est-à-dire par les grands maxima et minima barométriques stationnaires des zones extratropicales. Ce sont le maximum des Açores et le minimum d'Islande. Hann utilise dans son mémoire des lon-

gues séries d'observations de la pression (et de la température) à Stykkisholm (Islande 1846-1900) et à Ponte Delgada (Açores, 1866-1900). Un des résultats de son mémoire fut qu'en général ces deux stations, qui représentent deux centres d'action de l'atmosphère, se comportent quant à la pression d'une façon opposée ; c'est-à-dire que très souvent à l'excès de la pression à Stykkisholm correspond un déficit à Ponte Delgada, et vice versa.

Cela étant, comme indicateur de l'énergie de la « machine atmosphérique » peuvent servir aussi bien la différence des pressions Ponte Delgada-Stykkisholm que les anomalies de la pression dans une ou l'autre de ces localités. Vu que la série des observations à Stykkisholm est plus complète, je me servirai le plus fréquemment de cette dernière série.

Tabl. V. — *Ecarts de la pression à Stykkisholm (Islande).*

	<i>Janvier.</i>	<i>Juillet.</i>	<i>Novembre.</i>	<i>Année.</i>
1851-1855	-20.5*	0.9	0.7	0.79
1856-1860	-8.7	-29.2*	-3.0	-2.1
1861-1865	-10.4	-6.1*	-11.6	-7.34*
1866-1870	2.6	-7.8	-5.4*	16.2
1871-1875	-15.5	2.7	22.8	4.6
1876-1880	9.0	-6.5	-1.3	36.0
1881-1885	9.3	0.3	-20.0	5.33
1886-1890	-4.6	4.7	7.8	-2.57
1891-1895	26.4	2.4	8.1	-21.6*
1896-1900	11.4	37.8	-3.9	-41.6*
			-1.5	1.36
			-14.9	1.50
			-27.4	-2.57
				-1.07

Deux particularités attirent tout d'abord l'attention dans le tableau ci-dessus.

C'est l'*augmentation très régulière des sommes des écarts en janvier et diminution moins régulière de ces mêmes sommes en novembre.*

Augmentation (diminution) de la pression à Stykkisholm signifie diminution (augmentation) de l'énergie de la « machine atmosphérique » Ponte Delgada-Stykkisholm. Ainsi, en janvier, par exemple, l'influence de la circulation générale de l'atmosphère sur l'Europe pendant la période en question a continuellement diminué, ce qui contribua au développement des influences *locales*. En d'autres mots en janvier naissaient peu à peu des conditions qui favorisaient en Europe la formation et le développement des centres de pression *locaux*. Le contraire a eu lieu en novembre : grâce à l'énergie croissante de la « machine atmosphérique » la *circulation générale* obtient peu à peu le dessus sur les influences locales. Ceci nous paraît expliquer pourquoi les sommes de variabilités de la pression augmentent en janvier et diminuent en novembre. En effet, variabilité régionale considérable signifie qu'il y a prédominance des centres de pression *locaux*, tandis qu'une petite variabilité est due à l'influence de la *circulation générale*.

En conformité avec ce raisonnement, il suffit de comparer les écarts de la pression à Stykkisholm (Tabl. V) avec les variabilités régionales correspondantes (Tabl. II-IV) pour se convaincre qu'il y a une *tendance* à ce qu'aux grandes (petites) variabilités régionales correspondent des écarts positifs (négatifs) de la pression à Stykkisholm (nous disons « tendance », parce qu'il y a aussi des exceptions). Cela se voit bien dans les décades : ainsi en janvier au maximum de la variabilité correspond l'écart positif de la pression le plus considérable ; en juillet a lieu le même phénomène ; en novembre au minimum de la variabilité correspond l'écart négatif le plus considérable.

Examinons encore les écarts de la pression à Stykkisholm en janvier et en novembre. Nous constatons qu'il y a une opposition assez régulière, surtout pour les décades : aux écarts positifs (négatifs) en janvier correspondent sans exception des écarts négatifs (positifs) en novembre. On gagne l'impression qu'il existe certaine compensation entre ces deux mois : à un afflux de l'air à Stykkisholm pendant janvier correspond un départ de l'air dans la même localité pendant novembre, et vice versa. En harmonie avec ces considérations reste le fait qu'au maximum de la variabilité pour janvier (61-70) correspond le minimum de la variabilité pour novembre.

Passons maintenant à l'année. A la lumière des faits examinés tout à l'heure, on devrait s'attendre à la *diminution* plus ou moins régulière de la pression annuelle à Stykkisholm, vu que la variabilité régionale annuelle de la pression a continuellement diminué en Europe pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle (2). Or tel n'est pas le cas : même pour les décades les chiffres correspondants n'accusent pas une marche quelque peu régulière. Comment expliquer cette « anomalie » ?

Tout d'abord comparons les sommes des variabilités annuelles avec les *différences* des écarts des pressions à Stykkisholm et à Ponte Delgada.

Tabl. VI. — *Differences des écarts des pressions à Ponte Delgada et à Stykkisholm, confrontées avec la variabilité régionale de la pression en Europe.*

		<i>Année,</i>	<i>Janvier.</i>	<i>Novembre.</i>
1866-1870	712	0.4	— 8.5	— 20.8
1871-1875	765	— 1.6	<b>23.1</b>	— 27.4*
1876-1880	640	— 8.9*	— 9.3	— 25.1
1881-1885	502*	4.0	— 24.5	22.7
1886-1890	621	1.6	14.6	<b>36.9</b>
1891-1895	548	— 1.1	— 25.0*	10.7
1896-1900	572	2.1	— 10.0	18.4

On voit que pour *année* il y a aussi tendance à ce qu'aux variabilités grandes (petites) corresponde l'énergie petite (grande) de la « machine atmosphérique » (ainsi le minimum de la variabilité en 81-85 coïncide avec le maximum du gradient barométrique Ponte Delgada-Stykkisholm).

Mais — chose curieuse — les *variabilités annuelles s'accordent beaucoup mieux avec les différences des pressions en novembre et en janvier*, et dans ce sens qu'aux différences négatives (positives) en novembre (janvier) correspondent des sommes des variabilités plus considérables et vice versa. De tout ceci on est porté à conclure que la diminution régulière de la variabilité annuelle est due, elle aussi, à l'affaiblissement régulier de la machine atmosphérique, mais dans le cas de l'année la mesure de cette énergie n'est plus représentée fréquemment par la simple différence des écarts des pressions Ponte Delgada-Stykkisholm, car pendant d'autres mois ces centres d'action peuvent changer de place dans une direction ou l'autre. (C'est Hann qui attire l'attention (4) sur la possibilité de complications semblables.)

Ensuite il est probable que les différences des écarts de *novembre* décident de *caractères* des différences des écarts de *l'année*. En d'autres mots, une pentade, pendant laquelle novembre se distinguait par une énergie relativement faible de la « machine atmosphérique » aura aussi, comme année, le même caractère. Ce fait se traduira bien par une variabilité relativement considérable de la pression *annuelle*, mais moins bien par la différence correspondante des écarts Ponte Delgada-Stykkisholm. Après ce que nous avons dit plus haut, le rôle de janvier, opposé à celui de novembre, est facile à comprendre.

Quant à juillet, les données pour décades montrent nettement que, malgré quelques irrégularités, les écarts de la pression à Stykkisholm tendent à augmenter, ce qui est en harmonie avec l'augmentation de la variabilité pendant la même période (sauf 91-00).

De ce qui précède nous nous faisons un tableau provisoire suivant :

Pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle des masses d'air quittaient peu à peu les latitudes correspondant au minimum d'Islande pour s'accumuler aux latitudes du maximum des Açores. Ce transport lent des masses atmosphériques ne s'accomplissait pas cependant d'une manière continue. En effet au mois de novembre, par exemple, des masses atmosphériques se transportaient dans le sens indiqué, mais déjà en janvier et en juillet (dans un degré beaucoup plus restreint) avait lieu un transport de l'air dans le sens opposé.

Quoi qu'il en soit, après chaque année (ou plutôt après chaque 5 et même 10 ans) il restait un petit surplus de l'air près du maximum des Açores. Ce tableau théorique (la réalité n'était probablement pas aussi régulière) nous explique l'augmentation de la variabilité de l'année et de novembre, et la diminution de la variabilité de janvier et de juillet.

Nous avons parlé du transport de l'air pendant les mois de janvier, juillet et novembre. Pour nous rendre compte de ce même processus pendant les autres mois de l'année, examinons le tableau suivant :

Tabl. VII. — *Ecarts de la pression mensuelle à Stykkisholm.*

	I	II	III	IV	V	VI	VII
1851-1860	-29.2*	6.0	-3.7	15.1	-6.4*	7.4	-2.1
1861-1870	-7.8	-16.1*	10.6	-20.7	-2.7	-14.1*	-5.4*
1871-1880	-6.5	6.1	-8.7*	18.2	-2.4	-4.5	1.4
1881-1890	4.7	8.5	-1.6	11.2	2.6	0.3	8.1
1891-1900	<b>37.8</b>	-4.2	-1.6	-22.4*	<b>8.4</b>	<b>14.9</b>	-1.5
1851-1875	-52.5	4.0	-2.4	3.0	-10.7	-7.7	-4.8
1876-1900	51.5	-3.7	-2.6	-1.6	10.2	11.5	5.3
Différence	<b>104.0</b>	-7.7	-0.2	-4.6	20.9	19.2	10.1
	VIII	IX	X	XI	XII		Année.
1851-1860	-4.2	0.4	-5.1	27.6	10.3		1.61
1861-1870	4.9	-9.6	-17.7*	4.6	-4.5		-6.45*
1871-1880	2.1	<b>16.9</b>	0.9	<b>36.0</b>	<b>28.1</b>		<b>7.35</b>
1881-1890	-6.5*	4.2	5.2	-41.6*	-8.0		-1.21
1891-1900	5.3	-11.0*	<b>15.8</b>	-27.4	-28.1*		-1.07
1851-1875	-2.8	3.4	-36.5	55.0	13.6		-2.82
1876-1900	4.4	-2.5	35.6	-55.8	-15.8		3.05
Différence	7.2	-5.9	72.1	-110.8*	-29.4		5.87

De ce tableau on peut déduire quelques conclusions intéressantes. On voit en première ligne que le transport le plus considérable du N au S de la période 51-75 à celle 76-00 a eu lieu en novembre ; un transport dans le même sens, mais beaucoup plus modeste, s'est accompli en décembre ; enfin pendant les mois : février, mars, avril, septembre avaient lieu des transports semblables, mais insignifiants. Pendant les autres mois il y avait des transports dans le sens opposé. La première place y occupe janvier dont la valeur atteint presque celle de novembre. Ensuite vient le mois d'octobre, puis les mois depuis mai jusqu'à août *avec des valeurs diminuant régulièrement*, ce qui est intéressant.

Quant à la différence *positive* de l'année, ce qui signifierait *accumulation de l'air* à Stykkisholm, il découle de nos considérations précédentes que ce résultat n'est probablement pas valable pour toute la zone correspondante ; vu la diminution régulière de la variabilité régionale annuelle de la pression, de la température et des préci-

pitations, il faut plutôt admettre que, pendant la période en question, l'air *quittait* les latitudes de Stykkisholm pour s'accumuler vers les Açores. En effet, déjà les différences des écarts de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm trahissent une augmentation assez nette, compliquée d'ailleurs par des irrégularités dont le pourquoi nous échappe.

Tabl. VIII. — *Ecarts de la pression annuelle  
Ponte Delgada-Stykkisholm.*

1866-1870	0.4	1886-1890	1.6
1871-1875	0.4	1891-1895	-3.7
1876-1880	-8.9*	1896-1900	2.1
1881-1885	4.0		

Jetons encore un coup d'œil sur la première partie du Tabl. VII. Nous constatons tout d'abord qu'en mai la pression augmente régulièrement, comme en janvier. Ensuite juin et octobre accusent une marche des écarts de la pression très semblable à celle des deux mois mentionnés : en effet pendant *quatre* décades consécutives la pression augmentait régulièrement. A ce groupe des mois appartiennent encore février et juillet, pendant lesquels la pression augmentait régulièrement pendant trois décades consécutives. Le mars présente à ce point de vue un caractère indécis. Quant aux autres mois, ils forment un deuxième groupe dont la pression diminue pendant la période en question. Nous y avons tout d'abord avril, septembre, décembre et en partie novembre, pendant lesquels la pression a diminué régulièrement dans les trois dernières décades ; dans ces mois (sauf novembre) la maximum a eu lieu en 71-80, le minimum en 91-00. Enfin, pour août, la pression a diminué régulièrement pendant trois décades (61-90).

Nous avons ainsi complété notre connaissance des transports de l'air dans un sens ou dans l'autre entre les latitudes de Stykkisholm et de Ponte Delgada. Ces transports accusent une certaine régularité pendant l'année : il y a des afflux et des reflux de l'air pendant différents mois, mais le bilan total révèle, semble-t-il, une accumulation de l'air aux latitudes des Açores. Ces transports de l'air dans les deux sens sont en harmonie avec les variabilités régionales de la pression pour janvier, juillet et novembre.

Qui dit : transports des masses d'air, dit : vents ; c'est pourquoi, dans le chapitre suivant, nous nous occuperons des vents en Europe, en comparant leur vitesse : 1<sup>o</sup> avec les données concernant les transports de l'air ; 2<sup>o</sup> avec les variabilités régionales sur le même territoire.

#### § 4. Vitesse du vent à Vienne, à la Tour Eiffel (Paris) au Säntis.

##### A. Vents à Vienne et pression Ponte Delgada-Stykkisholm.

C'est relativement tard qu'on a commencé à effectuer des mesures anémométriques (5, p. 382 et suivantes). Par conséquent je ne suis pas en état d'utiliser des séries aussi longues que pour les autres facteurs climatiques. Je me servirai en première ligne d'un travail de J. Hann (6), où se trouvent des données nombreuses concernant les vents à Vienne pour la période 1866-1900.

Dans le tableau qui suit figurent des sommes des vitesses du vent en m/sec. :

Tabl. IX. — Valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent en m/sec. à Vienne (Hohe Warte), 1866-1900.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
1866-1875	8.52*	<b>12.30</b>	11.08*	<b>11.36</b>	10.66	<b>11.18</b>	9.94
1871-1880	10.06	11.94	<b>12.56</b>	11.08	<b>11.62</b>	10.92	<b>11.12</b>
1876-1885	10.02	10.56	12.24	9.94	10.82	10.46	<b>11.70</b>
1881-1890	9.66	9.60*	11.96	10.10	10.28	11.00	10.86
1886-1895	<b>10.32</b>	11.34	12.20	9.90	9.82*	<b>10.62</b>	9.88*
1891-1900	10.08	11.82	11.34	9.78*	10.30	9.84*	10.08
	VIII	IX	X	XI	XII	Année.	
1866-1875	<b>9.92</b>	<b>9.44</b>	8.92	<b>12.32</b>	<b>11.22</b>	10.57	
1871-1880	9.90	9.26	8.66	10.22	10.50	<b>10.65</b>	
1876-1885	9.56	9.10	9.22	9.76	10.14	10.29	
1881-1890	9.80	9.38	<b>9.90</b>	9.46	9.56	10.18	
1886-1895	9.56	9.04	9.16	8.42	9.54*	9.98	
1891-1900	8.80*	7.96*	8.00*	7.46*	9.62	9.59*	

Un coup d'œil sur les données ci-dessus nous révèle une série de régularités. Ainsi pour l'année et pour la plupart des mois les vitesses sont plus grandes au commencement qu'à la fin de la période. En février, avril, juin, août, septembre, novembre et décembre la vitesse du vent atteint son maximum pendant la première décade. En avril, juin, août, septembre, octobre, novembre et pour l'année le minimum de la vitesse caractérise la dernière décade. Hann signale déjà ces particularités, mais il est d'avis que la diminution de la vitesse du vent dans les « dernières pentades » n'est probablement pas réelle ; il n'en connaît pas d'ailleurs la cause.

Quant à moi, je crois par contre que le phénomène en question est réel. En effet, tout d'abord plusieurs mois (I, II, III) n'accusent pas du tout des valeurs plus petites à la fin de la période ; ensuite, il existe une *opposition prononcée entre janvier et novembre* : en janvier nous constatons une augmentation assez régulière de la vitesse du vent, tandis qu'en novembre cette dernière diminue très régulièrement. Ajoutons à ces faits la circonstance que l'année

se comporte d'une manière très rapprochée de novembre, — et l'analogie avec la marche des variabilités régionales de la pression (janvier, novembre, année) sera complète. Cette conclusion, importante par elle-même, sert aussi d'argument pour la thèse que la diminution de la vitesse du vent dans les autres mois est réelle, elle aussi.

La période de 60-00 n'est qu'une partie de celle de 50-00 ; néanmoins, vu les coïncidences signalées, on gagne l'impression que la marche de la vitesse du vent à Vienne et de la variabilité régionale de la pression en Europe se ressemblent et ont soit une cause commune soit dépendent l'une de l'autre.

Pour étudier la question d'une manière plus détaillée, j'ai rangé les écarts de la pression à Ponte Delgada et à Stykkisholm d'après leurs valeurs décroissantes, en leur juxtaposant les vitesses du vent correspondantes :

Tabl. X. — *Valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent à Vienne (en m/sec.), confrontées avec les différences des écarts de la pression à Ponte Delgada et à Stykkisholm (1866-1900).*

	I		II		III			
66-75	14.6	8.52*	76-85	18.2	10.56	71-80	17.3	12.56
71-80	13.8	10.06	66-75	11.4	12.30	76-85	15.7	12.24
81-90	—10.0	9.66	81-90	—2.2	9.60*	81-90	—2.3	11.96
86-95	—10.4	10.32	71-80	—3.9	11.94	91-00	—4.2	11.34
76-85	—33.9	10.02	91-00	—13.9	11.82	86-95	—7.1	12.20
91-00	—35.0	10.08	86-95	—17.7	11.34	66-75	—8.8	11.08*
	IV		V		VI			
91-00	31.2	9.78*	71-80	4.2	11.62	66-75	15.8	11.8
86-95	—4.2	9.90	76-85	3.5	10.82	71-80	11.0	10.92
66-75	—5.4	11.36	81-90	2.0	10.28	76-85	3.0	10.46
81-90	—8.0	10.10	66-75	—3.4	10.66	81-90	2.6	11.0
76-85	—18.8	9.94	91-00	—9.3	10.30	86-95	—11.5	10.62
71-80	—31.4	11.08	86-95	—9.6	9.82*	91-00	—26.8	9.84*
	VII		VIII		IX			
76-85	2.3	11.70	81-90	10.5	9.80	91-00	12.9	7.96*
71-80	—0.1	11.12	86-95	6.6	9.56	76-85	—0.2	9.10
66-75	—2.3	9.94	66-75	6.5	9.92	81-90	—3.2	9.38
91-00	—2.4	10.08	91-00	—4.7	8.80*	86-95	—5.7	9.04
81-90	—5.5	10.86	71-80	—8.4	9.90	66-75	—14.6	9.44
86-95	—8.1	9.88*	76-85	—14.4	9.56	71-80	—23.7	9.26
	X		XI		XII			
66-75	49.0	8.92	81-90	59.6	9.46	91-00	26.1	9.62
81-90	5.4	9.90	86-95	48.6	8.42	86-95	17.6	9.54*
71-80	—0.6	8.66	91-00	30.1	7.46*	81-90	15.5	9.56
76-85	—10.7	9.22	76-85	—1.6	9.76	66-75	—15.8	11.22
86-95	—17.8	9.16	66-75	—48.2	12.32	76-85	—25.0	10.14
91-00	—39.6	8.00*	71-80	—51.7	10.22	71-80	—38.7	10.50

	<i>Année.</i>	
1881-1890	2.33	<b>10.18</b>
1866-1875	0.83	10.57
1891-1900	—2.03	9.59*
1876-1885	—4.96	10.29
1886-1895	—5.74	9.98
1871-1880	—8.51	<b>10.65</b>

On voit tout d'abord que souvent les valeurs maxima ou minima de la vitesse du vent correspondent aux maxima ou minima des différences des écarts de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm. Ainsi aux *maxima* de ces dernières correspondent les *maxima* des sommes de la vitesse du vent pendant les mois suivants : mars, mai, juin, juillet ; aux *minima* — les *minima* des sommes de la vitesse du vent pendant les mêmes mois et en octobre. C'est un premier groupe de mois, pendant lesquels (comptés avec le mois d'août) *grossost modo* les valeurs de la différence de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm, c'est-à-dire le gradient barométrique entre ces deux points *augmentant*, la vitesse du vent *augmente* en même temps à Vienne. Un second groupe est formé par les autres mois ; pour eux la vitesse du vent *diminue* (*augmente*), quand le gradient barométrique *augmente* (*diminue*). Souvent pour ces mois aux *maxima* (*minima*) des gradients correspondent des *minima* (*maxima*) de la vitesse du vent (janvier, avril, septembre).

Comment expliquer l'opposition entre ces deux groupes de mois ?

Le gradient barométrique Ponte Delgada-Stykkisholm augmentant, la circulation atmosphérique générale s'intensifie ; c'est le cas aussi avec la vitesse des vents, qui font partie de la circulation générale. Il s'ensuit que les vents du premier groupe de mois à Vienne accusent les caractères des vents dépendant directement du gradient barométrique. — Quant au second groupe, celui avec la vitesse des vents opposée au gradient, on peut considérer ces derniers comme des vents plutôt locaux. Un petit gradient, par exemple, occasionne, comme nous le savons, une grande variabilité régionale de la pression en Europe, c'est-à-dire des grandes différences de la pression entre différents points. Or, des vents locaux, comme nous les comprenons ici, sont des vents nés de ces différences ou gradients *locaux*, par opposition au gradient *général*, éloigné (Ponte Delgada-Stykkisholm). On comprend aisément que, le gradient général augmentant (diminuant), la variabilité régionale en Europe diminuera (augmentera) ; par conséquent les vents *locaux* diminueront (augmenteront), eux aussi ; en revanche les vents de la circulation générale augmenteront (diminueront).

Une statistique extraite du travail cité de Hann jette une certaine lumière sur cette question (6, p. 40) :

Tabl. XI. — *Période annuelle des directions du vent à Vienne (en %).*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N à E	21	22	27	35	29	28	22	24	25	22	20	19*
SE à SW	33	36	24	29	27	20	18*	20	28	31	36	34
W et NW	46	42	49	36*	44	52	60	56	47	47	44	47

Les vents W et NW sont les plus fréquents en été, ceux du N, NE et E au printemps, ceux du SE, S et SW à la fin d'automne et en hiver. Comparons maintenant nos deux groupes de vents avec ces données et nous nous convaincrons qu'en général les mois avec des vents W et NW dominants (III, VI, VII, VIII, X avec exception unique de V), ce sont les mois du premier groupe, pour lesquels la vitesse du vent augmente *avec le gradient barométrique général*. Or les vents occasionnés par ce dernier viennent des directions W; par conséquent nous avons une confirmation de notre point de vue, formulé plus haut.

Nous considérons donc comme démontrée la thèse que les vents qui décident du premier groupe de mois, sont des vents de la circulation générale. Par contre ce sont des vents locaux qui décident du caractère du second groupe de mois. Ces deux espèces de vents sont liées de telle façon qu'aux vents généraux plus (moins) intenses correspondent des vents locaux moins (plus) intenses. Chaque mois renferme un certain nombre de vents des deux catégories et le caractère particulier de chaque mois dépend de la prédominance d'une ou de l'autre catégorie de vents.

Il semble que pour l'année dominant à Vienne des vents locaux, c'est-à-dire qu'en général, les différences de la pression Ponte Stykkisholm augmentant, la vitesse du vent diminue et vice versa.

Certain intérêt à ce point de vue est présenté par les données de Hann concernant les maxima annuels de la vitesse du vent et le nombre des jours avec une vitesse de vent  $\geq 20 \text{ m/sec}$ . Soit les uns soit les autres diminuaient régulièrement pendant la période 76-00, si on envisage les valeurs correspondantes pour pentades. Vu la diminution régulière de la variabilité régionale ainsi que l'activité croissante synchrone probable de la « machine atmosphérique », cela signifie que les maxima annuels de la vitesse du vent et le nombre des jours avec des vents-ouragans à Vienne se comportent comme caractérisant des vents locaux.

D'ailleurs leur caractère mixte apparaît clairement dans le tableau suivant :

Tabl. XII. — Vents à Vienne.

	<i>Pression Ponte-Delgada- Stykkisholm,</i>	<i>Maxima annuels de la vitesse du vent (sommes, m/sec)</i>	<i>Nombre des jours avec une vitesse du vent <math>&gt; 20</math> m/sec,</i>	<i>Sommes des vitesses moyennes du vent.</i>
1881-1885	3.97	<b>155</b>	104	5.05
1896-1900	2.07	131*	53*	4.69*
1886-1890	-1.64	139	75	5.08
1891-1895	-4.10	140	68	4.90
1876-1880	-8.93	153	<b>122</b>	<b>5.24</b>

On voit qu'aux différences minima Ponte Delgada-Stykkisholm correspondent des valeurs maxima de la vitesse du vent et des nombres des jours avec une vitesse du vent  $> 20$  m/sec. (les influences locales l'emportent !) ; les différences des écarts augmentant, les deux facteurs diminuent assez régulièrement. Ce n'est qu'aux différences *maxima* que correspondent de nouveau des valeurs maxima de la vitesse du vent et des nombres des jours avec une vitesse du vent  $\geq 20$  m/sec. (second maximum ; c'est l'influence de la circulation générale qui domine !). Les vitesses moyennes du vent se comportent d'une façon semblable.

Signalons en passant que la pentade 81-85 se caractérise par le gradient barométrique *maximum*, par le *minimum* de la variabilité régionale de la pression et de la température ainsi que par la somme *maximum* des vitesses du vent *maxima* à Vienne<sup>1</sup>.

#### B. Vents à Vienne et variabilité régionale de la pression.

Dans la première partie de ce chapitre je me suis efforcé de démontrer que la vitesse du vent à Vienne dépend d'une manière directe ou indirecte du gradient barométrique Ponte Delgada-Stykkisholm. Or, dans les chapitres précédents j'ai montré qu'il y a une relation entre ce dernier et la variabilité régionale de la pression.

Voyons maintenant si un parallélisme analogue existe entre la vitesse du vent et la variabilité régionale.

Tabl. XIII. — Sommes des vitesses du vent (Vienne) et sommes des variabilités régionales de la pression en Europe.

	<i>(a)</i>	<b>I</b>	<b>VII</b>	<b>XI</b>		<i>Année.</i>
1866-1870	3.84*	4485*	4.88	2453	<b>7.30</b>	5.16
1871-1875	4.68	5406	5.06	2151	5.02	3589
1876-1880	<b>5.38</b>	5570	<b>6.06</b>	2685	5.20	4604
1881-1885	4.64	6385	5.64	<b>2067</b>	4.56	4035
1886-1890	5.02	4948	5.22	2437	4.90	3503*
1891-1895	5.30	5776	4.66*	1898*	3.52*	3548
1896-1900	4.78	<b>6852</b>	5.42	2097	3.94	<b>5522</b>
	<i>(b)</i>					
1866-1875	8.52*	9891*	9.94	4604	<b>12.32</b>	9027
1871-1880	10.06	10976	11.12	4836	10.22	8193
1876-1885	10.02	11855	<b>11.70</b>	<b>5552</b>	9.76	8639
1881-1890	9.66	11333	10.86	5304	9.46	7538
1886-1895	<b>10.32</b>	10724	9.88*	4335	8.42	7051*
1891-1900	10.08	<b>12628</b>	10.08	3995*	7.46*	<b>9070</b>

<sup>1</sup> Nous verrons aussi plus bas que les valeurs  $a_p$  et  $a_p + a_p$  de Merecki ont atteint pendant cette pentade, elles aussi, leurs valeurs maxima.

On s'aperçoit vite que déjà pour les pentades, mais encore mieux pour les décades il existe certaine concordance entre la marche des vitesses du vent et celle de la variabilité régionale de la pression. En janvier (pentades, décades) aux vitesses minima correspondent des variabilités *minima*, ce qui a lieu aussi pour l'année (décades). En juillet se produit le même phénomène (pentades). Pour le même mois et pour l'année aux vitesses *maxima* correspondent des variabilités maxima (décades). Enfin pour le mois de novembre (décades) aux vitesses *minima* correspondent des variabilités *maxima*.

Ainsi de la juxtaposition des vitesses du vent aux variabilités régionales découle la même constatation que nous avons formulée plus haut. Il y a à Vienne deux groupes de vents : l'un, qui fait partie de la circulation générale ; l'autre, opposé au premier, qui constitue un élément local. D'après le Tabl. XIII, en janvier, en juillet et dans l'année semblent dominer des vents locaux, en novembre en partie la circulation générale.

### C. *Vents à Vienne, à la Tour Eiffel (Paris) et au Säntis (Suisse).*

Pour approfondir le problème comparons encore les vents à Vienne avec le même élément météorologique à la Tour Eiffel et au Säntis, sommet en Suisse, près du lac de Constance. Vu que nous ne disposons pour ces deux dernières stations, que des observations de 1890 à 1900, nous sommes obligés de nous contenter de cette période, relativement courte (7, 8) :

Tabl. XIV. — *Vitesses du vent annuelles et de janvier (en m/sec.), confrontées avec variabilités régionales de la pression en Europe.*

VIENNE.					EFFEL (Paris).				
	I		Année.		I		Année.		
1894	4.0	826	1898	4.4	132	1898	6.5	1936	1892
1896	4.1	1454	1895	4.4	142	1896	7.2	1454	1891
1898	4.5	1936	1900	4.5	130	1893	8.7	1174	1895
1900	4.7	1050	1896	4.7	85	1892	9.5	779*	1890
1899	5.0	954	1897	4.8	74	1895	9.7	1997	1893
1891	5.1	1000	1891	4.9	66*	1897	10.2	1458	1896
1895	5.3	1997	1892	4.9	82	1891	11.0	1000	1898
1890	5.6	994	1899	5.1	151	1900	11.0	1050	1894
1897	5.6	1458	1890	5.1	99	1890	11.5	994	1899
1893	5.8	1174	1893	5.1	137	1894	12.5	826	1897
1892	6.3	779*	1894	5.2	121	1899	13.1	954	1900

SÄNTIS (2504 m.).				
	I		Année.	
1897	6.6	1458	1900	6.5
1900	6.7	1050	1898	6.8
1893	7.3	1174	1896	6.9
1898	7.6	1936	1893	7.1
1896	7.8	1454	1899	7.2
1894	8.0	826	1895	7.3
1895	8.0	1997	1897	7.3
1891	8.6	1000	1892	7.7
1899	8.7	954	1890	7.8
1892	8.9	779*	1894	7.8
1890	11.3	994	1891	7.9
				66*

Le tableau ci-dessus est intéressant, tout d'abord parce que les trois stations ont presque la même latitude géographique ; Eiffel est la plus rapprochée de l'Océan, Vienne la plus continentale, tandis que Säntis se distingue par son altitude très considérable. Or, à Vienne les vitesses du vent (année, janvier) se comportent comme il sied à une station continentale, assez éloignée de l'Océan, mais exposée à l'influence immédiate de la circulation générale : leur caractère mixte apparaît nettement.

Quant à la station Eiffel (Paris) elle se comporte déjà d'une manière différente : la vitesse du vent annuelle possède encore le caractère de celle du vent à Vienne et même on y aperçoit une tendance à ce qu'aux vitesses plus *grandes* correspondent des variabilités plus *grandes* (vents locaux !) ; mais déjà en janvier la variabilité régionale de la pression *diminue* nettement avec l'*augmentation* de la vitesse du vent : c'est le régime des vents naissant directement de la circulation générale de l'atmosphère.

Enfin cette dernière l'emporte définitivement à la station Säntis, grâce à son altitude considérable : là, soit dans l'année soit en janvier, la variabilité régionale *diminue* nettement avec l'*augmentation* de la vitesse du vent. En d'autres mots, les vents y dépendent directement du gradient barométrique Ponte Delgada-Stykkisholm : ce gradient augmentant (diminuant) la vitesse du vent (année, janvier) au Säntis augmente (diminue), elle aussi.

Ajoutons que des faits, constatés par F. Exner dans un travail récent (9), s'accordent bien avec ce que nous venons d'exposer. Cet auteur a montré que, la pression aux latitudes circumpolaires (Polardruck) *diminuant*, l'inquiétude de l'air à Brême *augmente* pendant l'hiver. Ailleurs (l. c.) le même auteur arrive à la conclusion que « pendant les hivers 1897-1906, à l'*augmentation* de 90 km. de la composante occidentale du chemin parcouru par le vent à Potsdam correspond une diminution de 1 mm. de la pression circumpolaire. »

\* \* \*

Jusqu'à maintenant, dans notre étude, nous sommes arrivés à la conclusion que, pendant la seconde moitié du XIX<sup>me</sup> siècle, sur une partie au moins du globe terrestre avaient lieu des transports *sui generis* des masses d'air. Ces transports ont, entre autres, entraîné des fluctuations du gradient barométrique Ponte Delgada-Stykkisholm. Ces dernières ont amené à leur tour des fluctuations analogues de la variabilité régionale des éléments climatiques (en première ligne de la pression) et de la vitesse des vents en Europe.

Dans les lignes qui suivent, nous nous occuperons d'un autre phénomène, lié aux transports des masses d'air sur le globe.

### § 5. Déplacements de l'axe rotatoire de la terre.

R. Spitaler (**10**) a démontré que l'ordre de grandeur des changements de la latitude géographique, constatés par *observation*, est le même que celui, *calculé*, des changements analogues, dus aux transports saisonniers des masses atmosphériques.

On peut se demander alors si les déplacements *annuels* de l'axe rotatoire de notre planète ne sont pas en relation, eux aussi, avec les déplacements synchroniques des masses d'air. Pour répondre à cette question examinons le tableau suivant :

Tabl. XV. — *Déplacements de l'axe rotatoire du globe<sup>1</sup> et différences de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm.*

Année	1890	1894	1898	1896	1897	1891	1900	1893	1899	1892	1895
Différ. press.	3.94	3.23	1.98	1.97	0.49	0.23	0.08	-0.91	-2.45	-2.97	-3.68
Déplac. axe	27	8	18	17	20	27	6*	13	12	20	9

On voit que, malgré des irrégularités, il y a une tendance à ce qu'aux *différences plus (moins) grandes de la pression correspondent des déplacements plus (moins) grands de l'axe rotatoire*. Ce résultat aura pour nous une valeur d'autant plus grande quand nous prendrons en considération que, dans nos comparaisons antérieures, nous avons eu recours presque toujours aux pentades et même aux décades, car c'est alors qu'apparaissaient des régularités. Or dans le cas actuel nous constatons un certain parallélisme déjà pour années.

Afin de corroborer la probabilité des liens qui unissent les déplacements de l'axe rotatoire avec ceux des masses de l'air, comparons encore les premiers avec les variabilités régionales de la pression en Europe et la vitesse du vent au Säntis, phénomènes lesquels, comme nous l'avons démontré, sont liés, eux aussi, aux transports des masses atmosphériques :

Tabl. XVI. — *Déplacements de l'axe rotatoire du globe<sup>1</sup>, variabilité régionale de la pression en Europe, vitesse du vent au Säntis.*

Année	1890	1891	1892	1897	1898	1896	1893	1899	1895	1894	1900
Déplac. axe	27	27	20	20	18	17	13	12	9	8	6
Var. région. press.	99	66*	82	74	132	85	137	151	142	121	130
Vit. vent Säntis	7.8	<b>7.9</b>	7.7	7.3	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.8	6.5*

<sup>1</sup> En centièmes de seconde.

<sup>1</sup> En centièmes de seconde.

Nous constatons que la variabilité régionale de la pression en Europe *augmente* très nettement, quand le déplacement de l'axe rotatoire *diminue*; en même temps la vitesse du vent au Säntis *diminue*, elle aussi (d'ailleurs là on remarque en outre une onde secondaire accentuée, qui se traduit par un minimum secondaire des années 98 et 96).

Tout ceci s'accorde bien avec notre essai d'explication. La diminution du déplacement de l'axe rotatoire peut être attribuée à un affaiblissement de l'activité de la machine atmosphérique, ce qui de son côté fait augmenter la variabilité régionale de la pression et fait diminuer la vitesse du vent au Säntis. (Notons en passant la belle coïncidence suivante : en 91 le déplacement de l'axe rotatoire a atteint son *maximum*, la variabilité régionale de la — pression son *minimum*, enfin la vitesse du vent au Säntis — son *maximum*.)

Les résultats signalés auraient un poids beaucoup plus grand, si nous avions à notre disposition une série d'années avec observations des déplacements de l'axe rotatoire beaucoup plus longue et des données des déplacements *mensuels*. Dans ce dernier cas, il aurait été possible de vérifier si l'opposition entre janvier et novembre, constatée par nous pour les différences de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm, apparaît aussi dans les déplacements de l'axe rotatoire pour ces mois.

En revanche nous disposons de la marche annuelle du déplacement de l'axe rotatoire pendant la période en question (**11**, p. 229) :

Tabl. XVII. — *Marche annuelle des changements de la latitude géographique* (en centièmes de seconde).

Partie de l'année	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Déplac. axe rotat.	15.1	14.5*	<b>17.5</b>	<b>17.5</b>	15.3	14.7*	15.4	<b>17.0</b>	16.4	15.2

On voit qu'en hiver et en été l'éloignement de l'axe rotatoire de l'axe géographique atteint son *minimum*, au printemps et en automne son *maximum*.

Or, le météorologue polonais bien connu, décédé récemment, *R. Merecki*, a démontré dans une série des travaux, résumés il y a quelques années (**12**) que la marche annuelle de ses « ondes de pression » est la suivante : l'été, la saison la plus calme, est séparé de l'hiver, presque aussi calme, par deux périodes de perturbation de l'air plus intense, ayant lieu vers les équinoxes : printanier et automnal. D'après *Merecki*, cette marche annuelle des « ondes de pres-

sion » reproduit mieux que toute autre la marche de la pression, liée à l'activité générale de l'atmosphère terrestre.

Quant à nous, nous constatons un parallélisme remarquable entre la marche annuelle des déplacements de la latitude géographique et celle des « ondes de pression » de Merecki, ce qui fournit un nouvel argument à notre supposition qu'il y a un lien entre les écarts de l'axe rotatoire et les déplacements des masses d'air sur notre globe.

D'ailleurs par une courte notice (13) nous apprenons que S. Fujiwhara a publié dans le journal de la Société météorologique du Japon une note préliminaire, concernant les changements périodiques des éléments climatiques ainsi que les oscillations de l'axe rotatoire<sup>1</sup>.

\* \* \*

La probabilité des relations entre les déplacements de l'axe rotatoire et la variabilité régionale de la pression en Europe suggère l'idée que le territoire auquel serait applicable la notion de la variabilité régionale est la *terre entière*. Dans ce cas il serait imaginable que la cause première des phénomènes discutés résiderait *en dehors de la terre*, serait par conséquent *cosmique*.

En effet j'ai déjà signalé dans la première partie de mon travail (2) que Kremser a attiré l'attention sur le parallélisme entre la diminution de la variabilité de la température en Allemagne du Nord et les fluctuations des taches solaires dans la seconde moitié du XIX<sup>me</sup> siècle (14). Cette question fera l'objet de notre dernier chapitre.

#### § 6. Taches solaires — « inquiétude » thermique de l'air.

Rappelons tout d'abord que c'est Köppen qui, dans un travail récent (15) a prouvé définitivement qu'il existe une relation entre la température moyenne annuelle de la terre et la période de 11 ans des taches solaires : pendant le maximum des taches cette température a été de  $\frac{1}{2}$  °C environ inférieure que pendant le minimum (pour les cinq périodes jusqu'à 1905).

D'autre part Merecki, cité plus haut, a montré dans une série de travaux (16-19) que dans les années avec maxima et minima des taches l'activité solaire s'intensifie, ce qui se traduit à la surface de la terre par des changements correspondants des multiples phéno-

<sup>1</sup> Déjà après avoir rédigé ce travail, je fis la connaissance d'une note importante de W. Schwydar (22). L'auteur arrive à la conclusion que les *transports des masses d'air sur notre globe expliquent d'une manière essentielle (im wesentlichen) la forme compliquée et les dimensions du mouvement total des axes rotatoires*.

mènes météorologiques. De ces derniers un des plus intéressants et introduit par Merecki pour la première fois, ce sont des sommes des écarts positifs et négatifs ( $a_p + a_n$ ) des températures mensuelles (sans égard au signe) pendant l'année. Ces sommes ( $a_p + a_n$ ) considérées d'année en année et comparées avec les nombres des taches solaires de Wolf, se révélaient *sans exception* plus élevées pendant les maxima et les minima des taches ; elles représentent, pour Merecki, « l'inquiétude » ou la « perturbation » thermique de l'air pendant chaque année particulière.

Or il est intéressant de constater que ces sommes, dont la relation avec les taches solaires a été démontrée par Merecki, accusent, elles aussi, pour les pentades et les décades, des régularités analogues à celles que nous avons trouvées pour d'autres phénomènes (ces données ont été calculées d'après le Tabl. LVIII de l'ouvrage de Merecki, 12.)

Tableau XVIII. — *Sommes moyennes des écarts positifs et négatifs ( $a_p + a_n$ ) de la température mensuelle pour l'hémisphère septentrionale.*

1851-1855	925.5		1871-1875	102.4	
1856-1860	100.9	193.4	1876-1880	101.5	203.9
1861-1865	<b>124.0</b>		1881-1885	99.2	
1866-1870	100.4	<b>224.4</b>	1886-1890	93.5	195.7
		1891-1895	85.5*		
		1896-1900	87.3	172.8*	

On voit que pour les décades les sommes diminuent régulièrement depuis 61-70 : « *l'inquiétude* » thermique sur l'hémisphère septentrionale a continuellement diminué pendant la période 60-00. Ce résultat est identique avec celui, obtenu par exemple pour la variabilité régionale de la température en Allemagne du Nord. Ce qui est important c'est que cette particularité ne concerne pas le territoire relativement restreint de l'Europe, mais l'hémisphère septentrionale entière. Soulignons encore que le maximum y tombe sur la pentade 61-65, comme pour le maximum de la variabilité de la température en Allemagne du Nord ; la même pentade se distingue par l'écart négatif maximum de la pression annuelle à Stykkis iolm.

Voyons maintenant quelle est la marche des taches solaires pendant la période 1851-1900. Merecki (12) donne la statistique des nombres de Wolf des taches, d'où il apparaît que, depuis 1830 environ jusqu'à 1905 au moins, les maxima et les minima diminuaient régulièrement de la façon suivante :

Tabl. XIX. — *Nombres de Wolf des taches solaires.*

Année Nombres de Wolf	<i>Minima.</i>						
	1833 8.5	1843 10.7	1856 4.3	1867 7.3	1878 3.4	1889 6.3	1901 2.7
Année Nombres de Wolf.	<i>Maxima.</i>						
	1837 138.3	1848 124.3	1860 95.7	1870 139.1	1883 63.7	1893 84.9	1905 63.5

Les minima forment deux séries ; dans chacune le nombre des taches diminue indépendamment. Les maxima en font autant, sauf l'année 70, dans laquelle le nombre des taches a été plus grand que celui de 48.

Kremser (14) déjà compare cette diminution intéressante des taches pendant la période en question avec la diminution régulière de la différence de la température entre l'E et le W de l'Allemagne du Nord. Nous savons d'autre part que la variabilité régionale de la température sur ce même territoire a diminué continuellement, elle aussi, d'ailleurs avec la restriction que cette diminution ne commença que depuis 60-70, ce qui rappelle le maximum maximorum des taches solaires en 70.

Supposons pour un moment que la marche des variabilités régionales est liée à celle des taches solaires et admettons en outre que la diminution régulière du nombre de ces dernières pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle a occasionné une augmentation continue de la température du notre globe.

L'augmentation de la température de la terre sera beaucoup plus grande dans la zone intratropicale qu'en dehors de cette zone. Grâce à cette circonstance, des masses d'air quitteront en haut la région de l'équateur pour se diriger vers les tropiques. Là l'air s'accumule, ce qui entraîne un déflux de l'air des latitudes plus élevées : le gradient barométrique entre les Açores et l'Islande ira en s'intensifiant. Ce dernier phénomène occasionnera à son tour un renforcement de la circulation atmosphérique et par conséquent des changements connus de la variabilité régionale (et d'autres phénomènes climatiques). De cette façon l'hypothèse admise par nous, fournirait une explication de la diminution de la variabilité régionale annuelle des éléments climatiques dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

Quant à l'augmentation de la variabilité régionale de la pression en janvier et en juillet, nous avons déjà montré que les transports des masses d'air pendant l'année s'accomplissaient d'une manière

assez compliquée, à savoir avec des retours partiels. On gagne l'impression que, vu un transport trop volumineux de l'air dans la direction du pôle, a lieu bientôt un déplacement de l'air dans la direction opposée, vers l'équateur. On devrait même s'attendre à une certaine relation entre deux masses d'air en mouvement: plus il se transporte d'air dans un sens, plus il en retournera dans le sens opposé, avec cette restriction cependant que le bilan total accusera une accumulation lente de l'air dans les latitudes des Açores.

A la lumière du raisonnement ci-dessus il m'a paru intéressant de comparer directement les variabilités régionales pour les pentades et les décades avec les sommes des taches solaires correspondantes. Les résultats ne furent pas satisfaisants. La comparaison des variabilités avec des maxima et des minima des taches correspondants a donné un résultat un peu meilleur, mais il n'était pas entièrement concluant non plus. La question est donc plus compliquée que nous n'avons pas supposé.

Pour finir rendons-nous compte des conséquences, auxquelles on devrait s'attendre, en acceptant quand même les taches solaires comme « hypothèse de travail »: 1<sup>o</sup> la température annuelle du globe entier aurait dû augmenter au cours de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle; 2<sup>o</sup> la température (en Europe?) de novembre aurait dû augmenter pendant la même période d'une manière particulièrement intense; 3<sup>o</sup> la température de janvier (en Europe?) aurait par contre dû diminuer d'une manière presque aussi intense.

Malheureusement nous ne possédons pas ces données. Même en ce qui concerne la température annuelle du globe entier, Köppen (**15**) souligne que les écarts annuels particuliers ne sont pas comparables entre eux d'une manière précise. En outre il serait à souhaiter que les températures mensuelles fussent calculées de la même façon que cela a été fait pour les températures annuelles, vœu formulé déjà par Köppen.

Mentionnons seulement que, comme l'a établi Alex. B. Mac Dowall dans plusieurs notes (**20**, **21**), en *hiver*, au moins localement (*Greenwich*), pendant la période 1850-1900, la température se comportait d'une manière opposée à la température *annuelle*: elle *atteignait son maximum lors des maxima, et son minimum lors des minima des taches solaires*.

### Résumé.

1<sup>o</sup> La variabilité *moyenne* de la pression (semmes des variabilités mensuelles) en Europe a *diminué* dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

2<sup>o</sup> La variabilité régionale de la pression en Europe a *augmenté* pendant la même période en janvier et en juillet, mais a plutôt *diminué* en novembre.

3<sup>o</sup> L'examen des écarts de la pression à Stykkisholm (Islande) et à Ponte Delgada (Açores) a révélé que, pendant la période envisagée, des masses de l'air quittaient les latitudes d'Islande pour s'accumuler aux latitudes des Açores. Ce transport lent de l'air s'accomplissait pourtant avec des retours périodiques (saisonniers) dans le sens contraire, ce qui explique le renforcement de la « machine atmosphérique » dans certains mois et son affaiblissement dans d'autres, en même temps que la diminution (respectivement l'augmentation) de la variabilité régionale de la pression dans ces mêmes mois.

4<sup>o</sup> La vitesse des vents à Vienne (1866-1900) a une marche analogue à celle de la variabilité régionale et à celle des écarts de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm. En particulier on peut distinguer deux groupes de mois à Vienne. Le premier se caractérise par des vents dépendant directement du gradient barométrique ; le second possède des vents plutôt locaux.

Une comparaison de la vitesse des vents à Vienne, à la Tour Eiffel (Paris) et au Säntis (Suisse, 2504 m.) a montré que la première station — continentale, moins exposée à l'influence immédiate de la circulation générale de l'atmosphère — a un caractère mixte (vents de la circulation générale et vents locaux) ; la Tour Eiffel, située plus près de l'Océan, dans une situation libre, trahit déjà en *janvier* un régime des vents naissant directement de la circulation générale ; enfin au Säntis, grâce à son altitude considérable, l'influence directe du gradient barométrique Ponte Delgada-Stykkisholm l'emporte définitivement aussi pendant *l'année*.

5<sup>o</sup> Les déplacements de l'axe rotatoire du globe terrestre s'expliquent, eux aussi, au mieux par les transports de l'air sur sa surface, d'où une série des coïncidences entre les valeurs de ces déplacements d'un côté, les différences de la pression Ponte Delgada-Stykkisholm, les variabilités régionales de la pression en Europe et la vitesse du vent au Säntis de l'autre.

De même la marche annuelle des changements de la latitude géo-

graphique est identique avec la marche annuelle des « ondes de pression » (d'après Merecki, meilleure expression de l'activité générale de l'atmosphère terrestre).

6<sup>o</sup> Les taches solaires accusent une diminution *sui generis* de leur nombre dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. « L'inquiétude » thermique de l'air (Merecki) était sans exception plus élevée pendant les maxima et les minima des taches. Cette même « inquiétude » avait, dans la période envisagée, une marche absolument analogue à celle de la variabilité régionale de la température en Allemagne du Nord.

La comparaison *directe* du nombre des taches solaires avec la variabilité régionale n'a pas donné des résultats satisfaisants.

Varsovie, fin d'octobre 1922.

## LITTÉRATURE

1. A. Defant. Die Verteilung des Luftdruckes über dem Nordatlantischen Ocean und den anliegenden Teilen der Kontinente auf Grund der Beobachtungsergebnisse der 25 jährigen Periode 1881 bis 1905. Vienne 1916.
2. L. Horwitz. Fluctuations particulières des principaux facteurs climatiques en Europe dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Bull. de la Soc. vaud. des Sciences Naturelles. Vol. 53, № 199 (1920). Lausanne 1921.
3. W. Gorezynski. Pression atmosphérique en Pologne et en Europe (avec 54 cartes contenant les isobares mensuelles et annuelles de la Pologne, de l'Europe et du globe terrestre) (en polonais avec un résumé en français). Varsovie 1917.
4. J. Hann. Die Anomalien der Witterung auf Island in dem Zeitraume 1851-1900 und deren Beziehung zu den gleichzeitigen Witterungsanomalien in Nordwest-europa. Stzgb. der Wiener Akademie, Bd. 113, Jan. 1904 (Résumé : Meteorolog. Zeitschrift, 1905, p. 64).
5. J. Hann. Handbuch der Meteorologie, 3. Ausgabe.
6. J. Hann. Die Meteorologie von Wien nach den Beobachtungen an der k.k. meteorologischen Central-Anstalt 1852-1900... (Extrait de « Denkschriften der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften »). Vienne 1901.
7. J. Hann. Die Luftströmungen auf dem Gipfe des Säntis (2504 m) und ihre jährliche Periode (Extrait der « Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Klasse, Bd. CXII, Abth. II a, Juni 1913 »).
8. A. Angot. Résumé des observations anémométriques faites au Bureau Central et à la tour Eiffel (1890-1895). Ann. du Bureau central météorologique. Mémoires 1897. Paris 1899.
9. F. M. Exner. Über monatliche Witterungsanomalien auf der nördlichen Erd-hälfte im Winter (Extrait de « Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Klasse ; Bd. CXXII, Abth. II a, Juni 1913 »).
10. R. Spitaler. Die periodischen Luftmassenverschiebungen auf der Erde. (Ergänzungsheft Nr. 137 zu « Petermann's Mitteilungen »). Gotha 1901.
11. W. Trabert. Lehrbuch der kosmischen Physik, Leipzig und Berlin 1911, p. 230.
12. R. Merecki. Klimatologja ziem polskich (Climatologie de la Pologne en polonais). Varsovie 1915 (p. 198 et suivantes).

13. **S. Fujiwhara**, Periodische Änderungen der klimatischen Elemente und die Oszillation der Rotationsachse der Erde (Journ. of the meteorological Soc. of Japan 31, № 11, novembre 1912) dans Meteorolog. Zeitschr. 1913, p. 248.
14. **V. Kremser**, Über die Schwankungen der Lufttemperatur in Norddeutschland von 1851 bis 1900. Meteor. Zeitschr., Hann. Bd. 1906, p. 287.
15. **Köppen**, Lufttemperaturen, Sonnenflecke und Vulkanausbrüche. Meteor. Zeitschr. 1914, Heft 7.
16. **R. Merecki**, Die Sonnentätigkeit und die unperiodischen Luftdruckänderungen Meteor. Zeitschr. 1904.
17. **R. Merecki**, Über den Einfluss der veränderlichen Sonnentätigkeit auf den Verlauf der meteorologischen Elemente auf der Erde. Meteor. Zeitschr. 1910.
18. **R. Merecki**, Etudes sur l'influence de l'activité variable du soleil relative à la marche des éléments météorologiques terrestres, IV<sup>e</sup> partie. Extr. C. R. Soc. Scientifique de Varsovie. V<sup>e</sup> année. Fasc. 8, 1912.
19. **R. Merecki**, La température de l'air en Pologne sous l'influence de l'activité variable du soleil. Ext. C. R. Soc. Scientifique de Varsovie, VI<sup>e</sup> année, Fasc. 7, 1913.
20. **Alex. B. Mac Dowall**, Sonnenflecken, Luftdruckabweichungen zu Stykkisholm und Frosttage zu Greenwich. Meteor. Zeitschr. 40 (1905), p. 462.
21. **Alex. B. Mac Dowall**, Sonnenflecken und Luftdruck. Meteor. Zeitschr. 40 (1905) p. 565.
22. **W. Schveydar**, Zur Erklärung der Bewegung der Rotationspole der Erde, Stzgb. der Akademie der Wissenschaften, Berlin, 1919, p. 357-366.