

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 70 (1968-1970)  
**Heft:** 334

**Artikel:** Discrétisation du relief de la Suisse romande  
**Autor:** Olivier, Raymond  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-276280>

### **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:** 18.04.2026

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

## Discrétisation du relief de la Suisse romande

PAR

RAYMOND OLIVIER

Institut de Géophysique, Lausanne

### I. INTRODUCTION

Depuis 1966, les Instituts de géophysique des Universités de Genève et de Lausanne se servent systématiquement des calculatrices électroniques pour l'élaboration et l'interprétation d'études géophysiques, hydrologiques et morphologiques. Les premiers pas dans cette voie furent faits dès 1960 par le professeur E. POLDINI qui utilisa l'ordinateur pour calculer sa carte gravimétrique du canton de Genève (POLDINI, *Les anomalies gravifiques du canton de Genève*, 1963).

Pendant ces trois dernières années, nous avons pu profiter de moyens de calcul toujours plus puissants ; tout d'abord un ordinateur IBM-1620 de l'Institut de physique de Genève, puis un IBM-7040 de l'Ecole polytechnique de Lausanne et enfin un CDC-3800 du CERN, actuellement au Centre cantonal d'informatique de Genève.

Cet usage de calculateurs toujours plus puissants nous a été dicté, pour une bonne part, par la nature même de la recherche gravimétrique.

La gravimétrie, c'est la mesure des variations de la pesanteur à la surface du globe. Les facteurs qui influent sur l'intensité de la pesanteur en un point sont nombreux ; ce sont principalement : la forme, la densité et la vitesse de rotation du globe terrestre ; la position du point de mesure par rapport à ce globe et par rapport à la lune et au soleil ; de plus, les hétérogénéités du sous-sol (de nature géologique) jouent un rôle important ainsi que les irrégularités de la topographie au voisinage du point de mesure.

Pour tenir compte de tous ces facteurs et plus particulièrement pour estimer l'importance de l'effet topographique, de longs et fastidieux calculs sont nécessaires. Ce sont ces calculs que l'on confie dans la mesure du possible à l'ordinateur.

## II. LE CALCUL DE LA CORRECTION TOPOGRAPHIQUE

### a) *Méthode classique*

Pour calculer l'effet de la topographie sur l'intensité de la pesanteur en une station, on utilisait et on utilise encore, dans certains cas, la méthode des couronnes de Hayford. Cette méthode consiste à estimer sur une carte topographique, l'altitude moyenne de nombreux secteurs disposés autour de la station de mesure. Ces altitudes connues, on peut aisément, en attribuant une densité convenable aux roches du sous-sol, calculer l'effet gravimétrique de tel ou tel accident topographique à l'aide de tables adéquates. Cette méthode, qui reste précieuse lorsque le nombre de stations gravimétriques est petit, présente cependant certains inconvénients. Tout d'abord, l'estimation de l'altitude moyenne des secteurs doit être refaite pour chaque station de mesure ; si ces dernières sont proches les unes des autres, les secteurs se recouvrent partiellement sans coïncider, ce qui nécessite la répétition d'un travail fastidieux ; en second lieu, il est difficile d'attribuer à coup sûr une densité correcte au sous-sol ; on fait généralement plusieurs essais avec des densités proches les unes des autres, 2,5, 2,6 et 2,7 par exemple, c'est-à-dire que tous les calculs doivent être refaits deux, trois ou  $n$  fois.

### b) *Méthode utilisant l'ordinateur*

Pour tourner ces difficultés tout en améliorant la précision et le rendement, nous avons fait appel à la *discrétisation du relief*. On entend par discrétisation le relevé systématique des altitudes selon un schéma, une grille par exemple, sur toute la portion du relief à étudier.

Cette discrétisation ou digitalisation du relief met à notre disposition un document chiffré, remplaçant la carte topographique, document qui nous permettra, nous le verrons, d'effectuer les corrections de relief pour la gravimétrie et qui, de plus, pourra nous servir dans l'étude hydrologique et morphologique, facilitant la mise en évidence des directions principales du drainage, des directions et des grandeurs des pentes et de tant d'autres caractéristiques, toutes significatives aux yeux du géologue.

Pour digitaliser le relief de la région lémanique, nous avons choisi comme base les cartes au 1 : 10 000 avec équidistance de 10 mètres. Ces cartes sont digitalisées selon une grille unitaire d'un km<sup>2</sup> divisée en 20 colonnes et 20 lignes ; ce qui représente 400 intersections, où l'altitude peut être rapidement estimée avec une tolérance inférieure à 2 mètres.

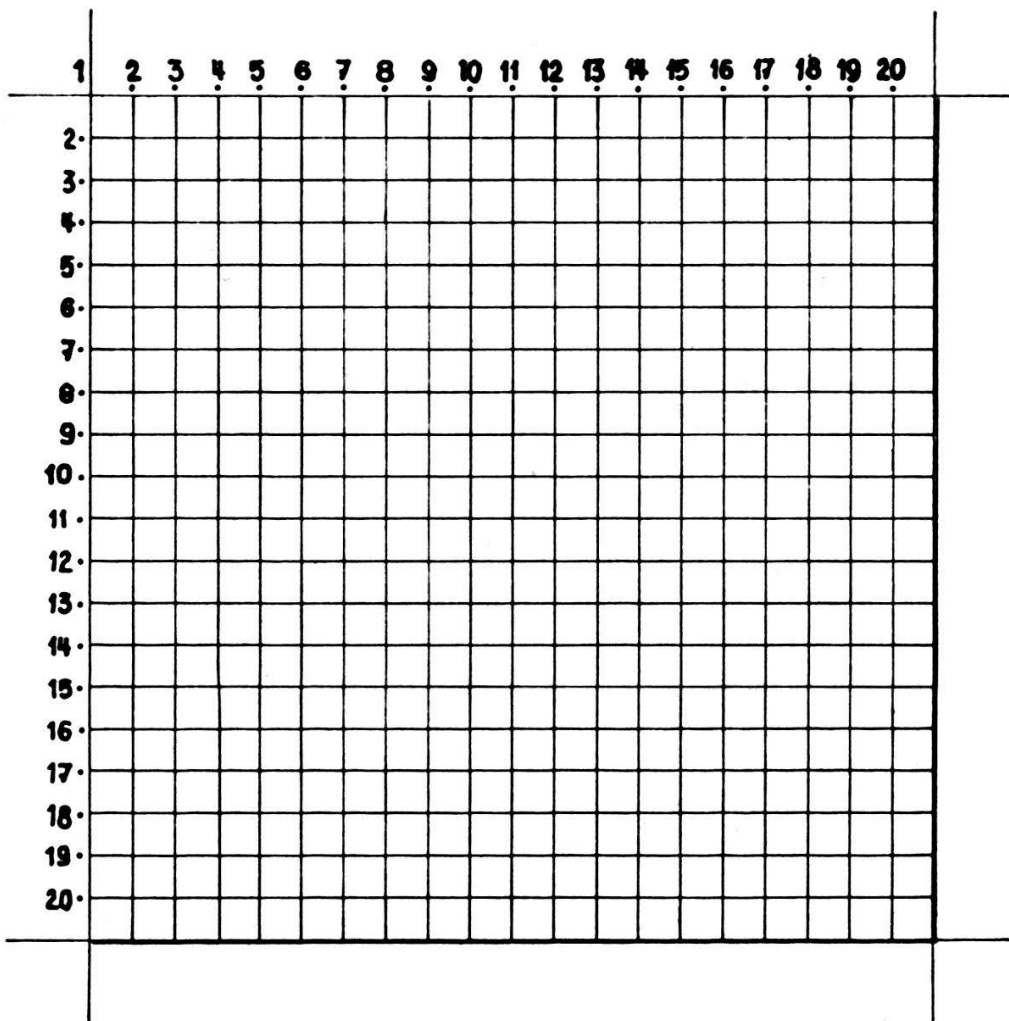


Fig. 1. — Grille unitaire de 1 km<sup>2</sup> de discrétisation.

### III. PROCESSUS DE DIGITALISATION

#### *Système de la prise de l'information*

Chaque km<sup>2</sup> est considéré comme une entité, et est indépendant de ses voisins jusqu'à son utilisation ultérieure dans le cadre d'un travail donné. Nous avons voulu ce modèle par souci de souplesse, pendant les opérations de prise de l'information, de la perforation, de la rectification et enfin de la constitution du fichier sur bande magnétique.

La carte perforée représente le support de notre information. Cette information comprend autant de km<sup>2</sup> unitaires que peut en contenir la région à étudier et formera ainsi notre fichier topographique repris sur bande magnétique après toutes sortes de contrôles.

#### *Acquisition des données en vue de la digitalisation*

Avant de pouvoir confier les données topographiques aux cartes perforées, il faut, nous l'avons dit, relever à l'aide d'une grille les altitudes

de proche en proche, de façon à remplir le formulaire d'acquisition des données dont voici un exemple.

INSTITUT DE GEOPHYSIQUE  
DISCRETISATION DU RELIEF

FORMULAIRE N° 4<sup>A</sup>

1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	136	141	146	151	156	161	166	171	176	181	186	191	196	201	206	211	216	221	226	231	236	241	246	251	256	261	266	271	276	281	286	291	296	301	306	311	316	321	326	331	336	341	346	351	356	361	366	371	376	381	386	391	396	401	406	411	416	421	426	431	436	441	446	451	456	461	466	471	476	481	486	491	496	501	506	511	516	521	526	531	536	541	546	551	556	561	566	571	576	581	586	591	596	601	606	611	616	621	626	631	636	641	646	651	656	661	666	671	676	681	686	691	696	701	706	711	716	721	726	731	736	741	746	751	756	761	766	771	776	781	786	791	796	801	806	811	816	821	826	831	836	841	846	851	856	861	866	871	876	881	886	891	896	901	906	911	916	921	926	931	936	941	946	951	956	961	966	971	976	981	986	991	996	1001	1006	1011	1016	1021	1026	1031	1036	1041	1046	1051	1056	1061	1066	1071	1076	1081	1086	1091	1096	1101	1106	1111	1116	1121	1126	1131	1136	1141	1146	1151	1156	1161	1166	1171	1176	1181	1186	1191	1196	1201	1206	1211	1216	1221	1226	1231	1236	1241	1246	1251	1256	1261	1266	1271	1276	1281	1286	1291	1296	1301	1306	1311	1316	1321	1326	1331	1336	1341	1346	1351	1356	1361	1366	1371	1376	1381	1386	1391	1396	1401	1406	1411	1416	1421	1426	1431	1436	1441	1446	1451	1456	1461	1466	1471	1476	1481	1486	1491	1496	1501	1506	1511	1516	1521	1526	1531	1536	1541	1546	1551	1556	1561	1566	1571	1576	1581	1586	1591	1596	1601	1606	1611	1616	1621	1626	1631	1636	1641	1646	1651	1656	1661	1666	1671	1676	1681	1686	1691	1696	1701	1706	1711	1716	1721	1726	1731	1736	1741	1746	1751	1756	1761	1766	1771	1776	1781	1786	1791	1796	1801	1806	1811	1816	1821	1826	1831	1836	1841	1846	1851	1856	1861	1866	1871	1876	1881	1886	1891	1896	1901	1906	1911	1916	1921	1926	1931	1936	1941	1946	1951	1956	1961	1966	1971	1976	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046	2051	2056	2061	2066	2071	2076	2081	2086	2091	2096	2101	2106	2111	2116	2121	2126	2131	2136	2141	2146	2151	2156	2161	2166	2171	2176	2181	2186	2191	2196	2201	2206	2211	2216	2221	2226	2231	2236	2241	2246	2251	2256	2261	2266	2271	2276	2281	2286	2291	2296	2301	2306	2311	2316	2321	2326	2331	2336	2341	2346	2351	2356	2361	2366	2371	2376	2381	2386	2391	2396	2401	2406	2411	2416	2421	2426	2431	2436	2441	2446	2451	2456	2461	2466	2471	2476	2481	2486	2491	2496	2501	2506	2511	2516	2521	2526	2531	2536	2541	2546	2551	2556	2561	2566	2571	2576	2581	2586	2591	2596	2601	2606	2611	2616	2621	2626	2631	2636	2641	2646	2651	2656	2661	2666	2671	2676	2681	2686	2691	2696	2701	2706	2711	2716	2721	2726	2731	2736	2741	2746	2751	2756	2761	2766	2771	2776	2781	2786	2791	2796	2801	2806	2811	2816	2821	2826	2831	2836	2841	2846	2851	2856	2861	2866	2871	2876	2881	2886	2891	2896	2901	2906	2911	2916	2921	2926	2931	2936	2941	2946	2951	2956	2961	2966	2971	2976	2981	2986	2991	2996	3001	3006	3011	3016	3021	3026	3031	3036	3041	3046	3051	3056	3061	3066	3071	3076	3081	3086	3091	3096	3101	3106	3111	3116	3121	3126	3131	3136	3141	3146	3151	3156	3161	3166	3171	3176	3181	3186	3191	3196	3201	3206	3211	3216	3221	3226	3231	3236	3241	3246	3251	3256	3261	3266	3271	3276	3281	3286	3291	3296	3301	3306	3311	3316	3321	3326	3331	3336	3341	3346	3351	3356	3361	3366	3371	3376	3381	3386	3391	3396	3401	3406	3411	3416	3421	3426	3431	3436	3441	3446	3451	3456	3461	3466	3471	3476	3481	3486	3491	3496	3501	3506	3511	3516	3521	3526	3531	3536	3541	3546	3551	3556	3561	3566	3571	3576	3581	3586	3591	3596	3601	3606	3611	3616	3621	3626	3631	3636	3641	3646	3651	3656	3661	3666	3671	3676	3681	3686	3691	3696	3701	3706	3711	3716	3721	3726	3731	3736	3741	3746	3751	3756	3761	3766	3771	3776	3781	3786	3791	3796	3801	3806	3811	3816	3821	3826	3831	3836	3841	3846	3851	3856	3861	3866	3871	3876	3881	3886	3891	3896	3901	3906	3911	3916	3921	3926	3931	3936	3941	3946	3951	3956	3961	3966	3971	3976	3981	3986	3991	3996	4001	4006	4011	4016	4021	4026	4031	4036	4041	4046	4051	4056	4061	4066	4071	4076	4081	4086	4091	4096	4101	4106	4111	4116	4121	4126	4131	4136	4141	4146	4151	4156	4161	4166	4171	4176	4181	4186	4191	4196	4201	4206	4211	4216	4221	4226	4231	4236	4241	4246	4251	4256	4261	4266	4271	4276	4281	4286	4291	4296	4301	4306	4311	4316	4321	4326	4331	4336	4341	4346	4351	4356	4361	4366	4371	4376	4381	4386	4391	4396	4401	4406	4411	4416	4421	4426	4431	4436	4441	4446	4451	4456	4461	4466	4471	4476	4481	4486	4491	4496	4501	4506	4511	4516	4521	4526	4531	4536	4541	4546	4551	4556	4561	4566	4571	4576	4581	4586	4591	4596	4601	4606	4611	4616	4621	4626	4631	4636	4641	4646	4651	4656	4661	4666	4671	4676	4681	4686	4691	4696	4701	4706	4711	4716	4721	4726	4731	4736	4741	4746	4751	4756	4761	4766	4771	4776	4781	4786	4791	4796	4801	4806	4811	4816	4821	4826	4831	4836	4841	4846	4851	4856	4861	4866	4871	4876	4881	4886	4891	4896	4901	4906	4911	4916	4921	4926	4931	4936	4941	4946	4951	4956	4961	4966	4971	4976	4981	4986	4991	4996	5001	5006	5011	5016	5021	5026	5031	5036	5041	5046	5051	5056	5061	5066	5071	5076	5081	5086	5091	5096	5101	5106	5111	5116	5121	5126	5131	5136	5141	5146	5151	5156	5161	5166	5171	5176	5181	5186	5191	5196	5201	5206	5211	5216	5221	5226	5231	5236	5241	5246	5251	5256	5261	5266	5271	5276	5281	5286	5291	5296	5301	5306	5311	5316	5321	5326	5331	5336	5341	5346	5351	5356	5361	5366	5371	5376	5381	5386	5391	5396	5401	5406	5411	5416	5421	5426	5431	5436	5441	5446	5451	5456	5461	5466	5471	5476	5481	5486	5491	5496	5501	5506	5511	5516	5521	5526	5531	5536	5541	5546	5551	5556	5561	5566	5571	5576	5581	5586	5591	5596	5601	5606	5611	5616	5621	5626	5631	5636	5641	5646	5651	5656	5661	5666	5671	5676	5681	5686	5691	5696	5701	5706	5711	5716	5721	5726	5731	5736	5741	5746	5751	5756	5761	5766	5771	5776	5781	5786	5791	5796	5801	5806	5811	5816	5821	5826	5831	5836	5841	5846	5851	5856	5861	5866	5871	5876	5881	5886	5891	5896	5901	5906	5911	5916	5921	5926	5931	5936	5941	5946	5951	5956	5961	5966	5971	5976	5981	5986	5991	5996	6001	6006	6011	6016	6021	6026	6031	6036	6041	6046	6051	6056	6061	6066	6071	6076	6081	6086	6091	6096	6101	6106	6111	6116	6121	6126	6131	6136	6141	6146	6151	6156	6161	6166	6171	6176	6181	6186	6191	6196	6201	6206	6211	6216	6221	6226	6231	6236	6241	6246	6251	6256	6261	6266	6271	6276	6281	6286	6291	6296	6301	6306	6311	6316	6321	6326	6331	6336	6341	6346	6351	6356	6361	6366	6371	6376	6381	6386	6391	6396	6401	6406	6411	6416	6421	6426	6431	6436	6441	6446	6451	6456	6461	6466	6471	6476	6481	6486	6491	6496	6501	6506	6511	6516	6521	6526	6531	6536	6541	6546	6551	6556	6561	6566	6571	6576	6581	6586	6591	6596	6601	6606	6611	6616	6621	6626	6631	6636	6641	6646	6651	6656	6661	6666	6671	6676	6681	6686	6691	6696	6701	6706	6711	6716	6721	6726	6731	6736	6741	6746	6751	6756	6761	6766	6771	6776	6781	6786	6791	6796	6801	6806	6811	6816	6821	6826	6831	6836	6841	6846	6
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---



Institut de Géophysique

Schéma synoptique  
des sections topographiques  
du canton de Vaud et environs  
au 1:10000

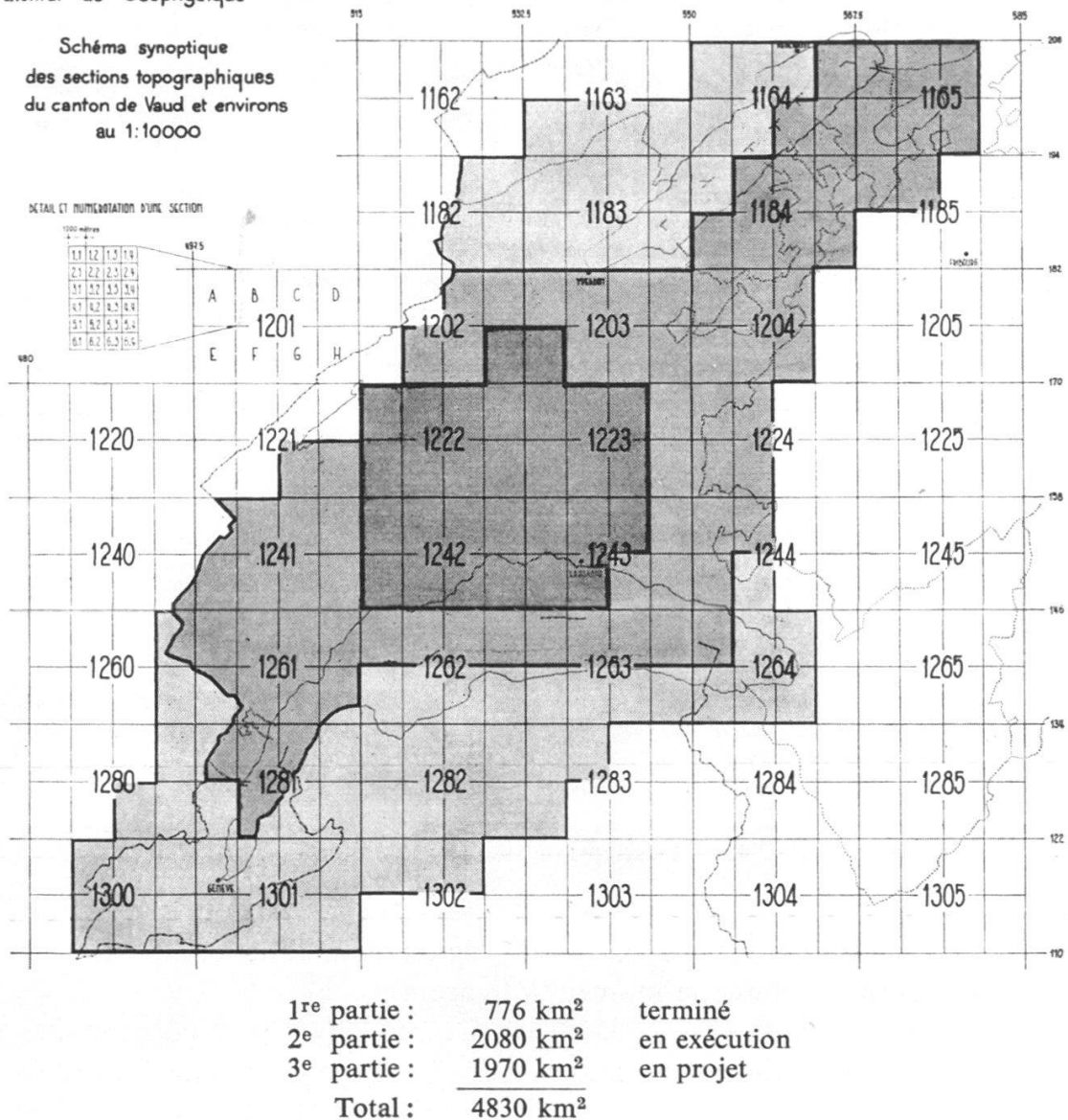


Fig. 5. — Schéma général de la digitalisation du relief en Suisse romande.

Ce traitement a été mis au point en collaboration avec M. G. MOECKLI, programmeur de système au Centre cantonal d'informatique de Genève.

Le système d'acquisition des données reste le même que précédemment, seul le formulaire change.

Toute l'information est codée en marques noircies au crayon gras. Le formulaire optique est divisé en deux parties. La première partie est réservée à l'identification (analogue à celle des cartes) ; elle comprend deux lignes de 40 marques chacune ; la seconde partie est utilisée pour la digitalisation des altitudes d'une ligne de la grille du système d'acquisition, elle comprend 20 lignes de 40 marques chacune représentant 20 nombres de quatre chiffres au maximum. Chaque chiffre est codifié à l'aide de 10 marques.

Chaque km<sup>2</sup> est composé de 20 feuilles optiques et de la carte perforée de tête. Cette dernière n'a pu être codée par le lecteur optique, car cela entraînait une certaine complication qui ne facilitait pas la prise de l'information.

INSTITUT DE GEOPHYSIQUE - GRAVIMETRIE		OPERATEUR: <i>Dominique</i> PAGE 15 DE 1262 H 1/4				
20 valeurs d'altitudes de la ligne 15 du Km <sup>2</sup> n° 1262 H 1/4	identification	0 0 ■ 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 ■ 0 0 0 0 0	0 0 ■ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ID
	ID	0 ■ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 ■ 0 0 0 0 0 0	0 ■ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ID
	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1
	2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	2
	3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	3
	4	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	4
	5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5
	6	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	6
	7	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	7
	8	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	8
	9	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	9
	10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	10
	11	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	11
	12	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	12
	13	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	13
	14	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	14
	15	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15
	16	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	16
	17	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	17
	18	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	18
19	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	19	
20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	20	
		milliers	centaines	dizaines	unités	

Fig. 6. — Formulaire d'acquisition des données pour le lecteur optique CDC-915.

Le traitement s'effectue par l'ordinateur CDC-160A et le lecteur optique CDC-915 en 15 secondes par km<sup>2</sup>. Les marques ainsi lues sont directement stockées sur une bande magnétique. Cette dernière est décodée ultérieurement en chiffres décimaux avec l'adjonction de la carte de tête.

Ce mode d'acquisition de données numériques permet un gain de temps, cependant il apparaît après utilisation que ce type de traitement n'est valable que si le marquage est très soigné lors de la prise de l'information.

Si le marquage est employé couramment lors d'enquêtes, il est peu ou pas employé pour une prise de données numériques intégrales. Car ce lecteur peut lire également les caractères alphabétiques et numériques à la place des marques. On remarque que le risque d'erreur à la lecture, bien que très faible, est 10 fois plus élevé dans le cas de la lecture de marque pour notre système.

Cela a pour conséquence d'augmenter les corrections sur la bande magnétique décodée en nombres décimaux. Ainsi le gain de temps réalisé au départ par la lecture optique est perdu par la correction ; il n'y a plus de raison de ne pas utiliser les cartes comme support de données.

En conclusion, nous nous sommes rendu compte que le marquage employé comme nous l'avons fait ne s'est pas révélé rentable et n'offrait pas pour l'instant les avantages souhaités au départ. Mais nous n'abandonnons pas l'idée d'utiliser ce système dans l'avenir, par suite de l'amélioration du procédé (fig. 7).

## V. CRÉATION ET GESTION DU FICHIER « RELIEF »

### a) *Traitement du fichier*

En pratique, nous avons fait passer les informations des cartes perforées à une bande magnétique pour constituer le fichier « RELIEF ». Rappelons ici les principales étapes nécessaires à l'élaboration de ce fichier :

1. La discrétisation du relief topographique sur des formulaires d'acquisition des données à partir des documents topographiques du 1/10 000.
2. La perforation de ces informations en cartes mécanographiques.
3. La validation ou vérification des « km<sup>2</sup> » perforés et leur correction d'après les formulaires.
4. La mise sur bande magnétique des « km<sup>2</sup> » corrigés.
5. Le classement dans la bande des enregistrements « km<sup>2</sup> » selon leur repère géographique.
6. La fusion de la bande adjonction (nouvellement créée) et de la bande ancienne (fichier précédent).
7. La vérification de cette nouvelle bande, c'est-à-dire l'élimination de tous les « km<sup>2</sup> » à double ou faux.
8. La correction des « km<sup>2</sup> » faux.
9. La duplication du nouveau fichier corrigé et classé sur une seconde bande magnétique, et l'impression des « km<sup>2</sup> » par section topographique complète.

Nous constatons que l'information brute sous forme de cartes perforées (phase 2) nécessite quelque 40 cartons de 2000 cartes pour une zone de 2000 km<sup>2</sup>. Cette information peut être transcrite sur une seule bande magnétique (longueur 2400 pieds, largeur ½ pouce, densité 800 bpi). Celle-ci peut constituer un fichier « RELIEF » jusqu'à concurrence de plus de 6000 km<sup>2</sup>.

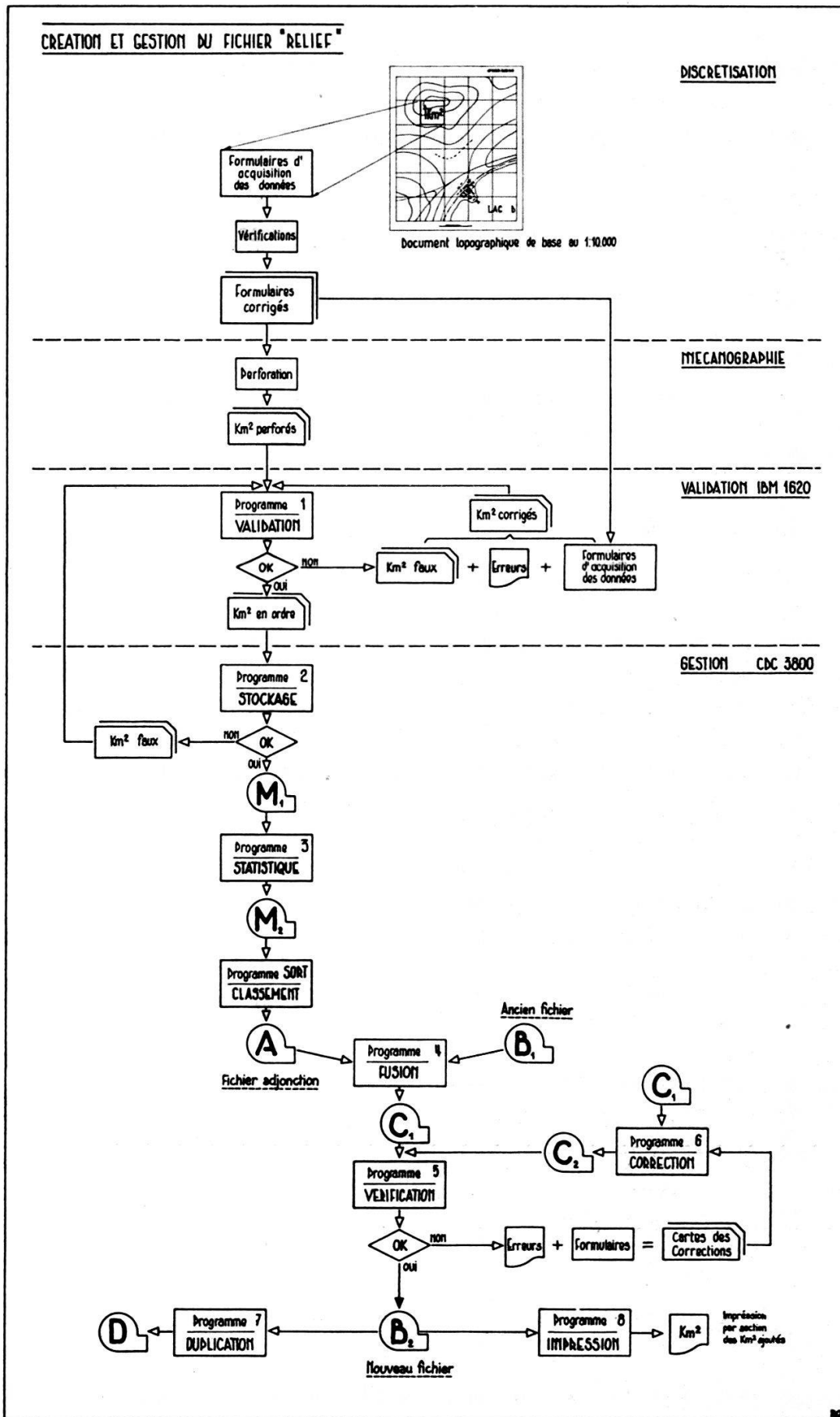


Fig. 7. — Schéma de création et de gestion du fichier « relief ».

On le comprend aisément, notre fichier « RELIEF » n'est utilisable que sous cette forme réduite (phase 4).

Mais un tel fichier doit restituer cette information rapidement. Il faut que chaque « km<sup>2</sup> » soit d'un accès facile. C'est pour cette raison que le contenu de la bande est trié, classé (phase 5) selon les coordonnées rectangulaires *X* et *Y* du coin supérieur gauche de chaque « km<sup>2</sup> » (voir carte de tête).

Les phases 6 à 9 sont des phases « d'entretien du fichier » au cours des adjonctions ultérieures.

D'autre part, nous avons employé quelque dix étudiants pour accomplir l'acquisition des données sur formules. Le financement de cette opération a été pris en charge par l'Institut de géophysique de Lausanne.

#### b) *Choix du mode d'écriture des bandes magnétiques*

Une bande magnétique est un moyen de stockage de l'information très efficace, rapide et sûr. L'information écrite sur bande est composée en plusieurs enregistrements. Ceux-ci peuvent être organisés sur la bande de différentes façons.

Principalement de deux types, soit le type dit BCD (codification binaire sous forme de caractères), soit le type dit BINAIRE (codification binaire sous forme de mots). Sans entrer dans les détails, notons de façon schématique que ces deux types organisent un enregistrement (dans notre fichier « RELIEF », l'information contenue dans un km<sup>2</sup>) en une ou plusieurs parties ou « sous-enregistrements » (SE) selon un découpage fixe, propre au type employé ; ils sont composés de 136 caractères (8 caractères par mot) en BCD et de 256 mots (48 bits par mot) en BINAIRE. Un espace de  $\frac{3}{4}$  de pouce (gap) sépare les « sous-enregistrements » entre eux.

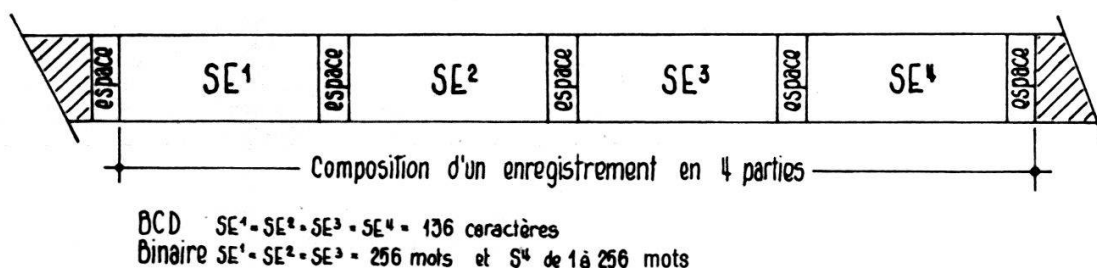


FIG. 8. — Schéma de la bande magnétique.

Ces découpages sont internes et l'utilisateur ne s'en soucie guère. Il faut uniquement que le type employé pour une lecture soit le même que celui de l'écriture.

Nous avons vu précédemment que notre fichier « RELIEF » est organisé de façon précise. Les km<sup>2</sup> sont classés par leurs coordonnées rectangulaires *X* et *Y* du coin supérieur gauche et selon les *X* et *Y* croisés.

Pour cela nous avons utilisé un programme de tri (SORT), programme du système d'exploitation CDC (CONTROL DATA CORPORATION). Ce programme peut effectuer des classements d'enregistrements sur bandes magnétiques selon plusieurs clés de tri. Mais il ne peut l'effectuer correctement que sur des enregistrements composés de 1 « sous-enregistrement » aussi cet enregistrement peut avoir une longueur quelconque.

Dans notre cas, 1 km<sup>2</sup> donne soit en BCD, soit en BINAIRE des enregistrements composés de plusieurs « sous-enregistrements ». Ce qui nous interdit l'emploi du BCD ou BINAIRE, mode standard de stockage de l'information.

Nous avons utilisé en définitive des ordres d'entrée-sortie non standard, spécifiques à l'ordinateur CDC 3800, que sont les ordres BUFFER IN et BUFFER OUT. L'information est stockée en binaire, mais sans limitation de longueur pour les enregistrements.

Le TRI peut alors s'effectuer normalement.

*Schéma du taux de l'information selon les types employés par une bande de 2400 pieds à densité de 800 caractères par pouce*

	Taux de l'information	Nombre de km <sup>2</sup>
BUFFER . . . . .	89 %	6300
BINAIRE . . . . .	73 %	5100
BCD . . . . .	18 %	1200

On remarque que le type employé est très efficace, alors que le type BCD utiliserait plusieurs bandes magnétiques pour notre fichier « RELIEF », ce qui augmenterait la durée du traitement et compliquerait sa gestion.

## VI. ORGANISATION

Pour une zone de 2000 km<sup>2</sup> de surface, la création du fichier « RELIEF » s'organise comme suit :

- 2000 heures de prise de l'information topographique sur les formules d'acquisition des données (phase 1).
- 500 heures de perforation (phase 2).
- 300 heures de vérification manuelle, manutention et correction durant toutes les opérations du traitement.
- 30 heures de vérification automatique des erreurs sur un IBM-1620 (phase 3).

2 heures de mise sur bande (phase 4), vérification (phase 7) et correction (phase 8) sur le CDC-3800. Le tri d'une bande magnétique complète demande 15 minutes pour un CDC-3800 (phase 5).

La perforation des données a été exécutée par le service de mécanographie du Centre cantonal d'informatique de Genève.

### CONCLUSIONS

La discrétisation du relief n'est qu'une étape des études géophysiques ou morphologiques, mais cette étape est très importante.

Si l'information que contient le fichier est précise, rigoureuse et facile d'accès, elle constitue alors un document de travail précieux.

Ce document nous permet d'obtenir pour la gravimétrie des corrections topographiques précises et très rapidement élaborées ; en outre, il représente pour nos recherches morphologiques une base qui doit permettre de dégager et de mieux comprendre la signification géologique du relief.

### *Remerciements*

Je tiens à remercier très sincèrement M. C. Meyer de Stadelhofen, directeur de l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne et ex-directeur de l'Institut de Géophysique de Genève, de la confiance qu'il m'a témoignée et de l'aide matérielle qu'il a fournie. Je remercie également M. G. Moeckli, programmeur de système au Centre cantonal d'Informatique de Genève, de l'appui qu'il m'a généreusement donné tant pour la lecture optique que pour la gestion de fichiers.

Mes remerciements vont également à M. B. Levrat, professeur et directeur de l'Institut interfacultaire de calcul électronique de l'Université de Genève qui m'a initié à cette nouvelle science qu'est l'informatique, en me permettant de bénéficier de son expérience et de son enseignement.

*Manuscrit reçu le 16 mars 1970.*