

# Détermination de l'altitude du repère de la Pierre du Niton, RPN, au-dessus du niveau de la mer

Autor(en): **Buffat, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres**

Band (Jahr): **10 (1912)**

Heft 5

PDF erstellt am: **17.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-182128>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Détermination de l'altitude du repère de la Pierre du Niton, RPN, au-dessus du niveau de la mer.

La base de toute l'hypsométrie suisse est le repère de la Pierre du Niton ou Pierre de Neptune, dans le port de Genève. C'est une plaque de bronze scellée en 1820, par les soins du général Dufour, à 27 mm au-dessous du sommet de la plus basse des deux pierres de granit, blocs erratiques situés dans la partie sud-est du port, devant le quai des Eaux-Vives, à 120 mètres environ du rivage. A mi-distance entre cette pierre et la rive se trouve un second bloc plus élevé au-dessus des flots. Ces deux rochers sont souvent appelés les Pierres du Niton, mais ce nom est plus spécialement réservé au bloc qui est le plus éloigné du bord, celui qui porte le repère.

Au milieu de la Pierre du Niton se trouve un trou carré peu profond qui fait supposer que cette pierre était dans l'antiquité païenne un autel consacré au dieu des eaux, Neith, qui lui aurait donné son nom.

Le repère de la Pierre du Niton est désigné dans l'hypsométrie suisse par les lettres RPN, ou quelquefois PN. L'emploi de ce repère comme base des altitudes suisses et les valeurs assignées à l'ordonnée passant par ce point sont très diverses. En d'autres termes, le plan de comparaison auquel on rapporte les points nivelés occupe, par rapport à ce repère, des positions très différentes, suivant les auteurs des opérations géodésiques qui s'y rattachent. C'est ainsi qu'on arrive à attribuer au repère de la Pierre du Niton, RPN, les différentes valeurs qui vont suivre.

En 1829, le colonel Filhon du corps royal d'état-major français avait été chargé d'effectuer des opérations destinées à raccorder le niveau du lac Léman à la hauteur de la Dôle, déterminée par le lieutenant-colonel Corabœuf à 1680,85 m par un nivellement partant de l'Océan Atlantique près de l'île de Noirmoutier, sur les côtes de la Vendée. Cette altitude coïncidait à 8 cm près avec celle trouvée par les ingénieurs français MM. Henri et Delcros, par une triangulation partant de Paris par Strasbourg, Berne et Genève, qui donna la cote de 1680,93 m.

Le colonel Filhon, se basant sur une série d'observations faites pendant 23 ans au rhodanomètre de l'ancienne machine hydraulique qui fournissait alors l'eau à Genève, établit le niveau moyen du Rhône et fixa le plan de comparaison à 0,78 m au-dessus de ce niveau moyen.

En partant du même point de comparaison, le colonel Filhon détermina ensuite au moyen de la formule de Laplace:

$$d N = K \cotg. \Delta + 0,000000658 K^2,$$

ou  $d N =$  la différence de niveau cherchée,  
 $K =$  la distance horizontale et  
 $\Delta =$  l'angle zénithal,

l'altitude du sommet de la plus grande des Pierres du Niton à 2,375 m, celle du sommet de la plus petite à 1,755 m, la hauteur de la tour de l'horloge (tour du milieu à St-Pierre) à 72,667 m et celle de la pointe de la tour de la cloche d'argent à 74,357 m.

Par ses travaux, Filhon détruisit la légende qui faisait de la Dôle le plus haut sommet du Jura; la Dôle dut céder le pas au Crêt de la Neige (1723 m). Par trois déterminations, partant de la plus grande des Pierres du Niton, de la pointe de la tour de la cloche d'argent et de celle de la tour de l'horloge, il trouva que la Dôle s'élevait à 1305,94 m au-dessus de son horizon de comparaison de la machine hydraulique. La différence entre la hauteur de la Dôle déterminée par Corabœuf et celle-ci, soit  $1680,85 \text{ m} - 1305,94 \text{ m} = 374,91 \text{ m}$  représentait l'altitude du plan de comparaison Filhon au-dessus du niveau de la mer.

En 1833, le général Dufour, alors ingénieur du canton et de la ville de Genève, fit les opérations nécessaires pour relier ce point de départ au repère de la Pierre du Niton. En combinant ses observations avec celles du colonel Filhon et celles exécutées par le lieutenant-colonel Corabœuf, entre le niveau moyen de l'Océan Atlantique pris à Noirmoutier et le sommet de la Dôle, les résultats suivants furent obtenus:

- 1<sup>o</sup> sommet de la petite Pierre du Niton . 376,667 m;
- 2<sup>o</sup> repère en bronze 27 mm plus bas . 376,640 m.

C'est cette cote qui a servi de base à tous les nivellements exécutés sous la direction du général Dufour pour les levés et

les opérations graphiques utilisés pour l'établissement des originaux de la carte de la Suisse au 1 : 100000.

A l'occasion de l'établissement du réseau trigonométrique suisse en 1840, la hauteur du repère de la Pierre du Niton a été déterminée par des mesures d'angles zénithaux. On est parti du sommet du Chasseral, dont l'altitude absolue était connue par des mensurations françaises et évaluée à 1609,57 m. Par des mesures d'angles et en passant par les points intermédiaires du Chasseron, du Suchet, de la Dôle, du Signal de Bougy et de la tour de Nyon, on trouva pour la hauteur de RPN = 374,6 m.

En 1858, l'ingénieur Bourdalouë, par un nivellement partant du repère du pont de Tilsitt à Lyon, dont l'altitude au-dessus de l'océan était évaluée à 163 mètres, arriva à la cote de PN = 376,733 m. Le même ingénieur relia aussi en 1858 le repère du pont de Tilsitt au zéro du port de Marseille, et trouva pour ce repère la cote 160,783 m, soit 2,217 m de moins que l'altitude admise jusqu'alors au-dessus de l'océan; la cote de RPN se trouvait ainsi ramenée à 374,516 m.

Une revision des calculs de Bourdalouë, faite en 1862, a corrigé ce chiffre et donné pour RPN :

rapporté au niveau de Marseille 374,052 m,

rapporté au niveau de l'océan 373,250 m.

Le niveau de l'océan eût donc été à 0,80 m au-dessus du zéro de Marseille, mais en 1893 Mr. l'ingénieur Ch. Lallemand, directeur du nivellement général de la France, dans une étude sur le niveau des mers en Europe et l'unification des altitudes, réduisit cette différence à zéro.

Il est maintenant prouvé que la plupart des mers qui baignent l'Europe ont le même niveau, à quelques centimètres près. D'après l'ancien nivellement de Bourdalouë, il existait en effet, entre la Méditerranée et l'Océan, une dénivellation de 0,80 m; plus tard les nivellements espagnols avaient donné un résultat analogue entre Alicante et Santander.

Ce fait paraissait s'expliquer par la comparaison des densités de l'eau de mer de part et d'autre du détroit de Gibraltar. Ces résultats erronés étaient dûs, les uns à des erreurs systématiques des nivellements, les autres au caractère superficiel des observations faites sur la salure de la mer.

D'après un nivellement exécuté au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle, il devait exister entre la mer Rouge et la Méditerranée une dénivellation de 10 mètres. Contrairement à cette assertion, l'ingénieur Bourdalouë, chargé en 1847 de vérifier la différence de niveau entre ces deux mers, lors du percement du canal de Suez, établit que leur niveau était rigoureusement le même. Ainsi s'est trouvée vérifiée l'hypothèse de l'uniformité du niveau de ces deux mers, un instant abandonnée sur la foi de mesures inexactes.

En 1865, la commission géodésique qui venait d'être créée fit effectuer un double nivellement direct „repère de la Pierre du Niton—Signal du Chasseral“, opération qui donna comme résultat une différence de niveau de 1232,71 mètres. Cette différence déduite de l'altitude du Chasseral évaluée à 1609,57 m par des mensurations trigonométriques françaises, détermina une nouvelle cote au-dessus du niveau de la mer du repère de P N = 376,86 mètres.

C'est cette nouvelle altitude qui remplaça, en 1868, l'ancienne (376,64 m), et qui fut utilisée par le bureau topographique fédéral comme point de départ pour le calcul des hauteurs absolues des levés originaux au 1 : 25000 et 1 : 50000 de la carte de la Suisse, désignée sous le nom d'Atlas Siegfried.

Le comité du nivellement général de la France fit construire à Marseille, en 1884, sur un point dégagé de la côte, une nouvelle station marégraphique, où l'on mit à profit les moyens les plus perfectionnés pour l'enregistrement des mouvements de la mer et pour la détermination du niveau moyen. Ce comité procéda en 1889 à une révision du nivellement Bourdalouë et adopta un nouveau zéro du port de Marseille à 7 cm au-dessous de l'ancien zéro de Bourdalouë, en se basant sur la hauteur de la mer d'après les indications du marégraphe totalisateur et du médimarimètre de la station marégraphique.

Par la jonction du nivellement de précision de la Suisse, en 1887, avec le nivellement alsacien aux gares de St-Louis, Laufen et Bâle, qui diffèrent seulement de 13 mm, la moyenne pour l'altitude de R P N au-dessus du niveau de la mer à Swinemünde est de 373,276 m.

En 1890, la jonction du nivellement général de la France à Moillesulaz et à la Cure avec le nivellement de précision de

la Suisse, détermina une nouvelle cote absolue de R P N = 373,687 m.

Nous avons donc pour l'altitude absolue de R P N les valeurs suivantes obtenues successivement:

Détermination barométrique de l'altitude du lac Léman par Delcros, à laquelle a été ajouté 1,65 m pour la transformation en altitude absolue de R P N . . . . .	1817	376,80 m,
Nivellement Dufour, carte suisse au 1:100000 1833/40		376,64 m,
Déterminations géodésiques, hauteurs zénithales	1840	374,60 m,
Nivellement Bourdalouë . . . . .	1862	374,052 „
Atlas Siegfried . . . . .	1868	376,86 m,
Nivellement alsacien . . . . .	1887	373,276 „
Nivellement général de la France . . . . .	1890	373,687 „

En 1890, la cote absolue du repère de la Pierre du Niton était donc, en ne tenant compte que des deux dernières valeurs ci-dessus obtenues en 1887 et 1890:

par la jonction avec le nivellement alsacien	R P N = 373,276 m,
par la jonction avec le nivellement général	
de la France . . . . .	R P N = 373,687 m,
	moyenne de R P N = 373,481 m.

Le raccordement du nivellement de précision de la Suisse avec les états voisins a fait l'objet d'une intéressante brochure intitulée: „Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz im Anschlusse an den Meereshorizont“, publiée par le Service topographique fédéral et rédigée par le Dr. J. Hilfiker, ingénieur, en 1902.

Nous avons extrait de cette étude la partie traitant plus spécialement de la hauteur de la Pierre du Niton au-dessus du niveau moyen de la mer, déterminée par le raccordement avec les nivellements français, italiens, autrichiens et allemands. C'est en examinant comment se sont opérés ces raccordements que Mr. Hilfiker établit de la façon la plus rationnelle, par une série de développements dans lesquels nous ne pouvons pas entrer, la relation de ceux-ci avec le niveau moyen de la mer.

Nous trouvons pour le raccordement avec la France:  
 hauteur de R P N au-dessus du niveau  
 moyen de la Méditerranée à Marseille 373,633 m.

Raccordement avec l'Italie:

hauteur de RPN au-dessus du niveau  
moyen des mers italiennes . . . . 373,760 m.

Raccordement avec l'Autriche:

hauteur de RPN au-dessus du niveau  
moyen de la mer Adriatique à Trieste 373,725 m.

Raccordement avec l'Allemagne:

hauteur de RPN au-dessus du niveau  
moyen de la mer Baltique à Swinemünde 373,427 m.

La hauteur de RPN au-dessus du niveau  
moyen des mers serait d'après Mon-  
sieur Hilfiker de . . . . . 373,585 m  $\pm$  0,074 m.

Dans le nivellement de précision de la Suisse (pages 636—639) sont indiquées les erreurs moyennes de hauteur au-dessus de RPN pour quelques points de raccordement seulement, et calculées par Mr. le Dr. Scheiblaue, ingénieur, à l'occasion de la vérification du réseau suisse. En exécutant un calcul analogue pour toutes les autres stations, nous obtenons comme erreur moyenne des hauteurs au-dessus de RPN:

$\pm$ 41 mm	le long de la frontière française,
$\pm$ 73 mm	„ „ „ „ „ italienne,
$\pm$ 60 mm	„ „ „ „ „ autrichienne,
$\pm$ 52 mm	„ „ „ „ „ allemande.

L'erreur probable des altitudes indiquées par le nivellement de la France le long de la frontière suisse tout entière est, d'après Mr. Lallemand, d'environ  $\pm$  30 mm, donc erreur moyenne  $\pm$  45 mm; pour l'Italie et l'Allemagne l'erreur moyenne s'élève à la frontière suisse à environ  $\pm$  70 mm; pour l'Autriche nous obtenons, à partir de Trieste, en moyenne pour Martinsbruck, Fussach et Bregenz  $\pm$  104 mm.

Abstraction faite du nombre des stations de raccordement, la simple moyenne des quatre raccordements donnerait:

hauteur RPN au-dessus du niveau moyen des mers 373,636 m  
 $\pm$  0,075 m.

Ces résultats démontrent l'insécurité des combinaisons de nivellements et prouvent que seules de nouvelles opérations peuvent procurer de meilleurs raccordements.

Les points de contact autrichiens appartiennent tous au même polygone, qui laisse une erreur finale trop forte.

Les raccordements avec l'Allemagne et l'Italie laissent aussi à désirer, et nécessitent l'exécution de nouveaux nivellements.

Du côté de la France, les circonstances paraissent heureusement plus favorables. Il est vrai qu'ici aussi, les résultats extrêmes des stations accusent une différence de 0,109 m, mais celle-ci ne se présente pas comme une erreur systématique qui se répartit sur toute la ligne de raccordement; seul le polygone St-Gingolph—Moillesulaz—Châtelard—St-Gingolph, avec sa station un peu élevée de Châtelard, contient une erreur finale dépassant la limite de tolérance usuelle. La moyenne de l'ensemble des stations concorde avec le résultat isolé de Moillesulaz, point fixe éloigné de la Pierre du Niton seulement de 6 km, et avec lequel la différence d'altitude n'est que de 42 mètres; de sorte que l'erreur de nivellement commise du côté suisse n'excède pas 5 mm. Si nous admettons, d'après Monsieur Lallemand, que l'erreur du nivellement „Marseille—Moillesulaz“ s'élève à  $\pm 45$  mm, nous obtenons comme erreur moyenne dans le calcul de la hauteur de la Pierre du Niton au-dessus du niveau moyen de la mer à Marseille  $\sqrt{5^2 + 45^2} = \pm 45$  mm, et l'un dans l'autre, pour une des sept stations de raccordement  $\pm 60$  mm. Si les résultats des stations étaient indépendants les uns des autres, l'incertitude de la moyenne serait exprimée par

$$\frac{\pm 60}{\sqrt{6}} = \pm 25 \text{ mm,}$$

et nous ne nous trompons pas en admettant une erreur moyenne d'environ 4 cm.

Le nouveau nivellement général de la France est terminé, et les recherches spéciales sur les erreurs systématiques et fortuites exécutées par Mr. le Directeur Lallemand paraissent en confirmer la grande exactitude.

Dans le nivellement de précision de la Suisse, les résultats du raccordement des repères le long de la frontière française souffrent proportionnellement peu de l'incertitude dans la longueur des mires, par le fait qu'à l'exception de La Cure et Locle—Col-des-Roches, pour le nivellement des lignes de raccordement, il a été tenu compte des variations dans la longueur



des mires sur le terrain. De là résulte que, sous les réserves ci-dessus, il y a lieu de déterminer la hauteur de la Pierre du Niton au-dessus de la mer au moyen du raccordement avec le nivellement de précision français. Le réseau suisse sera prochainement achevé, et la détermination à nouveau de la ligne Lucerne—St-Gotthard—Chiasso peut n'être plus qu'une affaire de temps, et d'autre part, la régularisation définitive d'une réduction orthométrique rigoureuse doit passer en première ligne.

Il y aura nécessairement, à la détermination finale de la hauteur absolue de la Pierre du Niton, un déplacement de quelques centimètres sur le résultat présent, et il ne servirait pas à grand'chose de vouloir dès maintenant fixer cette hauteur à un nombre exact de millimètres. Tandis que nous pouvons l'affirmer avec toute certitude, le raccordement définitif avec la France qui arrivera un jour, ne changera pas le nombre de décimètres de notre évaluation actuelle; et comme pour les besoins de la cartographie et les travaux publics en général, cette exactitude suffit, Mr. J. Hilfiker *conclut à l'admission, pour la hauteur absolue de la plaque de bronze fixée sur le sommet de la Pierre du Niton (RPN) dans le port de Genève, de la cote définitive:*

**373,6 mètres.**

La cote d'altitude attribuée à chaque repère du nivellement général du Canton de Vaud se rapporte à cet horizon.

D'autre part, dans l'arrêté fédéral concernant „l'Instruction sur les mensurations cadastrales du 15 décembre 1910“, nous trouvons:

#### **Base de la triangulation.**

Art. 21, 3<sup>me</sup> alinéa: L'horizon pour tout le réseau suisse des altitudes est le niveau moyen de la mer à Marseille, ce qui donne la cote de 373,6 mètres pour l'altitude de la Pierre du Niton à Genève.

Une prescription identique sera introduite dans les ordonnances relatives aux travaux du service topographique fédéral.

Par l'adoption de cette nouvelle cote, il résulte que les altitudes données par la carte de la Suisse au 1 : 100000 (carte Dufour) par les cartes cantonales de Vaud et de Genève au 1 : 50000 et 1 : 25000, étant basées sur la cote du repère de

PN = 376,64 mètres, il y a lieu pour avoir l'altitude exacte d'un point de retrancher du chiffre donné une constante de 3,04 mètres.

Pour la carte de la Suisse désignée sous le nom de „Atlas Siegfried“, la cote absolue du repère de PN utilisée comme point de départ, ayant été fixée en 1865 par la Commission géodésique à 376,86 mètres, la constante à retrancher est de 3,26 mètres.

Voici enfin, d'après Mr. l'ingénieur Louis Gonin, les diverses cotes employées pour la plaque repère de la Pierre du Niton dans les documents officiels:

*1° Nivellement Pichard, 1823.*

Le plan de comparaison AP (alt. Pichard) est à 6,000 m au-dessus du fond de la cavité carrée qui se trouve au sud de la plaque du repère. Cette cavité a, en contre-bas de la plaque, une profondeur de . . . 0,477 m

L'ordonnée de la plaque-repère PN, par rapport au plan de comparaison AP, est donc . . . AP — 5,523 m.

Le fond de la cavité carrée dont il est question ci-dessus a servi de repère aux premiers nivellements que nous possédons, savoir ceux de Adrien Pichard, ingénieur, 1823.

*2° Nivellement de précision de MM. Hirsch et Plantamour, 1867.*

Cote adoptée pour le nivellement de précision de la Suisse; rapport de MM. Pestalozzi et Legler sur l'étude des conditions d'écoulement du lac Léman; sondages du port de Genève par Mr. Arthur Achard; pour les rapports et profils produits par le Service cantonal vaudois des Ponts et Chaussées dans la question du niveau du Léman, 1878.

Ordonnée de la plaque repère PN . . . = 0,000 m.

*3° Système du colonel Frédéric Burnier, 1854.*

Dans ce système introduit en 1854 par Mr. Burnier, et adopté ensuite pour la limnimétrie par MM. Plantamour de Genève et le Dr. F. A. Forel de Morges, le zéro général fictif des limnimètres du Léman, ZL, est placé à 3,00 m en contre-bas de la plaque-repère de PN.

Dès lors . . . . . ZL + 3,000 m.

Seul le zéro du limnimètre de Villeneuve a été placé d'après ce système. Le tableau des neuf limnimètres du lac Léman donne pour le zéro fictif, ZL, et les lectures qui correspondent au niveau du lac à 1,30 m (hautes eaux règlementaires) et à 1,90 m (basses eaux règlementaires) sous PN, les cotes suivantes :

1° Villeneuve, ZL, = PN — 3,000 m, hautes eaux = ZL + 1,700 m, basses eaux = ZL + 1,100 m
2° Chillon... ZL, = PN — 4,004 m, " = ZL + 2,704 m, " = ZL + 2,104 m
3° Vevey... ZL, = PN — 2,808 m, " = ZL + 1,508 m, " = ZL + 0,908 m
4° Ouchy... ZL, = PN — 4,632 m, " = ZL + 3,322 m, " = ZL + 2,732 m
5° Morges... ZL, = PN — 4,062 m, " = ZL + 2,762 m, " = ZL + 2,162 m
6° Rolle... ZL, = PN — 3,897 m, " = ZL + 2,597 m, " = ZL + 1,997 m
7° Nyon... ZL, = PN — 3,704 m, " = ZL + 2,404 m, " = ZL + 1,804 m
8° Coppet... ZL, = PN — 4,212 m, " = ZL + 2,912 m, " = ZL + 2,312 m
9° Genève... ZL, = PN — 2,845 m, " = ZL + 1,545 m, " = ZL + 0,945 m

4° *Au-dessus de la mer, 1<sup>re</sup> version.*

Cote adoptée d'après le général Dufour, pour la carte de la Suisse au 1 : 100000 pour les originaux de la carte topographique des cantons de Vaud et de Genève au 1 : 25000, 1833—1854; adoptée par le colonel Frédéric Burnier, l'ingénieur Vallée et le bureau topographique vaudois.

Ordonnée au-dessus de la mer en passant par le sommet de le Dôle, PN . . . . . = 376,640 m.

5° *Au-dessus de la mer, 2<sup>me</sup> version.*

Cote adoptée par le colonel Siegfried, chef du Bureau topographique fédéral; cote employée par MM. Gosset et E. Pictet pour les sondages du lac Léman; adoptée par la Compagnie des Chemins de fer de la Suisse occidentale et par le bureau municipal des travaux de la ville de Lausanne.

Ordonnée au-dessus de la mer en passant par le Chasseral, PN . . . . . = 376,860 m.

6° *Au-dessus de la mer, 3<sup>me</sup> version.*

Cote introduite par MM. Hirsch et Plantamour et adoptée par la commission intercantonale des Eaux du Jura.

Ordonnée au-dessus de la Méditerranée PN = 374,052 m.

Lausanne, avril 1912.

*Ern. Buffat,*  
Ingénieur-topographe.