

Campagne GNSS 2022 du réseau MN95

Autor(en): **Willi, Daniel / Carrel, Jérôme / Palma, Graziano**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cadastre : revue spécialisée consacrée au cadastre suisse**

Band (Jahr): - **(2023)**

Heft 42

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1044715>

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.

Campagne GNSS 2022 du réseau MN95

Les points fixes planimétriques du réseau MN95 (un peu plus de 200 au total) forment le cadre de référence du système de coordonnées suisse. Depuis sa création au début des années 1990, le réseau MN95 est remesuré tous les six ans. Ces mesures répétées périodiquement garantissent la précision et la fiabilité des coordonnées tout en fournissant de précieuses séries temporelles géodynamiques.

Le cadre de référence est un élément essentiel de l'infrastructure nationale de géodonnées. Il constitue non seulement la base de la mensuration officielle, mais aussi de nombreuses autres applications de positionnement et de navigation. En Suisse, on reconnut la nécessité de disposer d'un cadre de référence tridimensionnel à base GNSS¹ à la fin des années 1980.

Le cadre de référence géodésique national en 3D se compose d'un peu plus de 200 points fixes planimétriques et des 41 stations du réseau GNSS automatique de la Suisse (AGNES) en fonctionnement continu. La mise en place de cette «nouvelle» mensuration nationale (par opposition à l'«ancienne» mensuration nationale MN03, fondée sur une triangulation) commença à la fin des années 1980 pour s'achever en 1995 par la publication des coordonnées des points MN95. Le réseau est remesuré tous les six ans depuis lors. Après les campagnes de 1998, 2004, 2010 et 2016 la campagne de mesure GNSS de 2022 constitue ainsi la cinquième mesure de répétition.

Détermination du cadre de référence

Le concept d'entretien de l'Office fédéral de topographie swisstopo garantit la précision et la fiabilité du cadre de référence global CHTRF et du cadre de référence local MN95 qui en est déduit. Les mesures répé-

tées servent à atteindre les buts suivants:

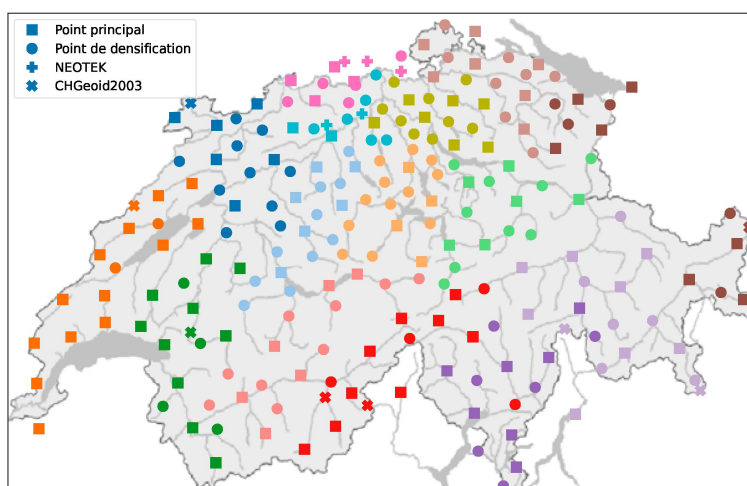
- contrôler la stabilité des points fixes,
- calculer des coordonnées de points fixes homogènes et cohérentes à l'échelle nationale,
- déduire des modèles de vitesses de la croûte terrestre pour la Suisse.

Les points suivants ont été mesurés lors de la campagne de 2022:

- 103 points principaux du réseau MN95,
- 105 points de densification du réseau MN95,
- 5 points NEOTEK,
- 8 points CHGeoid2003.

La différence entre les points principaux et les points de densification réside pour l'essentiel dans l'établissement d'un repérage. S'il est mis en place pour les points principaux, il fait défaut pour les points auxiliaires. Les points NEOTEK ont été implantés puis mesurés pour les besoins de la Société coopérative nationale pour le stockage de déchets radioactifs (NAGRA). Les points CHGeoid2003 sont des points GNSS et de nivellement, ils sont donc mesurés par GNSS et rattachés au nivellement fédéral. Ils servent ainsi à améliorer le modèle du géoïde de la Suisse. Sur la figure 1, on distingue tous les points fixes de même que la répartition des mesures entre les différentes semaines de la campagne.

Figure 1: totalité des points de la campagne GNSS de 2022 et répartition entre les semaines de campagne



¹ Schneider et al. 2015 (cf. encadré p. 17)

Figure 2: point fixe planimétrique type en plaine. La calotte (à gauche) est dévissée et une cible de centrage est montée sur la cheville mise à nu. Dès que la possibilité se présentait (ce qui n'était visiblement pas le cas ici), les points étaient directement scellés dans la roche, sans recourir à un socle en béton.



Figure 3: mesure GNSS statique sur le point de densification MN95 de Murg, dans le cadre de la campagne GNSS de 2022

Figure 4: centrage au plomb optique. Le centrage garantit que l'instrument de mesure est mis en station à la verticale du point fixe.



Mesures GNSS statiques de longue durée

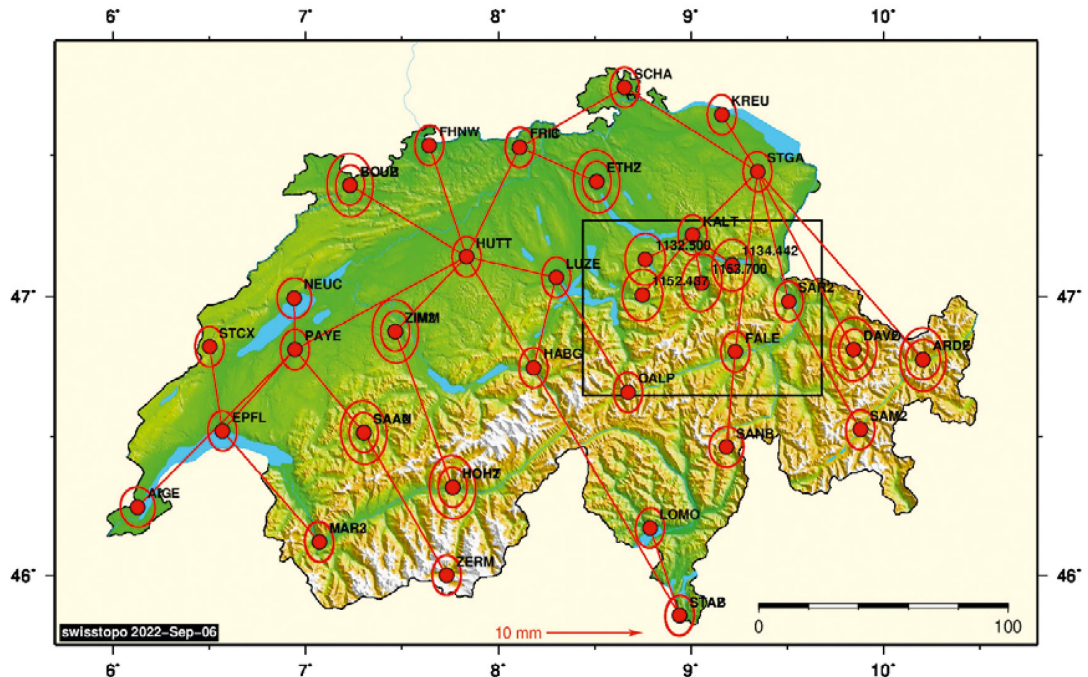
Tous les points sont matérialisés par des chevilles à calotte en laiton. Pour la mesure, la calotte de protection est dévissée et un bouchon de centrage est placé sur la cheville (figure 2). L'antenne GNSS est montée sur un trépied en bois, au-dessus du point (figure 3). Le centrage est d'abord réalisé à l'aide d'un plomb optique (figure 4), afin de garantir que l'antenne est bien placée à la verticale du point. La précision de centrage de cette méthode est de l'ordre de 0,1 mm. La hauteur de l'antenne au-dessus du point est mesurée à l'aide d'un dispositif spécial qui assure aussi une précision de quelques dixièmes de millimètres. Des récepteurs Trimble NetR9 et des antennes Trimble Zephyr sont utilisés pour la mesure GNSS effective. Les antennes sont systématiquement orientées au nord. L'orientation au nord et la calibration de chacune des antennes par la société Geo++ à Hanovre permettent de garantir la prise en compte correcte des centres de phases des antennes.

La campagne est conçue de telle manière que chaque point soit mesuré pendant deux jours, sachant toutefois qu'une durée de mesure de 48 heures est impossible en raison des temps de trajet entre points et des durées d'installation et de démontage. Le tableau 1 dresse un comparatif des chiffres clés des campagnes GNSS de 2022 et de 2016. Cette dernière avait encore été dénommée selon l'ancienne terminologie (CHTRF2016). C'est donc pour simplifier la distinction entre le cadre de référence et la campagne de mesure GNSS qu'une nouvelle terminologie a été introduite, la campagne s'appelant désormais GNSS2022.

Tableau 1: chiffres clés de la campagne GNSS de 2022

Chiffre clé	CHTRF2016	GNSS2022	Différence
Nombre d'observateurs de swisstopo [-]	10	10	0
Nombre de semaines de campagne [-]	15	16	+1
Nombre de récepteurs GNSS utilisés [-]	8	8	0
Nombre de jours de terrain, campagne entière [-]	90	91	+1
Nombre de jours, pour tout le personnel terrain [-]	188	214	+26
Nombre de points mesurés, (sans les stations AGNES) [-]	223	221	-2
Durée totale des mesures GNSS enregistrées [h]	9852	9690	-162
Durée d'observation moyenne par point [h]	44.18	43.6	-0.5 %
Durée d'observation la plus longue / la plus courte sur un point [h]	87.4 / 31.8	63.8 / 22.4	-23.6 / -9.4
Kilométrage total parcouru en véhicule durant la campagne [km]	31'139	35'465	+13%

Figure 5:
exemple de compen-
sation de réseau avec
toutes les stations
AGNES et quelques
points MN95 en Suisse
orientale



Traitement et résultats

Des données brutes sont enregistrées durant la campagne et stockées au format RINEX². En outre, diverses métadonnées sont saisies manuellement et consignées sur procès-verbal, cas par exemple de la hauteur d'antenne précitée. Les données GNSS sont ensuite traitées avec le logiciel bernois (Bernese GNSS Software) au sein d'une solution en réseau. Pour positionner au mieux les points nouvellement mesurés, les stations AGNES sont maintenues fixes dans la compensation (cf. figure 5) qui fournit en sortie les coordonnées des points nouvellement mesurés. Cette solution est calculée immédiatement après chaque nouveau bloc de mesures et est consultable en ligne (sous une forme « brute »)³. La précision d'une mesure isolée est de l'ordre de 1 à 2 mm en planimétrie. L'altitude est deux à trois fois moins précise, comme c'est la norme en matière de GNSS.

Une solution est ensuite calculée sur plusieurs années, là aussi avec le logiciel bernois (Bernese GNSS Software). Ce traitement combiné contient toutes les mesures GNSS effectuées depuis l'établissement du réseau MN95 et fournit, en plus des coordonnées, des vitesses précises pour la totalité des points fixes mesurés de manière répétée. Le calcul de cette solution combinée prenant plusieurs mois, la solution finale sera disponible dans le courant de l'année 2024. On s'attend à la confirmation des résultats issus de la campagne de 2016⁴. Les vitesses des différents points fixes et des stations AGNES permettent en retour de déterminer un modèle de vitesses interpolé pour la Suisse.

² RINEX est l'abréviation de « Receiver Independent Exchange Format » et constitue le format standard pour les données d'observation GNSS et d'autres données GNSS telles que les éphémérides.

³ Sous <https://pnac.swisstopo.admin.ch> > PNAC Monitoring, les différentes semaines de la campagne peuvent être sélectionnées tout en bas dans le tableau, par exemple « CHTRF2022 camp 08 ».

⁴ Brockmann 2018 (cf. encadré)

Il est d'ores et déjà clair que la cinématique de la croûte terrestre en Suisse ne peut plus être négligée, d'une part parce que le déplacement des points fixes atteint jusqu'à 2 mm par an et d'autre part parce que la période couverte depuis la mise en place du réseau est de plus en plus longue. swisstopo travaille actuellement à une prise en compte conviviale (au mieux des intérêts des utilisateurs) de ces déplacements. S'ils ne sont pas pris en compte à l'avenir, les tensions lors de mesures GNSS en RTK ne feront que s'aggraver. L'adaptation isolée, sans concertation, de coordonnées de points fixes doit elle aussi être évitée. Des divergences indésirables entre la mensuration nationale et la mensuration officielle en résulteraient, ce qui menacerait l'homogénéité de la référence spatiale.

Daniel Willi, Dr sc. ETH

Géodésie et Direction fédérale des mensurations cadastrales
swisstopo, Wabern
daniel.willi@swisstopo.ch

Jérôme Carrel, dipl. Ing. FH

Géodésie et Direction fédérale des mensurations cadastrales
swisstopo, Wabern
jerome.carrel@swisstopo.ch

Graziano Palma, technicien en géomatique BF

Géodésie et Direction fédérale des mensurations cadastrales
swisstopo, Wabern
graziano.palma@swisstopo.ch

Bibliographie / informations complémentaires

Brockmann E. (2018) Stabilité du cadre de référence de coordonnées suisse. cadastre n° 28, décembre 2018.

Carrel, J., Palma, G. (2023) LV95/CHTRF2022 (Swiss Terrestrial Reference Frame 2022) Teil 1: Messkonzept und Messkampagnen vom April bis Oktober 2022 im Landesnetz LV95. swisstopo Report. Office fédéral de topographie swisstopo, Wabern.

Schneider D., Gubler, E., Wiget, A. (2015) Meilensteine der Geschichte und Entwicklung der Schweizerischen Landesvermessung. Géomatique Suisse 11/2015, p. 462 – 483