

Stabilité du cadre de référence de coordonnées suisse

Autor(en): **Brockmann, Elmar**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): - **(2018)**

Heft 28

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-871475>

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.

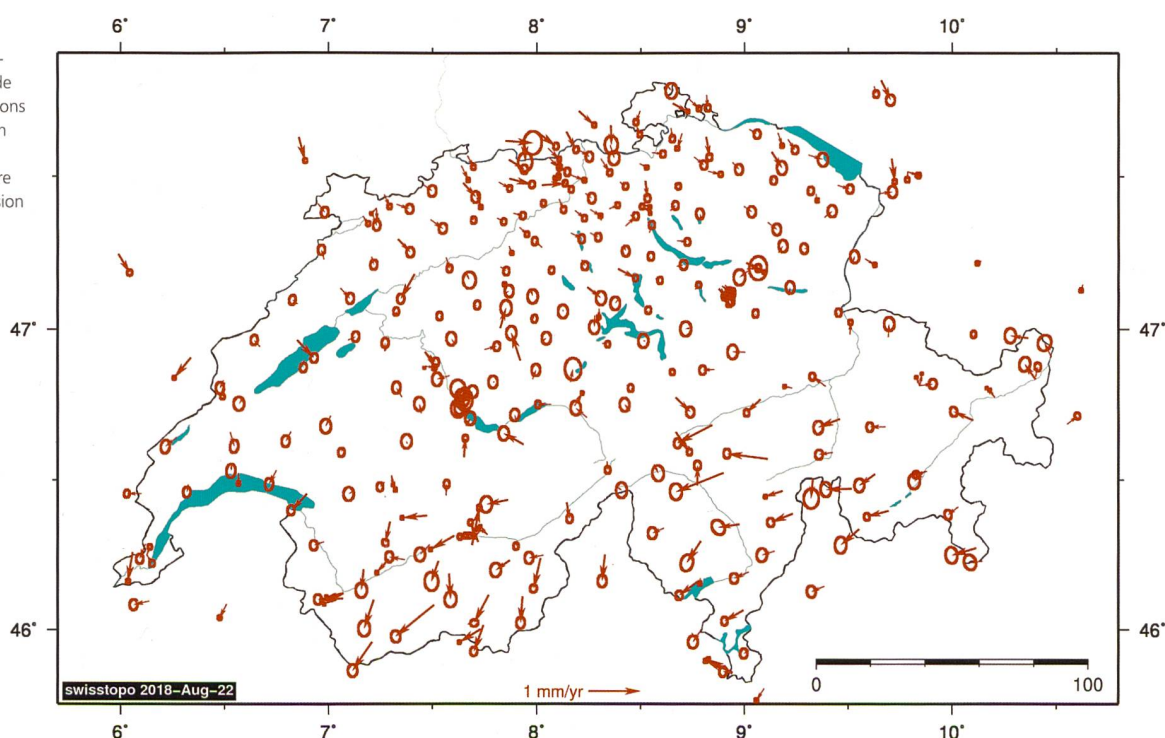
Stabilité du cadre de référence de coordonnées suisse

Les coordonnées publiées de la plupart des points de référence MN95 (au nombre d'environ 200) ont très peu varié en planimétrie (écarts inférieurs à 2 cm) en l'espace de près de 30 ans. Les exploitations de données les plus récentes ont montré que les mouvements en planimétrie atteignent jusqu'à 1 mm par an dans certaines régions (soit 2 cm en 20 ans). Le soulèvement alpin de l'ordre de 1 à 3 mm par an indique lui aussi clairement que les techniques de mesure modernes sont plus précises que ce qu'autorise le cadre de référence des coordonnées pourtant défini comme étant statique.

Le dernier contrôle en date de la stabilité des points MN95 (cf. encadré) du cadre de référence suisse a eu lieu à l'été 2016. Des sessions de mesure de 48 heures vers les satellites des systèmes actuellement disponibles ont été réalisées sur chacun des points existants (au nombre d'environ 200) durant les 15 semaines de la campagne. Pour la première fois, les observations ont non seulement concerné le GPS américain, mais également ses homologues russe (GLONASS), européen (Galileo) et chinois (BeiDou). Toutes ces mesures ont été exploitées conjointement avec les données des stations du réseau permanent AGNES, lequel avait déjà été étendu en 2015 aux quatre systèmes de satellites précités. Ce faisant, l'Office fédéral de topographie swisstopo est le premier service public au monde, chargé de la mensuration nationale, à procéder à des exploitations dites multi-GNSS au niveau opérationnel pour exploiter des campagnes de mesures et des réseaux permanents.

Il a été fait appel à d'autres données disponibles, en remontant dans le temps jusqu'en 1989, en complément des exploitations de 2016 pour pouvoir se prononcer sur la stabilité du réseau. En outre, les données des campagnes et celles du réseau permanent ont fait l'objet d'une nouvelle exploitation à partir de 1996 en recourant aux méthodes les plus récentes. Plus de 100 stations permanentes du réseau européen EUREF ont de plus été intégrées. Au total, 6 milliards d'observations réparties en plus d'un million de fichiers ont été utilisées afin de déterminer des coordonnées et, si possible, des vitesses pour un peu plus d'un millier de stations. Les paramètres de vitesse d'une station montrent des mouvements linéaires possibles et ne sont pertinents que si les observations disponibles couvrent une période de plusieurs années.

Figure 1: vitesses d'environ 300 points (points de référence MN95 et stations permanentes AGNES) en planimétrie. Les ellipses d'erreur indiquent l'ordre de grandeur de la précision du déplacement.



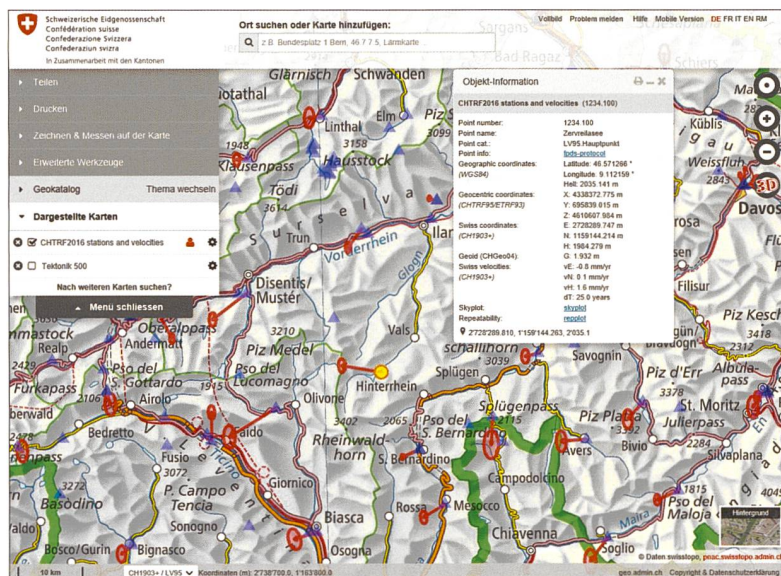


Figure 2: portail Internet du centre de calcul PNAC (Permanent Network and Analysis Center) de swisstopo publiant les résultats des exploitations de CHTRF (<http://pnac.swisstopo.admin.ch> → CHTRF95). Outre les déplacements, diverses autres informations sont disponibles pour chaque point (coordonnées dans différents systèmes de référence, carte du ciel (visibilité), répétabilité).

La figure 1 présente le champ de vitesses des points de référence MN95 et des stations permanentes AGNES en planimétrie. 140 stations supplémentaires se trouvent hors des limites de cet extrait. Les ellipses d'erreur indiquent la précision de détermination des mouvements. Elles sont surtout très petites pour les points déterminés sur une longue période s'étendant sur plus de 20 ans. L'hypothèse d'un champ de vitesses horizontales nulles est validée avec un écart-type d'environ 0,2 mm/an pour les directions nord et est. 95 % des points se déplacent tout au plus de 0,6 mm/an dans quelque direction que ce soit. On note une grande stabilité sur le Plateau (Mittelland). Toutefois, on identifie pour la première fois quelques régions en Suisse où le modèle de déplacement est similaire et permet de conclure à des mouvements tectoniques. Ces régions se situent au sud du Rhône et du Rhin et les déplacements systématiques observés sont tout juste inférieurs à la limite de 1 mm/an. Dans le Jura, on reconnaît aussi des déplacements systématiques, mais de moindre ampleur. Ces données très intéressantes vont faire l'objet d'analyses approfondies, menées conjointement avec la Nagra¹ et les services géologiques concernés. La détermination de mouvements altimétriques est également disponible sous la forme d'un jeu de données d'essai. Une grande pru-

¹ La Nagra (Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs) est le centre de compétences techniques de Suisse pour l'évacuation des déchets radioactifs dans des dépôts en couches géologiques profondes.

dence est cependant de mise lors de l'interprétation, les mesures GNSS ne permettant pas pour l'heure de déterminer les déplacements altimétriques avec une fiabilité pleinement satisfaisante.

Les résultats de l'estimation des vitesses sous forme graphique de même que les valeurs des coordonnées à l'époque «2018.0» (soit au 1^{er} janvier 2018) dans le cadre de référence CH1903+ (cf. encadré) sont regroupés sur une plateforme Internet conçue pour les experts de la question (cf. figure 2). L'utilisation du visualiseur de géodonnées map.geo.admin.ch permet d'activer d'autres couches que celles concernant la mensuration, notamment celles relatives à la géologie et à la tectonique.

La figure 3 fournit un aperçu global des mouvements des points en planimétrie en Europe. Les informations proviennent de différentes institutions européennes. Le champ de vitesses est établi par swisstopo dans le cadre du projet EUREF «European Dense Velocities» piloté par l'office. Les informations de vitesses de plusieurs milliers de stations y sont regroupées. Outre les stations permanentes, des informations localement denses issues de données InSAR (radar interférométrique à synthèse d'ouverture) recueillies par des satellites d'observation de la Terre, et d'autres issues de nivellements (détermination classique des altitudes dans le réseau altimétrique national) sont disponibles dans

Systèmes de référence de coordonnées suisses

- Le réseau MN95 riche d'environ 200 points de référence constitue la base du cadre de référence de coordonnées suisse en conjonction avec le réseau GNSS automatique de la Suisse (AGNES) comportant 40 stations en service permanent. Les cantons et les communes densifient ce réseau de référence en fonction de leurs propres besoins. A l'heure actuelle (en septembre 2018), les GNSS ou systèmes mondiaux de navigation par satellites comprennent le système américain GPS (32 satellites), le système russe GLONASS (23 satellites), le système européen Galileo (20 satellites) et le système chinois BeiDou (10 satellites).
- Le réseau MN95, établi entre 1988 et 1992, est entièrement remesuré tous les six ans à l'aide d'observations GNSS, afin de prouver la stabilité des points de référence. Les données sont exploitées conjointement avec le réseau permanent AGNES et d'autres stations permanentes en Europe.
- Le système de référence local suisse CH1903+ est défini comme un système statique. Il a pris le relais du système CH1903 affecté de tensions et constitue le système de référence officiel pour toutes les géodonnées de base nationales depuis la fin de l'année 2016.
- L'exploitation de séries chronologiques de stations montre des déplacements significatifs pour quelques stations. A l'avenir, de tels paramètres de vitesse serviront à déterminer la véritable position d'un point à une date donnée en Suisse. Ils revêtent par ailleurs beaucoup d'intérêt pour les géologues et les géophysiciens.

D'autres informations relatives aux bases de cet article sont disponibles à l'adresse <http://pnac.swisstopo.admin.ch> → CHTRF95

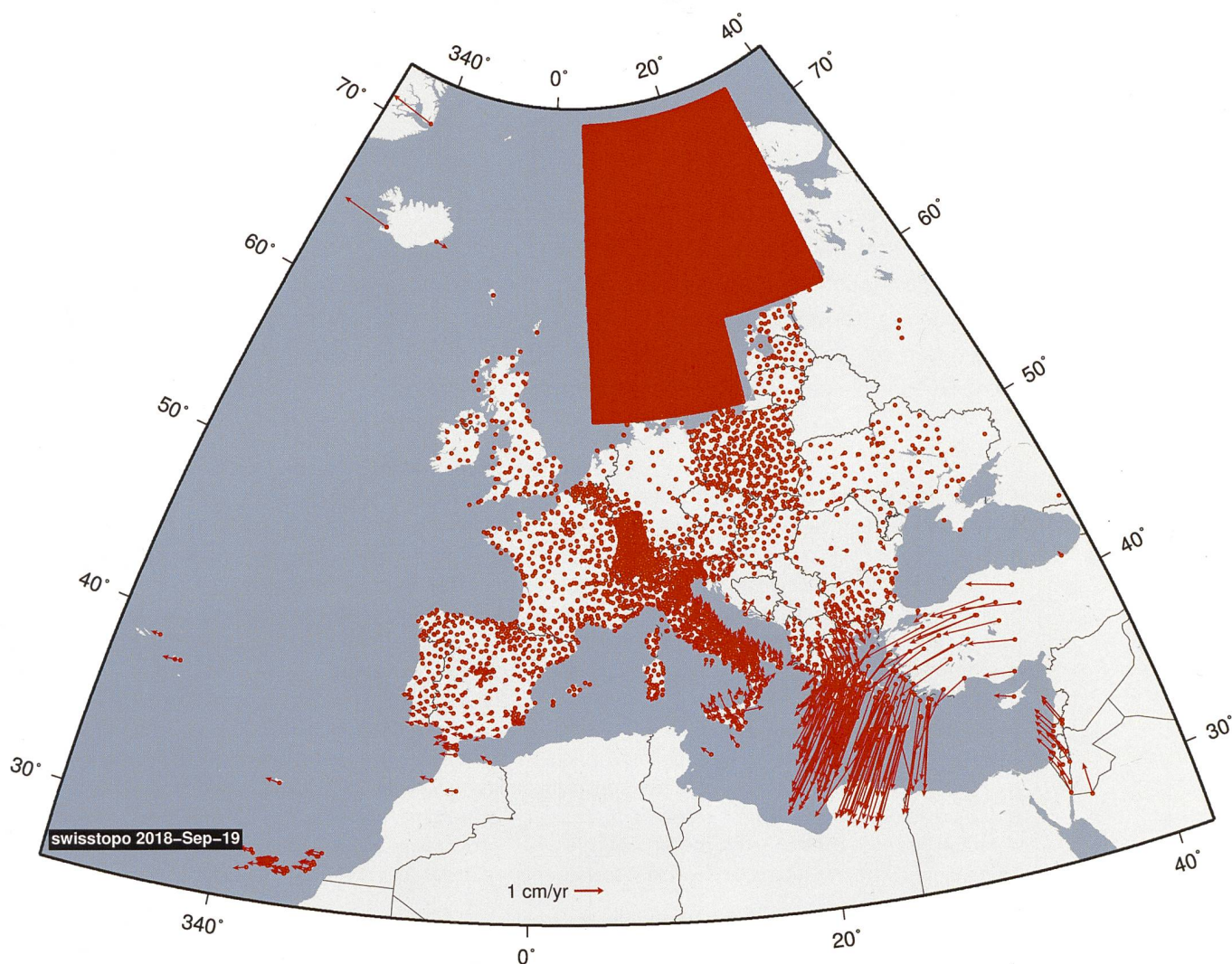


Figure 3: mouvements horizontaux de stations en Europe issus du projet EUREF «European Dense Velocities» (<http://pnac.swisstopo.admin.ch> → EU Dense Velocities).

le nord de la Suisse, l'Allemagne et la France. Les pays scandinaves ont mis en place un modèle de vitesses dans la mensuration nationale voilà bien des années, les points continuant à se soulever au rythme maximal de 1 cm/an en réaction à la fonte des glaces après la dernière ère glaciaire il y a plus de 10 000 ans, de sorte que des déplacements systématiques en résultent aussi en planimétrie. La surface couverte par ce modèle prenant la forme d'une grille est représentée en rouge sur la figure 3. En comparaison des faibles déplacements constatés en Suisse, les stations de la côte adriatique italienne enregistrent des mouvements d'environ 3 à 4 mm en direction nord-est, tandis que celles de la côte ouest de l'Italie subissent des déplacements de l'ordre de 1 à 2 mm vers l'ouest. Les séismes dans les Apennins sont le résultat de tels déplacements en sens contraires. En Grèce et en Turquie, les mouvements des points atteignent jusqu'à 4 cm/an par rapport à la plaque eurasienne très stable.

D'autres données de base vont être saisies au cours des prochaines années, afin d'en déduire un modèle de vitesses pour les déplacements en planimétrie et en altimétrie. Outre le nivellement bien connu, des exploitations de données InSAR peuvent aussi être prises en

compte pour l'altimétrie. Et grâce au projet européen, les déplacements hors de nos frontières peuvent également être intégrés.

Le cadre de référence CH1903+ restera en vigueur un bon moment encore pour la détermination de coordonnées en Suisse. En pratique, le passage d'un système statique à un système dynamique entraîne la transformation des coordonnées, à l'aide d'un modèle de vitesses, de l'époque actuelle à celle de la définition du système de référence. Le mécanisme est à peu près comparable à ce qui est fait pour passer d'altitudes orthométriques à des hauteurs au-dessus de l'ellipsoïde via la correction de la cote du géoïde. Ce mécanisme peut aussi être directement pris en charge par les services de positionnement, si bien que les utilisateurs n'ont à se préoccuper de rien. Actuellement, swisstopo est en train de plancher sur les bases techniques nécessaires à une éventuelle mise en œuvre.

Elmar Brockmann, Dr phil. nat., ing. géom. dipl.
Géodésie et Direction fédérale des mensurations cadastrales
swisstopo, Wabern
elmar.brockmann@swisstopo.ch