

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 105 (2007)

Heft: 9

Artikel: Nouvelles coordonnées pour la Suisse : achèvement du maillage
national des triangles, nouveau logiciel de transformation REFRAME et
inauguration du portail Internet sur le changement du cadre de
référence

Autor: Kistler, M. / Ray, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236444>

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: 13.01.2026

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

Nouvelles coordonnées pour la Suisse

Achèvement du maillage national des triangles, nouveau logiciel de transformation REFRAME et inauguration du portail Internet sur le changement du cadre de référence

Au début 2007, en collaboration avec les cantons, swisstopo a pu mettre la dernière main à un important jeu de données de base dans l'optique de la mise en place de l'infrastructure nationale de données géographiques: le maillage national des triangles, désigné CHENyx06. Ce jeu de données permet d'éliminer les déformations systématiques de 2 à 3 m au plus entre Genève et la Basse-Engadine issues de la première mensuration de la Suisse (MN03). CHENyx06 permet encore un échange de données facilité avec les pays voisins et simplifie grandement les opérations avec les systèmes de positionnement par satellites comme le GPS. Afin d'épauler au mieux les producteurs de géodonnées dans la perspective de l'arrivée du nouveau cadre de référence MN95, swisstopo a conçu le logiciel REFRAME, un outil doté de toutes les transformations utiles pour la Suisse. Un portail Internet sur le changement de cadre de référence a de plus été mis en ligne à l'adresse www.swisstopo.ch/mn95; il offre divers services et informations. A compter de 2008, swisstopo adoptera progressivement le nouveau cadre de référence et établira les nouveaux lots de données, ou les lots de mise à jour, directement dans MN95. Dans le futur, les géoservices seront proposés dans les deux cadres de référence.

All'inizio del 2007 swisstopo ha realizzato, in collaborazione con i cantoni, in vista dell'introduzione della nuova infrastruttura nazionale dei dati geodetici, un importante set di dati geodetici di base, ossia la rete di triangoli denominata CHENyx06. Questo set di dati permette di eliminare le deformazioni sistematiche dell'ordine di grandezza da 2 a 3 m massimi tra Ginevra e l'Engadina bassa presenti nella prima misurazione della Svizzera (MN03). CHENyx06 facilita inoltre lo scambio dei dati con i paesi vicini e semplifica in modo sensibile le applicazioni con i sistemi di navigazione satellitari quali GPS. Allo scopo di supportare al meglio i produttori di dati geodetici, in vista dell'introduzione del nuovo quadro di riferimento MN95, swisstopo ha elaborato il programma informatico REFRAME. Uno strumento dotato di tutte le trasformazioni pertinenti alla Svizzera. Sul sito www.swisstopo.ch/lv95 è stato messo in rete un portale con diversi servizi e informazioni dedicati al cambiamento del quadro di riferimento. A partire dal 2008, swisstopo adotterà progressivamente il nuovo quadro di riferimento, ovvero la creazione e la tenuta a giorno dei dati avverrà direttamente in MN95. I servizi d'informazione geografica verranno in futuro offerti in entrambi i quadri di riferimento.

M. Kistler, J. Ray

Déformations de l'ancien cadre de référence de 1903 (MN03)

Il a été possible d'achever en avril 2007 l'élaboration du réseau cantonal de triangles officiellement désigné CHENyx06, et ce en étroite collaboration avec les services cantonaux du cadastre. Ce lot de géodonnées de base a d'abord permis d'analyser et de prouver pour la première fois les déformations systématiques du cadre de référence MN03 jusqu'au niveau de la mensuration officielle, et a ensuite sous-tendu l'élimination des déformations provenant de la première mensuration de la Suisse en 1903, nées surtout du fait qu'à l'époque seuls des angles pouvaient être mesurés dans la triangulation. Les distances devaient être dérivées de quelques rares tronçons de référence (mesures de base) établis à grands frais.

Le point zéro du futur système de coordonnées nationales correspond désormais aux valeurs $E_0 = 2\,600\,000\text{ m}$ / $N_0 = 1\,200\,000\text{ m}$ (jusqu'ici: $y_0 = 600\,000\text{ m}$ / $x_0 = 200\,000\text{ m}$), ce qui permet de faire la distinction entre les nouvelles coordonnées et les anciennes. Comme on le sait depuis l'achèvement de la mensuration nationale MN95 dans la seconde moitié des années 90, la Suisse s'agrandit avec MN95. La grille des déformations le montre de façon particulièrement nette au Tessin et en Engadine.

Le réseau national de triangles CHENyx06

Ces dernières années, tous les cantons ont déterminé des coordonnées MN95 de points de mensuration (PFP2) représentatifs et analysé les déformations de MN03 à titre de base pour la définition du réseau de triangles. A la faveur de cet exercice, des zones dites de rupture ont notamment été trouvées, zones où les cantons ont utilisé des coordonnées différentes pour les mêmes points (dans

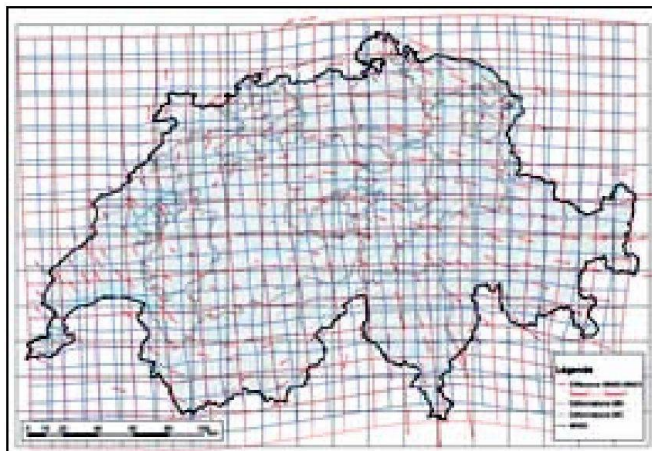


Fig. 1a: Déformations du cadre de coordonnées de 1903 utilisé aujourd'hui, grossies environ 10 000 fois: MN03 = maillage rouge avec les déformations au niveau de la mensuration nationale et maillage bleu avec les déformations supplémentaires au niveau de la mensuration officielle en comparaison avec le nouveau cadre pratiquement dénué d'erreurs de la Suisse de 1995 (MN95 = maillage noir)¹.

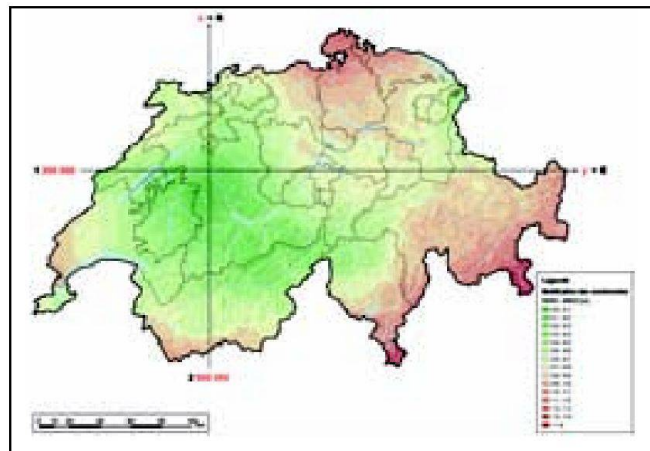


Fig. 1b: Les modifications de coordonnées entre MN03 et MN95, plus précisément les déformations de MN03 par rapport à Zimmerwald près de Berne. Les modifications maximales de coordonnées d'environ 1.5 m apparaissent au sud du Tessin et dans le Val Poschiavo. Comme on pouvait s'y attendre, c'est autour de la ville fédérale que les différences sont moindres. Car aussi bien MN03 que MN95 ont leur origine à l'ancien observatoire de Berne.

MN03) au fil de l'histoire de la triangulation. Les exemples les plus connus à cet égard sont la limite cantonale entre Genève et Vaud, où les différences de coordonnées ont atteint jusqu'à 37 cm, ainsi que la région entre Rafzer Feld et Klettgau, sur le territoire fédéral allemand. swisstopo a réuni tous les réseaux de triangles cantonaux et ainsi divisé la Suisse entière et les zones proches à l'étranger en une multitude de triangles, des «éléments finis» avec des paramètres de transformation individuels adaptés aux caractéristiques locales (algorithme FINELTRA). A cet égard, une transformation affine spécifique (non conforme aux angles ni à la longueur) s'applique à chaque triangle.

Les points d'appui pour la transformation (PAT) avec, entre autres, les stations AGNES et les points MN95, représentent les points de mensuration majeurs de Suisse, car ils ont des coordonnées mesurées de façon précise dans M03 et MN95. Les futures œuvres cadastrales devraient être si possible positionnées sur des PAT, ce qui est obligatoire dans le domaine des points fixes. Les coordonnées de tous les PAT des deux cadres de référence peuvent aujourd'hui déjà être ob-

tenues sur l'Internet au moyen du visualiseur de données FINELTRA.

La précision de la transformation a aussi été d'un grand intérêt pour reconnaître les territoires dans lesquels une densification du réseau des triangles était indiquée

ou pour distinguer là où un redressement local sera utile dans le futur. Il a fallu le prouver empiriquement à l'aide de points de contrôle (PC), car une transformation affine avec trois points d'appui n'est pas surdéterminée et il est donc impossible de

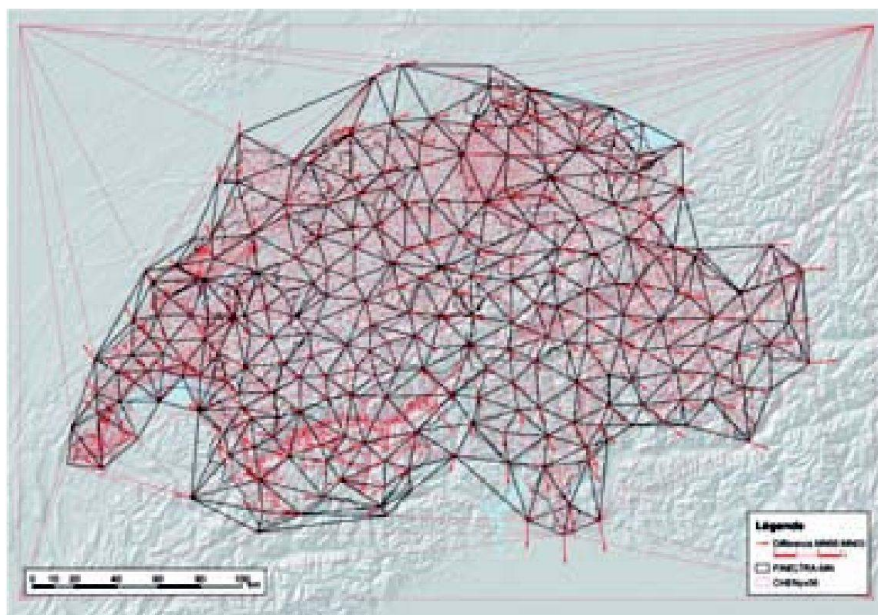


Fig. 2: Réseau national des triangles CHENyx06 comportant 11 882 triangles et 5944 points d'appui pour la transformation (PAT): en noir, on distingue les triangles de la mensuration nationale (FINELTRA-MN), en rouge ceux au niveau de la mensuration officielle (CHENyx06).

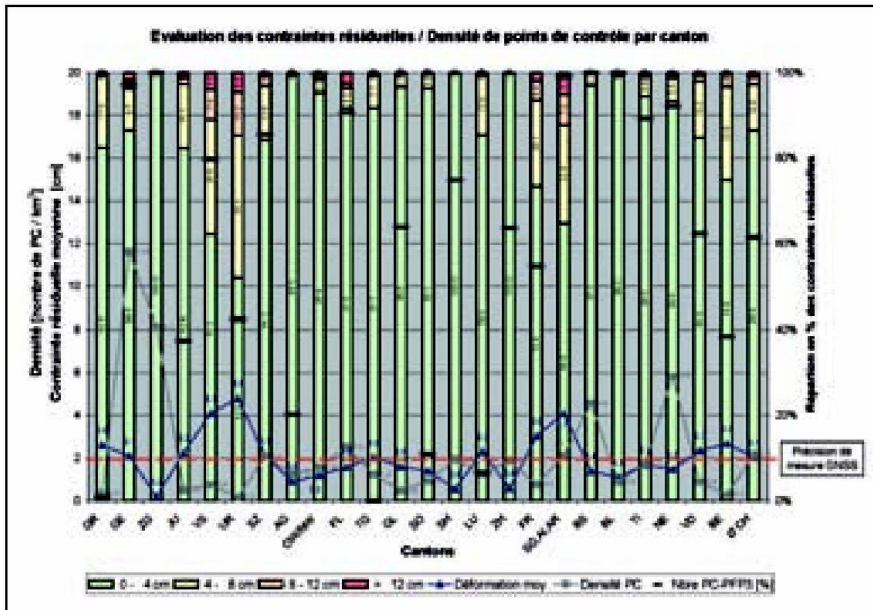


Fig. 3: Evaluation statistique de la précision de la transformation par des points de contrôle: plus la densité des points de contrôle est élevée et plus le taux de PFP3 ou de points-limite utilisés comme PC est important, plus l'affirmation sur la moyenne des contraintes résiduelles – et donc sur la précision de la transformation – est représentative (cf. carte de précision dans le visualiseur de données FINELTRA). La ligne rouge à hauteur des 2 cm montre la précision moyenne de mesures GNSS dans le mode de mesure RTK.

dériver des paramètres statistiques à partir des contraintes résiduelles aux points d'ajustage. Dans l'ensemble, les cantons ont mesuré près de 47 000 points de contrôle de ce genre. Le résultat a dépassé toutes les espérances: en moyenne, en Suisse, on parvient à transformer des géodonnées avec une précision de 2 cm, + ou – 1 cm, dans le nouveau cadre de référence pratiquement sans d'erreur MN95.

Le choix (le plus représentatif possible) des points de contrôle incombait aux services cantonaux du cadastre. C'est seulement dans des territoires choisis que swisstopo a encore relevé des points de contrôle supplémentaires. Certains cantons comme Genève ou Zoug ont déjà procédé à l'analyse des déformations jusqu'au niveau des PFP3 et des points-limite, d'autres comme les Grisons ou le canton de Thurgovie n'ont employé que des PFP2. Ces prochaines années, les cantons retardataires devront rattraper l'analyse des déformations jusqu'au niveau du cadastre, afin qu'il soit possible de recon-

naître d'éventuelles zones à redresser. Une grille a été interpolée à partir des quelques 47 000 points de contrôle répartis de façon discontinue, ainsi que des 6000 points d'appui pour la transformation, avec une pondération inversement proportionnelle au carré de la distance. Il en a résulté la carte de précision empirique indiquant les différences entre coordonnées mesurées et coordonnées transformées. Cette carte permet d'évaluer la précision avec laquelle on parvient à accomplir le changement de cadre de référence MN03–MN95 et donc, indirectement, le rattachement à des systèmes de référence internationaux comme WGS84 ou ETRS89 par le biais d'une transformation. Pour des utilisateurs du service de positionnement swipos avec realtime-FINELTRA, cette carte donne encore des indications sur les endroits où, pour des mesures GPS ou GLONASS, on peut également atteindre une précision centimétrique (sans ajustage local) dans le cadre de référence MN03 valide aujourd'hui.

Intégration de CHENyx06 dans le service de positionnement swipos®

Au début mai 2007, le maillage des triangles CHENyx06 a été intégré au service de positionnement swipos®, remplaçant ainsi le lot de données FINELTRA-MN avec une précision de transformation de 1 à 2 dm. Comme c'était déjà le cas, des services dans divers cadres de référence MN95/RAN95

MN03/NF02

MN95/NF02

sont disponibles (cf. swipos-News 04/2006 et 01/2007 à l'adresse www.swisstopo.ch/pub/down/services/swipos/), mais avec une précision désormais bien supérieure en MN03. Pour de nombreuses applications exigeant une précision de quelques centimètres à quelques décimètres, on peut désormais renoncer à un ajustage local et donc à une station de référence locale, qui doit être établie sur un point connu à proximité immédiate. La condition est d'utiliser le service MN03/NF02 de swipos ou de faire en sorte que cette correction soit personnellement apportée a posteriori, via le géoservice REFRAME. Des recommandations particulières s'appliquent à l'ajustage local pour des applications présentant des exigences de précision et de fiabilité élevées. Pour la mise à jour de la mensuration officielle, on continue par exemple de demander la preuve que les exigences de précision de l'OTEMO sont respectées lorsque l'on renonce à un ajustage local.

Suite à une collaboration de plusieurs années entre swisstopo et les cantons, ce maillage national réalise une œuvre posant un jalon dans la mensuration nationale suisse et montrant la voie pour l'avenir. CHENyx06 permet d'éliminer les déformations systématiques de 2 à 3 m au plus entre Genève et la Basse Engadine issues du premier levé de la Suisse, sans perte significative de précision. De telle sorte qu'il suffit simplement de transférer les jeux de données existants dans le nouveau cadre de référence MN95.

Une densification ultérieure du réseau de triangles n'est pas possible pour des rai-



Fig. 4a: Interface utilisateur du nouveau logiciel de transformation REFRAME permettant de calculer, outre la transformation MN03 \rightleftharpoons MN95, l'ondulation du géoïde (CHGeo98 et 2004) et l'écart entre NF02 \rightleftharpoons RAN95 (HTRANS: distorsions des altitudes usuelles NF02 / différents systèmes altimétriques). Le logiciel permet aussi de transformer les coordonnées nationales suisses dans des systèmes de référence globaux tels que ETRS89 et WGS84.



Fig. 4b: Interface utilisateur du service de transformation Internet REFRAME.



Fig. 5: Visualisation d'une randonnée en montagne à l'aide du géoservice REFRAME / GÉNÉRATION KML et de Google Earth.

sons d'organisation et n'est pas opportune non plus. Les oeuvres cadastrales ne répondant pas aux exigences de qualité selon l'OTEMO après la transformation FINELTRA doivent être transférées par des redressements locaux (interpolations) dans le cadre de référence MN95.

Nouveau logiciel de transformation REFRAME

Afin d'épauler au mieux les producteurs de géodonnées lors du changement du cadre de référence, swisstopo a conçu le logiciel REFRAME avec toutes les transformations adéquates pour la Suisse. REFRAME réunit les programmes géodésiques actuels FINELTRA, CHGEO, HTRANS, GPSREF et TRANSILI et leur ajoute de nouvelles fonctionnalités: il fournit par exemple aussi des outils qui permettent de transformer des coordonnées LTOP en fichiers de mesures ou inversement. Des données GPS brutes (NMEA) ou des fichiers texte contenant des coordonnées nationales suisses peuvent par

ailleurs être transformés au format KML pour Google Earth / Maps (cadre de référence WGS84) ou pour Swiss Map, p. ex. afin de documenter le choix de l'itinéraire d'une randonnée à ski ou en montagne. REFRAME est disponible en tant que version client ou comme service Web, et peut être exploité en mode Batch (ligne de commande). Par ailleurs, chaque module de transformation est disponible également sous forme de DLL. Sont actuellement lus les formats quasi-standards LTOP (MES et KOO), AutoCAD DXF, ESRI SHAPE, INTERLIS 1, ainsi que TEXTE avec séparateur (p. ex. EXCEL CSV).

Le logiciel de transformation fonctionne sur Microsoft Windows et, avec la solution MONO (version 1.2 ou supérieure), également sur Mac OS X, Linux ou Solaris. REFRAME est vendu au prix de revient (cf. références) tandis que l'utilisation comme géoservice par Internet est gratuite.

Portail Internet sur le changement de cadre de référence

swisstopo a mis en ligne un portail Internet dédié au changement du cadre de référence à l'adresse suivante: www.swisstopo.ch/mn95. On y trouve diverses informations sur le nouveau cadre de référence MN95 et on peut y acquérir le jeu de données officiel pour la transformation MN03 D MN95 (CHENyx06). Les développeurs de logiciels peuvent en outre commander une bibliothèque de programmes (DLL) avec l'algorithme FINELTRA et le maillage des triangles pour une intégration dans des modules d'application SIG ou des applications spécialisées.

REFRAME est mis gratuitement à disposition, avec toutes ses fonctions, sous forme de géoservice, avec un outil de GENERATION DE KML. Pour des raisons de performance, on ne peut transformer sur Internet que des fichiers jusqu'à une taille de 5 MBytes. Les utilisateurs de services de positionnement comme swipos, ou d'autres intéressés, peuvent en outre vi-



Fig. 6a: Page d'accueil du portail Internet consacré au changement de cadre de référence avec les quatre domaines thématiques suivants: informations générales, section de téléchargement CHENyx06 et DLL, services de transformation en ligne / REFRAME, visualiseur de données FINELTRA.

sualiser la précision de la transformation pour toutes les régions de la Suisse à l'aide du visualiseur de données FINELTRA et consulter les fiches signalétiques des points d'appui pour la transformation.

Prochaines étapes de développement et perspectives

L'Office fédéral de topographie va soutenir au mieux les producteurs de géodonnées au moment du changement de cadre de référence. L'adaptation des propres

jeux de données géographiques de base de swisstopo au nouveau cadre de référence s'appuiera sur deux piliers:

1. Avec l'introduction du modèle topographique de paysage MTP dès 2008, swisstopo transformera petit à petit en MN95 tant la production que la gestion des données de tous les lots de données géographiques de base. Dans le futur, les géoservices seront disponibles dans les deux cadres de référence.
2. Pour la période transitoire s'étendant jusqu'en 2020 au plus tard, les données géographiques de base pourront



Fig. 6b: Visualiseur de données FINELTRA avec le maillage des triangles, les points d'appui ainsi que la précision empirique de transformation dans la région de Martigny. On peut accéder directement aux fiches signalétiques par l'intermédiaire du service de données sur les points fixes.

être acquises tant dans MN03 que dans MN95, dans la mesure où ces dernières peuvent être transformées simplement, et avec une perte minimale de précision et de qualité dans le cadre de référence originel.

La mensuration officielle transformera également petit à petit ses données dans MN95, jusqu'en 2016 au plus tard (cf. article «Conséquences du nouveau cadre de référence MN95» de Markus Scherrer dans le présent numéro). Le premier canton à introduire le cadre de référence MN95 est le Valais, qui l'a fait le 1^{er} septembre 2005.

Le portail consacré au changement de cadre de référence sera encore étendu au fil des prochains mois: on prévoit surtout des informations sur le transfert de données raster de MN03 vers MN95 et inversement, ainsi que toute une série d'outils pour un changement de cadre de référence efficace. Le centre SIG de swisstopo a par exemple fait développer pour

ESRI ArcGIS 9.2 une ArcToolbox avec l'algorithme FINELTRA: une boîte à outils qui permet la transformation MN03 \rightleftharpoons MN95 directement dans ArcMap. Des outils similaires sont en cours d'élaboration ou ont été déjà développés pour les modules d'application «mensuration officielle».

Prochainement, les cantons seront par ailleurs priés de désigner les territoires qui doivent encore être redressés dans la mensuration officielle. Car le standard de qualité MO93 comprend également l'absence de tensions dans MN95. Dans ce contexte, on peut envisager d'affiner la carte de précision dans le visualiseur de données FINELTRA, dans la mesure où l'on intègre des points de contrôle cantonaux supplémentaires.

Pour pouvoir soutenir les services cantonaux du cadastre, les services spécialisés SIG ainsi que les bureaux d'ingénieurs sur place lors du redressement local, swisstopo projette encore le développement d'un

logiciel TRANSINT-PRO. Il sera compatible avec les mêmes formats de données que REFRAME et comprendra toute une série d'algorithmes de transformation et d'interpolation. A l'heure actuelle, une version préalable est disponible sur demande, sous le nom de FINELTRA-LITE; elle permet de redresser des données à l'aide d'un réseau local de triangles.

Finalement, le centre de compétences DG / MN95 doit être transféré dans une organisation qui prendra le relais et se consacrera essentiellement à la mise en œuvre du changement de cadre de référence. Il est par exemple intéressant de répondre à la question de savoir comment les conditions de cohérence (aussi automatiquement que possible) peuvent être rétablies, conditions perdues suite à la transformation affine ne respectant ni les longueurs ni les angles. La composition de cet organisme n'est pas encore définie à l'heure actuelle. On prévoit toutefois d'intégrer dans le groupe de travail des spécialistes SIG de la Confédération, des cantons et des communes ainsi que des exploitants d'entreprises.

¹ La grille de déformation a été calculée au moyen du logiciel MapAnalyst de Bernhard Jenny de l'Institut de cartographie de l'EPF de Zurich (<http://mapanalyst.cartography.ch>). Tous les autres graphiques et analyses proviennent du module d'application pour l'analyse de la partition en triangles (FINELTRA2ArcGIS) développé par le Centre SIG de swisstopo.

Références:

- Balmer, W., Dräyer Relling S. (2005). Wechsel des Bezugsrahmens LV03 \rightarrow LV95: Standortbestimmung für die Geodaten von swisstopo im Hinblick auf ein Konzept für die Verwaltung von Produkten in den Bezugsrahmen LV95 und LV03. Rapport interne de swisstopo.
- Jenny, B., Weber, A. and Hurni, L. (2007). Visualising the planimetric accuracy of historical maps with MapAnalyst. *Cartographica*, 42-1, p. 89-94.
- Kistler, M., Papafitsorou, A., Marti, U., Ray, J., Vogel, B., Wild, U. and Métraux, C. (2007). Completion of the Swiss National triangular transformation network: Precise transformation between the old reference frame LV03, the new LV95 and global frames. *Swiss Natio-*

Prix de vente de REFRAME et FINELTRA-LITE

Le prix de REFRAME est de 1900 francs (TVA incluse) pour la version complète et de 1000 francs (TVA incluse) comme mise à jour (update) à partir de CHGEO, FINELTRA, HTRANS ou TRANSILI. L'utilisation comme géoservice via l'Internet à l'adresse <http://www.swisstopo.ch/lv95> est gratuite. Les commandes peuvent être passées directement par le biais du TopoShop à l'adresse <http://www.toposhop.ch>.

FINELTRA-LITE est disponible sur demande, exclusivement comme complément (gratuit) à REFRAME.

Remerciements

La réalisation du maillage national des triangles, de REFRAME et du portail Internet sur le changement du cadre de référence n'aurait pas été possible sans le soutien de nombreuses personnes. Les auteurs et swisstopo aimeraient remercier chaleureusement ici les responsables des points fixes des cantons pour l'énorme travail fourni durant plusieurs années, les membres du centre de compétence DG/MN95, le centre SIG ainsi que l'équipe web de COSIG.

On peut obtenir des informations complémentaires sur les logiciels de swisstopo à l'adresse suivante: infogeo@swisstopo.ch

nal Report of Geodetic Activities in the years 2003 to 2007, Swiss Geodetic Commission, p. 17–20.

Marti, U., Nocera R. (2003): FINELTRA: Affine Transformation von Lagekoordinaten und Umrechnung von LV03 in LV95 und umgekehrt. swisstopo Manual 06-d.

Ray, J., Marti U. (2007): REFRAME – Bezugsrahmenwechsel in Lage und/oder Höhe. swisstopo Manual 07-d.

Ray, J., Marti U. (2007): FINELTRA-LITE: Affine Transformation von Lagekoordinaten und Umrechnung von LV03 in LV95 und umgekehrt. swisstopo Manual 06b-d

swisstopo (2006). Neue Koordinaten für die Schweiz: Der Bezugsrahmen LV95. Informationsbroschüre.

swisstopo – Eidg. Vermessungsdirektion (2007): Überführung der amtlichen Vermessung in den Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995 (LV95): Konzept.

Matthias Kistler

Jérôme Ray

Office fédéral de topographie swisstopo

Domaine de la géodésie

Seftigenstrasse 264

CH-3084 Wabern

matthias.kistler@swisstopo.ch

jerome.ray@swisstopo.ch

communication everywhere

MOTOROLA



motcom
communication solutions

Motcom Communication AG
Max Högger-Strasse 2 - 8048 Zürich
T +41 (0)44 437 97 97

www.motcom.ch