

**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:** 112 (2014)

**Heft:** 3

**Artikel:** Introduction du nouveau de cadre de référence MN95 aux CFF

**Autor:** Mautz, R. / Stuby, J.-J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-389478>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

## Introduction du nouveau de cadre de référence MN95 aux CFF

En 2016, les CFF passeront au cadre de référence MN95. En raison des exigences de précision requises par la géométrie de la voie, la transformation ne peut pas être réalisée à l'aide de FINELTRA comme pour la mensuration officielle. La solution prévue s'appuie sur des points de calage propres aux CFF, situés le long du réseau des voies. Mis à part la migration technique des données, le défi consiste à optimiser la transformation de façon à limiter à un minimum les zones où le tracé des voies devra être recalculé.

*Nel 2016 le FFS intendono cambiare il quadro di riferimento, passando alla MU95. A causa degli alti requisiti di precisione per la geometria dei binari, la trasformazione non può avvenire con FINELTRA, in analogia alla misurazione ufficiale. La soluzione prevista si basa su punti di appoggio propri lungo la rete delle linee. Oltre alla commutazione tecnica dei dati, la sfida risiede anche nell'ottimizzare la trasformazione in modo tale che siano necessari pochissimi nuovi tracciamenti.*

R. Mautz, J.-J. Stuby

Sur la base de la Loi sur la géoinformation (LGéo) et ses ordonnances d'exécution du 1er Juillet 2008, la Confédération introduit pour l'ensemble de la Suisse, les nouvelles coordonnées nationales (MN95) basées sur le nouveau cadre de référence MN95. Les cantons et communes sont ainsi aussi contraints de migrer successivement et au plus tard jusqu'en 2016, toutes les géodonnées de base de la mensuration officielle vers le cadre de référence MN95. Etant donné que les points de calage du nouveau cadre de référence MN95 sont basés sur des mesures par satellites, le cadre de référence est considéré comme sans contraintes, les déformations locales historiques très inhomogènes de l'ancien cadre de référence MN03 n'existeront plus.

Les Chemins de fer fédéraux suisse (CFF) ne sont pas soumis à la LGéo, mais ont été impliqués dans le processus de consultation de cette loi, et y ont consenti. Suite à une étude interne, les CFF ont aussi décidé d'adapter leurs données géoréfé-

rencées au nouveau standard. Plusieurs raisons sont à l'origine de cette décision. D'une part, après 2016, sans ce changement, l'échange de données entre les CFF et la mensuration officielle deviendrait laborieux et coûteux. Par ailleurs, après le passage des CFF à MN95, le service de positionnement swipos pourra être utilisé sans qu'il soit au préalable nécessaire de procéder à un calage local pour des applications GNSS (Système de positionnement par satellites) nécessitant une précision centimétrique. Enfin, l'intégration du nouveau cadre de référence dans le référentiel Européen European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) permet une liaison homogène avec les pays voisins de la Suisse.

Le cœur de toutes les données de l'infrastructure des CFF est la base de données des installations fixes (DfA), le plus grand système d'information du territoire (SIT) de Suisse. Jusqu'à présent, toutes les données géographiques de la DfA sont répertoriées dans le cadre de référence MN03. Ces données sont acquises et tenues à jour par divers services (par ex. géomatique, voie ferrée, génie-civil, courant

de traction, installations de sécurité, architecture, etc.). C'est à l'aide d'applications spécifiques – ci-après dénommées systèmes périphériques – que ces données spatiales peuvent être visualisées, importées et exportées. Au total 75 systèmes périphériques, qui utilisent les coordonnées nationales, reliés entre eux par diverses interfaces, ont été identifiés (voir fig. 1). Dans le cadre de la migration, il faudra aussi tenir compte de 2000 projets en cours dans lesquels des données géoréférencées sont traitées hors de la DfA, ainsi que de l'échange de données avec des organisations externes, comme par exemple, la mensuration officielle, des bureaux d'ingénieurs ou d'autres entreprises de transport «concessionnaires». En raison du grand défi informatique que cela représente, le «changement de cadre de référence MN95» a été établi en tant que projet informatique, dans lequel la géomatique revêt seulement le statut de projet partiel. Du côté informatique, le défi consiste principalement à ajouter un 7<sup>ème</sup> chiffre précédant les coordonnées actuelles à 6 chiffres. Dans ce qui suit, on ne parlera pas de la partie informatique, mais uniquement des aspects géodésiques liés au changement de cadre de référence. Pour diverses raisons, le changement de cadre de référence aux CFF, ne peut pas être réalisé de manière analogue à la procédure appliquée par les cantons pour la mensuration officielle. Plus les exigences en matière de précision des données sont élevées, plus les conséquences du changement de cadre de référence sont importantes et plus l'effort à fournir pour la transformation sera grand. Les CFF possèdent un réseau de mensuration d'un haut degré de précision (quelques mm), intégré dans le système de coordonnées nationales. Depuis 1987, le réseau des points fixes des CFF s'appuie sur la mensuration officielle suisse MN03. Cependant, certains tiraillements du réseau MN03 ont déjà été éliminés, de sorte que le cadre de référence actuel des CFF forme un système amélioré, appelé CFF03. Par conséquent, pour le changement de cadre de référence, en appliquant les paramètres FINELTRA (Finite Ele-



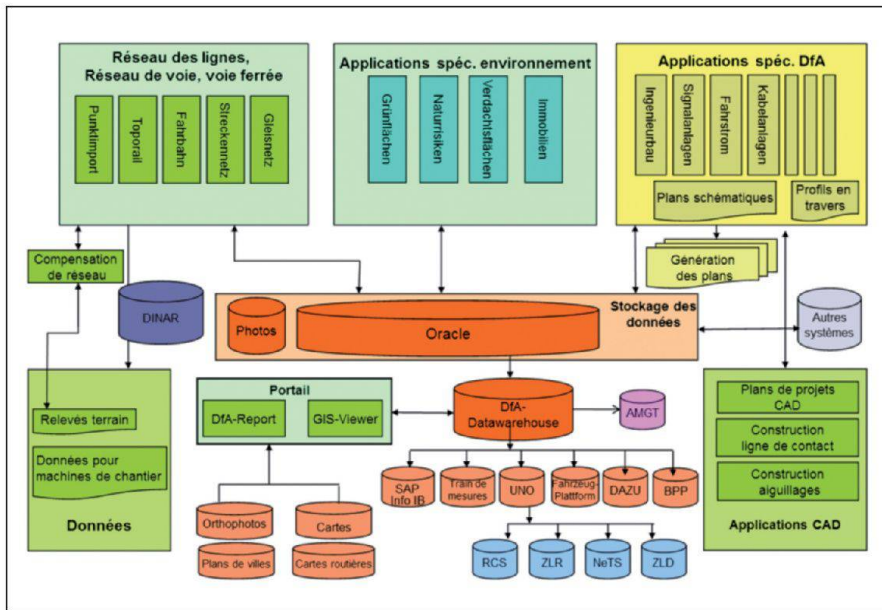


Fig. 1: Représentation schématique simplifiée des systèmes périphériques.

mente Transformation) habituels, on créerait une «sur-paramétrisation».

Néanmoins, il a été examiné si la transformation FINELTRA, basée sur le maillage des triangles CHENyx06, pouvait être utilisée pour le passage de MN03 à MN95. L'analyse de la transformation a démontré que la déformation résultant du réseau des voies se situait en dehors des tolérances CFF. Ces tolérances sont énumérées dans le tableau 1.

Une transformation avec FINELTRA-MN (mensuration nationale) n'est pas envisageable non plus. Les déformations produites par la transformation sont nettement inférieures à celles de CHENyx06, mais en raison de la faible précision de la transformation, les écarts absolus jusqu'à 1–2 dm ne sont pas tolérables.

### Solution des CFF

Les CFF ont développé une nouvelle solution de transformation nommée SwissRailTra95, qui conserve la précision millimétrique de la géométrie de la voie, sans qu'il soit nécessaire de recalculer les tracés. La transformation peut ainsi être automatisée. Cette solution spéciale prend en compte le fait que la transformation ne doit être définie que le long du réseau

des voies des CFF et non sur l'ensemble du territoire.

Il est prévu de définir des points de calage le long de l'ensemble du réseau des CFF espacés de 700 m. Les nouvelles coordonnées nationales MN95 de ces points sont déterminées à l'aide de mesures GNSS  $\sigma = 1$  cm. En même temps, les coordonnées de ces points sont déterminées à  $\sigma = 1$  cm dans le réseau CFF03, ceci au moyen d'une station totale, par station libre en observant 4–6 points fixes CFF voisins.

Les déformations locales peuvent être quantifiées de manière empirique sur la base des deux jeux de coordonnées (MN95 et CFF03), par exemple à l'aide d'une transformation de Helmert. L'espacement optimal entre les points de calage

est directement dépendant des déformations locales du système CFF03.

Pour la définition des paramètres de transformation SwissRailTra95, on crée, le long des axes kilométriques, des points auxiliaires non matérialisés espacés de 150 m dans le système CFF03. Le calcul des coordonnées MN95 de ces points s'opère linéairement entre deux points de calage voisins à l'aide d'une transformation de Helmert (translation-XY, 1 rotation, 1 échelle). Sur la ligne polygonale ainsi obtenue, se produisent des écarts angulaires au droit des points de calage, entre deux transformations de Helmert (voir figure 2). Ces écarts dépassent généralement les tolérances. Cependant, à l'aide d'un léger déplacement transversal de quelques millimètres des points auxiliaires dans le système MN95, les écarts peuvent être répartis. Ces déplacements représentent une tâche d'optimisation, qui consiste à respecter toutes les tolérances conformément au tableau 1. Grâce à une application informatique qui utilise entre autre la méthode des moindres carrés, mise au point par le service géomatique CFF de Lausanne, cette tâche peut être effectuée automatiquement.

Les écarts longitudinaux ne peuvent être que très partiellement et localement corrigés par cette optimisation, mais leur influence sur la qualité du résultat est négligeable.

Les différences entre les coordonnées MN95 modifiées des points de calage et les coordonnées CFF03 sont les paramètres de transformation. Tous les autres points alentours, le long et de part et d'autre de l'axe kilométrique sont inter-

Ecart	Valeur	Justification
Pos. absolue	< 10 mm	Correspond à la précision GPS-RTK et à l'objectif du projet.
Latéral	< 1.5 mm / 100 m	Correspond à la précision atteignable sur le terrain avec une station totale; en cas de plus gros écarts, le tracé devrait être recalculé.
Longitudinal	–	Longitudinalement, l'influence sur le tracé est plus faible que transversalement.

Tab. 1: Tolérances / valeurs limites des CFF pour la transformation du réseau des voies.

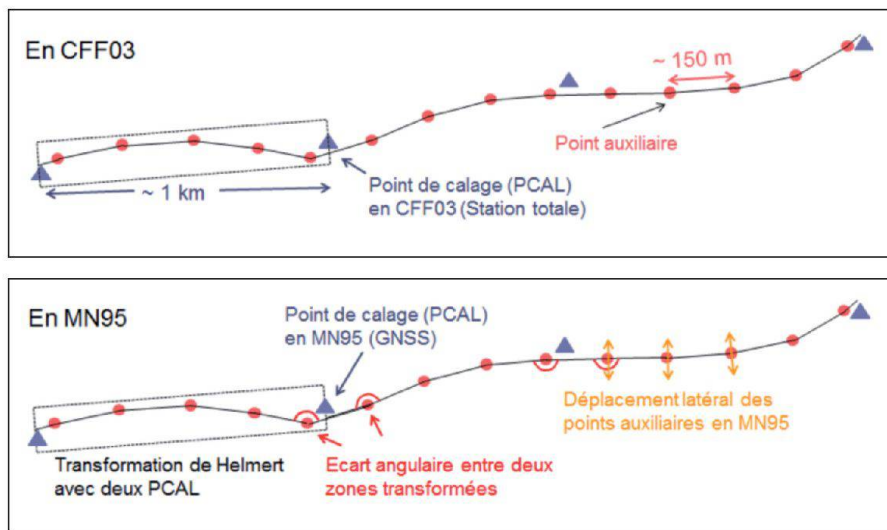


Fig. 2: Représentation schématique de la transformation des voies avec SwissRailTra95.

polés linéairement entre les points auxiliaires. Les zones d'aiguillages, respectivement de gares, sont transformées par blocs entiers à l'échelle 1:1, par translation et rotation uniquement, ainsi elles ne subissent pas de déformation. La transformation sans déformation des aiguillages et des gares est nécessaire, car les aiguillages sont des éléments construits qui ne peuvent pas être modifiés par calcul. De plus, recalculer les zones d'aiguillages nécessiterait un grand investissement. A la limite de ces blocs peuvent surgir, des contraintes assez importantes qu'il s'agit également de répartir. A l'aide de cette méthode de transformation, la géométrie des voies, les repères (des voies) ainsi que l'ensemble des données graphiques et numériques de la DfA peuvent être transformés et migrés vers

MN95. Au cours de la transformation, la longueur des éléments de tracé est adaptée, les rayons des courbes circulaires ainsi que les rayons finaux des courbes de raccordement restent inchangés. Une étude a démontré qu'ainsi, les tolérances exigées peuvent être atteintes en grande partie. Sur env. 1% des zones seulement, un post-traitement sera nécessaire sous forme d'un nouveau calcul de tracé.

Le planning prévoit que le passage à MN95 ait lieu, un jour fixe en été 2016. Les CFF considèrent ce moment comme idéal, car c'est en 2016 que la grande majorité des cantons introduiront le nouveau cadre de référence. Le projet de changement de cadre de référence a déjà débuté en décembre 2013, afin que l'attribution des mandats de mesures puisse aboutir à temps, en tenant compte de la

procédure d'appel d'offres public. Les paramètres de transformation ne pourront être calculés, et la migration réalisée, que lorsque toutes les mesures sur le terrain auront été effectuées.

BLS SA, la plus grande compagnie de chemin de fer privée de Suisse, participe également à ce projet, afin d'effectuer le changement de cadre de référence en même temps que les CFF.

L'équipe du projet « changement de cadre de référence » est persuadée que la méthode de transformation SwissRailTra95 permettra conserver la haute précision millimétrique relative du réseau CFF, tout en garantissant une bonne intégration dans MN95 (écarts max. 2 à 3 cm).

Rainer Mautz  
 Projektleiter Geomatik  
 SBB AG  
 Infrastruktur Projekte Region Ost  
 Fahrbahn Geomatik  
 Vulkanplatz 11, Postfach  
 CH-8048 Zürich  
 rainer.mautz@sbb.ch

Jean-Jacques Stuby  
 Chemins de fer fédéraux suisses CFF  
 Av. de la Gare 41, 1003 Lausanne  
 jean-jacques.stuby@sbb.ch