

Objectif de ce dépliant

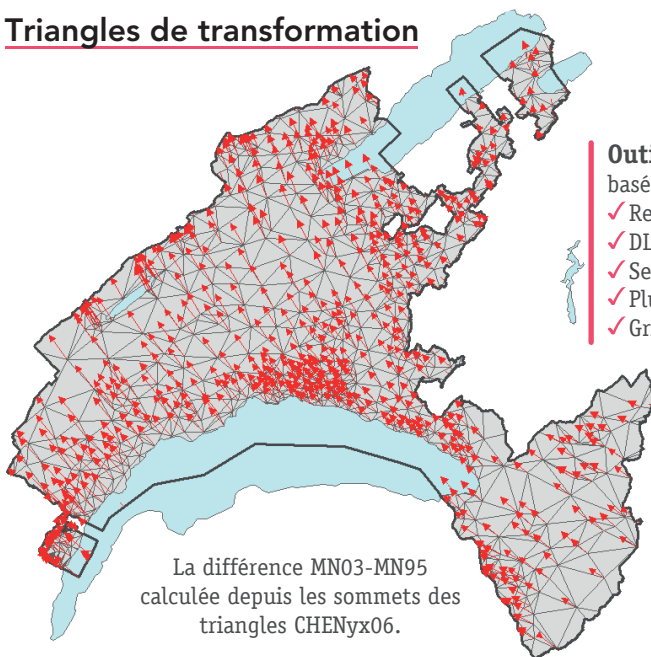
Ce dépliant est le deuxième d'une série de publications de l'Office de l'Information sur le Territoire (OIT) autour du projet MN95. Le premier a été publié en mai 2013 et est intitulé « Lancement du projet ». Vous pouvez télécharger les deux dépliants depuis la rubrique « Publications » de la page internet du projet www.vd.ch/mn95

Par la nature de son contenu technique, il s'adresse principalement aux services techniques communaux et aux gestionnaires communaux (*bureaux de géomètres ou consultants*). Si vous avez plus de questions ou si vous souhaitez échanger, n'hésitez pas à participer aux événements suivants : « 5 à 7 », séminaire et discussion le 9 septembre à Yverdon-les-Bains, cours CF-geo, le 2 octobre à Yverdon-les-Bains et stand « MN95 », le 28 octobre pour les 20 ans de l'ASIT-VD à l'EPFL. Vous trouverez le lien d'inscription sur la page du projet (*colonne de gauche*).

Outils et méthodes de transformation

La Suisse a été divisée en une multitude de triangles intégrant chacun des paramètres de transformation individuels, adaptés aux données locales. Le maillage national des triangles et le jeu de données associé pour la transformation MN03↔MN95, s'appellent **CHENyx06**. Vous pouvez visualiser le maillage national des triangles sur le portail map.geo.admin.ch

Triangles de transformation



Outils de transformation (MN03↔MN95)

basés sur le jeu de données CHENyx06 :

- ✓ Reframe pour GeoSuite
- ✓ DLL Reframe
- ✓ Service REST (m2m)
- ✓ Plug-in Reframe pour Fme
- ✓ Grilles de transformation NTv2

www.pro-geo.ch/wordpress/fr/der-bezugsrahmenwechsel-lv03-lv95-in-der-praxis/MN95 en pratique

www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home/products/software.html
Logiciels géodésiques de swisstopo

www.swisstopo.admin.ch/online
Service de calcul de swisstopo

www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home/products/software/products/chenyx06.html
CHENyx06

www.kkva.ch/fr/downloads/directives_reseignements.asp
Directive GNSS (2010)

www.vd.ch/informations-sur-le-territoire
Flux RSS OIT

MN95

Transformation Méthodes et outils

Buvette MN 95



CADRES ET SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE - MÉTHODE DE TRANSFORMATION
OUTILS DE TRANSFORMATION – PRÉCAUTIONS LORS DU LEVÉ

CALENDRIER PRÉVISIONNEL

N°2

PRÉAMBULE

L'introduction du nouveau cadre revêt une importance cruciale pour les professionnels de la mensuration et des travaux publics, mais aussi pour toute utilisation qui exige une précision meilleure que le mètre.

Le nouveau cadre de référence de la mensuration nationale de 1995 permet une utilisation optimale des technologies de localisation par satellites et offre une précision planimétrique absolue de l'ordre du centimètre. Il permet ainsi de déterminer des coordonnées avec les précisions exigées par la mensuration officielle (MO), sans ajustage local et sans contrainte.

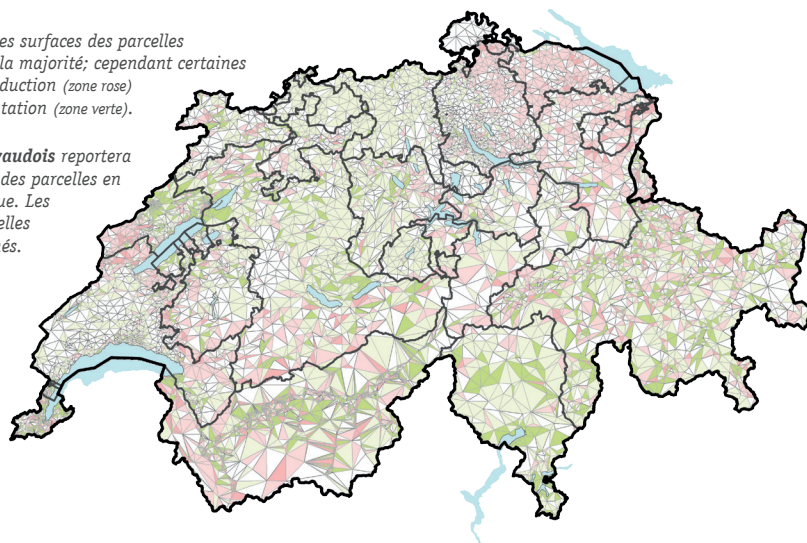
Conséquences de l'introduction du nouveau cadre

La modification des coordonnées après l'introduction du nouveau cadre de référence introduira des changements dans la géométrie des géodonnées. C'est le cas des alignements, des orientations et des surfaces. Les propriétaires fonciers pourraient voir la surface de leurs bien-fonds légèrement modifiée. Le message de la Confédération à ce sujet là est le suivant :

” Dans certains cas exceptionnels, les surfaces calculées à partir de ces coordonnées peuvent enregistrer des modifications minimales (à la hausse ou à la baisse) dues à des différences d'arrondi. De tels écarts extrêmement ténus doivent être tolérés. Aucun recours ne peut être exercé à l'issue du changement de cadre de référence (passage de MN03 à MN95). Les éventuelles adaptations des inscriptions au registre foncier seront effectuées d'office.

Sur le plan national, les surfaces des parcelles sont inchangées pour la majorité; cependant certaines subiront une légère réduction (zone rose) ou une légère augmentation (zone verte).

Le Registre Foncier vaudois reportera les nouvelles surfaces des parcelles en mensuration numérique. Les propriétaires des parcelles réduites seront informés.



CADRES ET SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE

www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home/topics/survey/sys/frames.html

Un cadre de référence est constitué de points fixes et/ou de stations de mesures par satellites (en exploitation permanente) répartis sur l'ensemble du territoire. Le cadre de référence fournit donc un jeu de coordonnées de son réseau qui vient compléter la définition théorique d'un système de référence; permettant ainsi l'exécution de travaux de mensuration ou de géodésie. Outre les cadres de référence suisses, il existe un cadre dont la validité s'étend à l'Europe entière: ETRF93.

ETRF93 (sys. de ref. associé ETRS89)

Ce cadre de référence européen est tridimensionnel et il est basé sur le réseau GPS/GNSS européen EUREF. Il couvre l'intégralité du continent européen et cinq de ses points de référence sont implantés sur le territoire suisse.

CHTRF95 (sys. de ref. associé CHTRS95)

Son système de référence associé CHTRS95, au positionnement global est lié aux systèmes de référence de rang supérieur (européen et international). Il comprend un modèle cinématique et se prête à des travaux de recherche ou à des projets d'infrastructure de grande ampleur.

MN95 (sys. de ref. associé CH1903+)

Est le nouveau cadre de référence tridimensionnel se fondant sur les mêmes points de réseau que CHTRF95. Il sert de base pour les applications de mesures modernes et pour la mensuration officielle dans le futur. La transformation exacte CHTRF95 ↔ MN95 est garantie. Les systèmes de référence suisses modernes (CHTRS95 et CH1903+) se distinguent par une conversion vers les systèmes mondiaux et Européens définie avec précision, de sorte qu'un positionnement absolu d'objets avec une précision centimétrique devient possible.

MN03 (sys. de ref. associé CH1903)

Est l'actuel cadre de référence qui sera remplacé par MN95. Il est basé sur les points fixes planimétriques de premier ordre (PPF1) établis depuis 1903, puis rénovés et mis à jour. Sa densification avec le réseau de second ordre (PPF2) et d'autres points fixes de la MO constitue aujourd'hui la base sur laquelle s'appuient la plupart des travaux de mensuration, des cartes et des plans SIG. Ce cadre de référence a une bonne précision locale de l'ordre du cm. Il ne se prête au positionnement absolu que de manière restreinte en raison des distorsions présentes. Une transformation directe MN95 ↔ MN03 est assurée pour toute la Suisse, grâce au jeu de données «CHENyx06».

Cadres et systèmes de référence Suisse

Cadres de référence	ETRF93	CHTRF95	MN95	MN03
Système de référence	ETRS89	CHTRS95	CH1903+	CH1903
Ellipsoïde	GRS80	GRS80	Bessel 1841	Bessel 1841
Projection	Universal Transverse Mercator (UTM)		Conforme cylindrique à axe oblique	
Utilisation	Programmes scientifiques, tectonique des plaques, etc.		Mensuration, SIG, cartographie, construction, etc.	

Le jeu de données CHENyx06

C'est le jeu de données officiel pour la transformation de coordonnées de MN03 vers MN95. Son élaboration, effectuée en étroite collaboration avec les services cantonaux de mensuration, a été achevée fin 2006.

La Suisse a été divisée en une multitude de triangles intégrant chacun des paramètres individuels de transformation, adaptés aux données locales. Les sommets de ces triangles sont appelés PAT (Points d'appui pour la transformation).

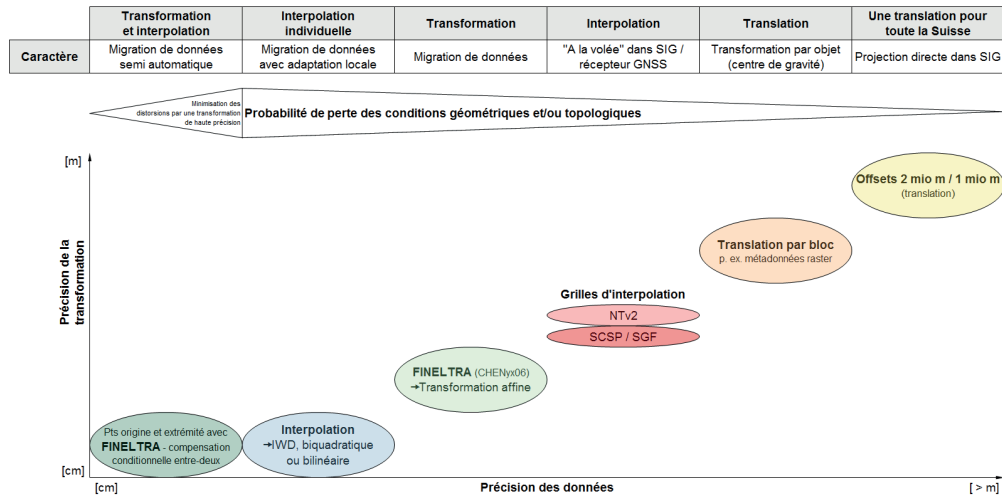
PAT

Les points d'appui pour la transformation avec, entre autres, les stations AGNES et les points MN95, représentent les points de mensuration majeurs de la Suisse, car ils ont des coordonnées mesurées de façon précise dans MN03 et MN95. Les coordonnées de tous les PAT dans les deux cadres de référence peuvent être consultées sur Internet depuis <http://map.geo.admin.ch>.

MÉTHODE DE TRANSFORMATION

Choix de la méthode

La précision des données considérées conditionne la méthode à utiliser : Pour des géodonnées d'une précision approchant le décimètre, il peut être avantageux de choisir une méthode plus simple que FINELTRA/CHENyx06, comme par exemple une grille d'interpolation régulière, compatible avec la plupart des logiciels SIG et récepteurs GPS/GNSS. Pour une précision approchant le mètre, une translation par bloc permettra de conserver des conditions géométriques telles qu'angles droits ou alignements, ou alors de s'affranchir d'un coûteux ré-échantillonnage pour des données raster. Pour plus de détail concernant le choix de la méthode suivant la précision requise, veuillez consulter le schéma suivant :



Application	Données SIG avec structure en réseau et conditions géométriques de haute précision requises	Données de référence avec très hautes exigences de précision (au voisinage) comme p.ex. en MO	Mensuration officielle Données SIG "précises"	Données SIG de précision < 1 dm Mesures GNSS avec station de référence locale	Données SIG de précision = dm Données raster avec taille de pixel = dm	Données SIG de précision = m Données raster avec taille de pixel = m
Outils	SwissRailTra95 (CFE - en développement)	GEOSUITE avec module TRANSINT	REFRAME (Online/GeoSuite) Service swipos MN03-LN02	Grille de transformation	REFRAME (transformation de métadonnées raster)	Moteur de projection intégré à un système SIG

© swisstopo - www.pro-geo.ch/wordpress/wp-content/uploads/2013/04/Abb3-FR.png

La méthode FINELTRA basée sur CHENyx06

Il s'agit d'une transformation affine par éléments finis : algorithme «FINELTRA». Les distorsions sont modélisées par des transformations affines locales. Pour chaque triangle, dont les sommets (*points d'appui à la transformation PAT*) sont connus à la fois dans MN03 et MN95, s'applique un ensemble de paramètres de transformation affine.

En pratique

La transformation FINELTRA est disponible en ligne et est implémentée dans la plupart des logiciels professionnels utilisés dans la MO. Elle est implémentée également dans différents applicatifs SIG ainsi que dans le logiciel de transformation de données FME (Feature Manipulation Engine).

La transformation par grille (conversion de FINELTRA en grille)

A partir de l'enregistrement des différences entre les coordonnées en MN03 et les coordonnées en MN95 pour une grille régulière, les différences pour les points quelconques sont interpolées à partir de cette grille. C'est la méthode NTv2 utilisée dans la plupart des systèmes d'information géographiques (SIG). D'autres types de formats sont disponibles tels Leica SCSP ou Trimble SGF pour les récepteurs GPS/GNSS.

Transformation par bloc

C'est une méthode approximative permettant de conserver la géométrie locale, en effectuant seulement une translation d'un objet (*ou d'un groupe d'objets*). Elle est recommandée pour les données très localisées ou de faible précision (métriques), elle convient également pour la transformation des données raster.

Transformation de données raster

Le ré-échantillonnage est un processus lourd, long et gourmand en ressources (CPU). Il engendre également une perte de qualité. Par contre, la transformation des métadonnées (par bloc) est une opération simple et ne produit aucune perte de qualité. Elle suffit dans la majorité des cas.

OUTILS DE TRANSFORMATION

www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home/products/software/products.html

Les solutions de swisstopo

GeoSuite est la nouvelle «boîte à outils géodésique» de swisstopo destinée à remplacer la majorité des programmes actuels. Elle permet entre autres le multitâche, le travail en arrière-plan, le traitement par lots, le paramétrage des calculs et le calcul des résidus. Elle offre également une visualisation graphique avec possibilité d'export SIG/DAO.

REFRAME (pour GeoSuite) est l'outil de changement de cadre de référence planimétrique (ETRF93, MN95 et MN03) et de cadre de référence altimétrique (Les hauteurs ellipsoïdales, les altitudes orthométriques RAN95 et les altitudes usuelles NF02). Il traite plusieurs formats (LTOP, SHP, DXF, INTERLIS, ADALIN, Topobase, Texte/CSV ...).

Plug-in REFRAME pour FME - C'est un outil gratuit pour le changement de cadre de référence planimétrique (MN95 ↔ MN03) et de cadre de référence altimétrique (Bessel ↔ RAN95 ↔ NF02). Le Plug-in FME a certains avantages, dont la possibilité de traitement de nombreux formats de fichiers, la transformation raster par re-échantillonnage. Il peut également être intégré dans des projets («workbenches») complexes.

DLL REFRAME est une bibliothèque gratuite pour développeurs. Toutes les transformations de REFRAME y sont intégrées et peuvent être utilisées sans aucune formule. Elle est déjà intégrée dans de nombreuses solutions (ESRI ArcMap (con terra), Geocom GEONIS, Autodesk Topobase, FME, ...).

Le service REST (REpresentational State Transfer), permet d'intégrer des transformations de coordonnées (y compris WGS84) dans les outils personnels ou services Web. Il est conseillé pour un usage m2m (*machine to machine*), pour les calculs automatisés et pour les traitements par lots. Le calcul est basé sur la DLL REFRAME.

Le service de calcul en ligne - www.swisstopo.ch/online - est gratuit et semblable à la version GeoSuite, il permet le changement de cadre de référence planimétrique et altimétrique. Il traite différents formats de fichiers (LTOP, Shape, DXF, INTERLIS, ADALIN, Topobase, CSV/Texte) et des tailles de fichiers jusqu'à 25 Mo.

Le jeu de données CHENyx06 pour FINELTRA est gratuit et il est intégré dans tous les logiciels swisstopo permettant d'effectuer la transformation entre MN03 et MN95.

Le jeu de données CHENyx06 peut toutefois être téléchargé séparément, en tant que complément ou mise à jour pour les anciens programmes, ou pour des produits tiers offrant la possibilité d'intégrer la transformation FINELTRA.

Pour une utilisation avec des récepteurs GPS/GNSS, une version du jeu de données CHENyx06 est également disponible directement auprès des revendeurs.

La grille régulière CHENyx06 au format NTV2

est disponible sous la forme d'une grille régulière établie pour la Suisse avec une résolution de 30 x 30 secondes d'arc. La précision de l'interpolation dans une grille est néanmoins légèrement inférieure à la transformation rigoureuse avec l'algorithme FINELTRA. Elle est disponible pour une utilisation avec des récepteurs GPS/GNSS ou avec des logiciels SIG.

Les solutions tierces

Il existe des solutions tierces qui intègrent Reframe, NTV2 ou Transint pour certains produits SIG ou outils tels : Autodesk Topobase, Geocom GEONIS, GeoConcept, GeoMedia (NTV2), ESRI ArcMap (NTV2 ou Reprojector de INSER/con terra), FME (NTV2 ou Reprojector de swisstopo), infoGrips GeoShop...

PRÉCAUTIONS À OBSERVER LORS D'UN LEVÉ DE TERRAIN

www.kkva.ch/de/downloads/richtlinien/gnss_dez2010/KKVA-GNSS-RiLi-f-Dezember2010.pdf

Au niveau Suisse, l'utilisation d'instruments précis est susceptible de mettre en évidence des contraintes locales dans le réseau de points fixes, ainsi que dans les données se basant sur la mensuration officielle. Après le passage au nouveau cadre de référence MN95, certains réseaux resteront hétérogènes et empreints de tiraillements entre points voisins et points de rattachement, de sorte que les tolérances actuelles en MN03 ou futures en MN95, ne peuvent ou ne pourront être atteintes. Dans ces cas là, les zones de tensions locales doivent être localisées et corrigées le cas échéant en effectuant des adaptations locales lors des mises à jour ou des renouvellements.

Le canton de Vaud dispose d'un réseau de points fixes de qualité, si bien que les mensurations numériques récentes sont, en majorité, exemptes de contraintes locales (des adaptations locales ont été requises et effectuées pour la commune de St Georges). Par contre, une partie importante du territoire cantonal est encore couverte par des mensurations numérisées dont la qualité ne sera pas améliorée après le basculement à MN95. Il faudra, dans l'attente de nouvelles mensurations numériques officielles, continuer de s'intégrer localement dans les données numérisées pour réaliser les travaux dans ces secteurs. Pour ces raisons, le canton de Vaud renonce, pour le moment, à définir les zones où les «Tensions sont négligeables».

Adaptation locale

La procédure d'adaptation locale (*par ex. Helmert, interpolation ...*) ne doit être appliquée que dans les zones à fortes contraintes locales; soit où CHENyx06 ne suffirait pas ou dans les cas où les exigences de précision selon OTEMO ne pourraient pas être atteintes. Celle-ci consiste à caler les mesures sur des points de rattachement scrupuleusement choisis, dont les coordonnées sont disponibles en MN03 et mesurées en MN95.

Le choix de la méthode de calcul dépendra des résidus observés ou de la précision souhaitée : une transformation de similitude comme « Helmert » est généralement efficace en présence d'écarts homogènes, alors qu'un redressement local par interpolation est requis pour une haute précision ou en cas de résidus hétérogènes.

TRANSINT (pour GeoSuite)

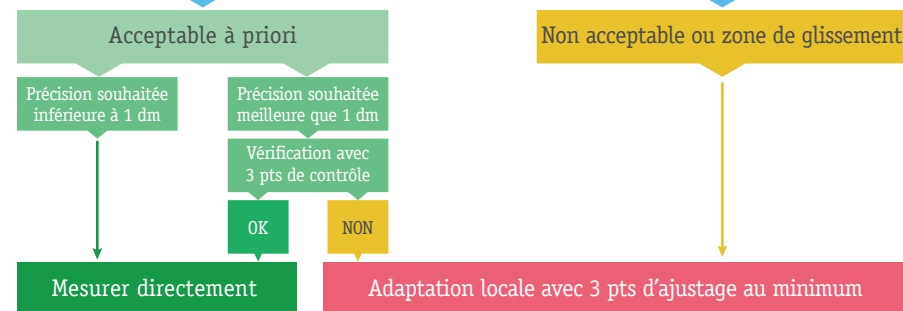
est l'outil qui permet la transformation et/ou interpolation; il est plus approprié pour les adaptations locales en utilisant différentes méthodes (Transformation, interpolation, moyenne pondérée, maillage triangulaire (FINELTRA), grille d'interpolation).

Pour les ajustages locaux, les récepteurs GPS/GNSS offrent divers outils embarqués. Lorsqu'une méthode plus poussée et plus fine doit être appliquée, le logiciel swisstopo TRANSINT peut être utile pour les calculs au bureau.

Configurer le récepteur

Choisir le cadre de référence (MN95-RAN95-NF02 ou MN03-NF02) / service swipos

Selon la précision de la transformation MN95/MN03

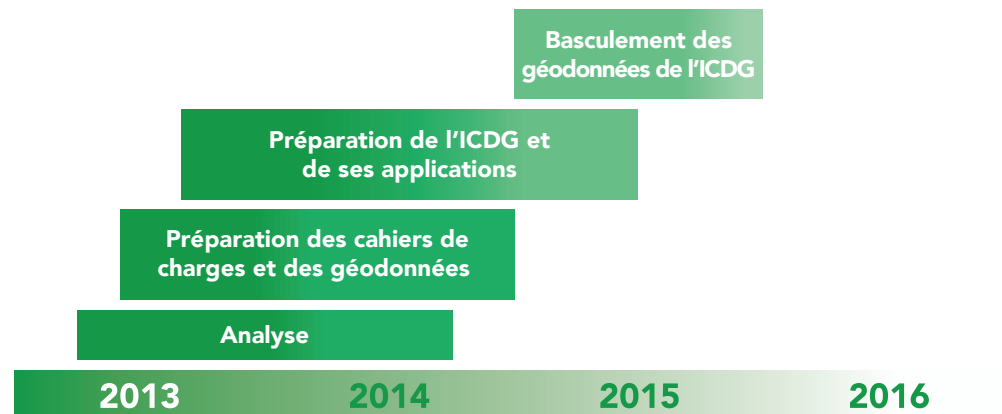


Particularités du service swipos en MN03

L'une des subtilités de l'utilisation de swipos MN03/NF02 est que la différence MN95-MN03 est calculée à partir des coordonnées du récepteur obtenues lors de l'initialisation de la connexion. Cette différence n'est mise à jour que lorsque le récepteur s'est déplacé d'au moins un kilomètre, ou alors lorsqu'une nouvelle initialisation de connexion est effectuée manuellement. Ainsi, lors d'observations opérées dans un périmètre réduit, la transformation MN03-MN95 peut ne plus être exacte, par exemple si le récepteur a « changé » de triangle CHENyx06 ou s'est fortement éloigné d'un de ses sommets.

En fonction de la précision requise et de la géométrie de CHENyx06 à l'emplacement des mesures, il convient de réinitialiser régulièrement la connexion swipos. Swipos MN03 ne peut pas être utilisé si la qualité de la transformation FINELTRA n'est pas suffisante à cause de l'existence de fortes contraintes locales.

CALENDRIER PRÉVISIONNEL



Vous pouvez suivre le projet depuis sa page Internet www.vd.ch/mn95