



Résultats de l'enquête sur les informations altimétriques utilisées en Suisse en vue d'un éventuel changement du système et cadre de référence altimétrique

Elisa Borlat
Yves Deillon
Août 2023

Informations administratives relatives à l'impression

Veillez noter que le présent rapport technique n'adopte pas l'écriture inclusive. Les termes et expressions utilisés ici visent à maintenir la cohérence et la simplicité dans la communication technique.

Photo de couverture : Echelle limnimétrique en fonction dans le lac de Neuchâtel (E. Senn)

Management summary

Pour la plupart des utilisateurs de données altimétriques, la notion d'altitude est basée sur une définition univoque, absolue et constante dans le temps qui se traduit généralement sous la forme d'une valeur numérique pour un objet géométrique. La réalité est quelque peu différente et plus abstraite car la notion d'altitude repose sur plusieurs définitions purement géométriques ou physiques mais également sur les mouvements de l'écorce terrestre (soulèvement des Alpes). Ces définitions prennent toujours plus d'importance en raison des évolutions technologiques, notamment les capacités toujours plus performantes de détermination des altitudes par des observations GNSS.

La Suisse possède deux principaux types d'altitudes :

- **NF02** : altitude officielle de la Suisse basée sur des altitudes usuelles déterminées il y a plus de cent ans (fin du XIXème / début du XXème siècle) sur la base d'un réseau de nivellement géométrique sur l'ensemble de la Suisse avec une référence altimétrique fixée sur la Pierre du Niton dans la rade de Genève.
- **RAN95** : altitude rigoureuse de type physique, qui n'a jamais été officiellement introduite en Suisse. Ce système a été établi dans le cadre de la nouvelle mensuration nationale MN95 et a été utilisé pour la réalisation du modèle de géoïde CHGeo2004, la transformation altimétrique RAN95 vers NF02 (HTRANS) et la construction des tunnels AlpTransit.

La perspective proche de détermination GNSS avec une précision altimétrique de l'ordre du centimètre nécessite d'envisager l'introduction d'un système et cadre de référence altimétrique rigoureux pour la Suisse, à l'image, notamment, d'initiatives analogues dans d'autres pays européens.

Dans ce contexte, la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) par son institut d'ingénierie du territoire, en étroite collaboration avec l'Office fédéral de topographie swisstopo, a lancé une étude sur la modernisation du système et cadre de référence altimétrique en Suisse, dénommée **swiss height system**.

Une partie de cette étude consiste à établir les caractéristiques principales des informations altimétriques, analogiques et digitales existantes, liées à un éventuel changement du système et cadre de référence altimétrique en Suisse, en établissant un questionnaire technique qui vise l'ensemble des utilisateurs d'informations altimétriques en Suisse, respectivement les acteurs concernés par la problématique en question.

Les principaux constats de cette enquête sont les suivants :

- plus de 90% des géodonnées altimétriques utilisées se trouvent sous forme numérique,
- plus de 90% des géodonnées altimétriques sont traitées et gérées dans le cadre de référence altimétrique officiel NF02,
- environ 40% des géodonnées altimétriques sont acquises aujourd'hui, éventuellement mises à jour, à partir de dispositifs globaux comme les systèmes GNSS puis « dégradées » dans le cadre de référence altimétrique NF02,
- pour plus de 80% des produits altimétriques, une précision altimétrique supérieure au cm est suffisante, valeur dont l'ordre de grandeur correspond à la précision altimétrique probable des dispositifs GNSS, ces prochaines années.

De plus, l'enquête permet de disposer d'un inventaire des types de problèmes attendus par les gestionnaires et utilisateurs de géodonnées altimétriques en cas d'introduction d'un nouveau système de référence altimétrique en Suisse.

Cette démarche d'enquête permet également d'informer les principaux gestionnaires et utilisateurs de données altimétriques sur les évolutions technologiques annoncées dans ce domaine et de les sensibiliser à un éventuel changement de système et cadre de référence altimétrique.

La présente publication développe donc la démarche suivie pour cette enquête et expose ses résultats détaillés. Les principaux résultats de cette enquête confirment la nécessité de poursuivre les investigations en lien avec une modernisation du système altimétrique en Suisse.





Table des matières

1	Contexte	7
2	Questionnaire mis en place	9
3	Diffusion et collecte du questionnaire	10
3.1	Publics cibles et stratégie de diffusion	10
3.1.1	<i>Administrations publiques</i>	10
3.1.2	<i>Hautes écoles et instituts de recherche</i>	10
3.1.3	<i>Associations et fondations professionnelles</i>	11
3.1.4	<i>Grands gestionnaires et constructeurs d'infrastructures importantes</i>	11
3.1.5	<i>Bureaux d'ingénieurs et d'architectes</i>	11
3.2	Période de l'enquête	11
4	Résultats de l'enquête	12
4.1	Analyse statistique de l'échantillon	12
4.2	Caractéristiques des répondants	12
4.2.1	<i>Répartition entre publics cibles</i>	12
4.2.2	<i>Intérêt à participer à l'enquête et à connaître ses résultats</i>	13
4.2.3	<i>Fréquence d'utilisation des données altimétriques par les répondants</i>	14
4.3	Importance croissante des informations altimétriques et méthode de détermination	15
4.4	Inventaire des produits altimétriques	15
4.4.1	<i>Classification des produits altimétriques</i>	16
4.4.2	<i>Format des produits altimétriques</i>	17
4.4.3	<i>Cadre de référence planimétrique des produits altimétriques</i>	18
4.4.4	<i>Cadre de référence altimétrique des produits altimétriques</i>	18
4.4.5	<i>Volume des géodonnées altimétriques</i>	19
4.4.6	<i>Précision altimétrique des produits altimétriques</i>	19
4.4.7	<i>Processus de mise à jour des produits altimétriques</i>	20
4.4.8	<i>Gestion des référentiels altimétriques des produits altimétriques</i>	20
4.5	Types de problèmes liés au changement de système de référence altimétrique	21
5	Conclusions	23
	Abréviations	24
	Liste des Figures	26
	Annexe 1 : Problèmes potentiels, commentaires et questions ouvertes en cas d'introduction d'un nouveau système de référence altimétrique	27





1 Contexte

La notion d'altitude n'est pas basée sur une seule définition univoque, absolue et constante dans le temps, comme pourrait l'appréhender dans un premier temps un utilisateur habituel de données altimétriques, mais elle repose dans la pratique sur plusieurs définitions purement géométrique ou de façon physique mais également sur les mouvements de l'écorce terrestre.

Seules les altitudes dites physiques – c'est-à-dire qui prennent en compte le champ de pesanteur terrestre – répondent aux exigences des besoins de la pratique et permettent de combiner des mesures émanant de techniques différentes, en particulier de déterminations relatives comme du nivellement et de déterminations absolues comme les mesures GNSS¹.

La Suisse possède deux principaux types d'altitude :

- **NF02** : altitude officielle de la Suisse basée sur des altitudes usuelles déterminées il y a plus de cent ans (fin du XIX^{ème} / début du XX^{ème} siècle) sur la base d'un réseau de nivellements géométriques sur l'ensemble de la Suisse avec une référence altimétrique fixée sur la Pierre du Niton dans la rade de Genève.
- **RAN95** : altitude rigoureuse de type physique, qui n'a jamais été officiellement introduite en Suisse. Ce système a été établi dans le cadre de la nouvelle mensuration nationale MN95 et a été utilisé pour la réalisation du modèle de géoïde CHGeo2004, la transformation altimétrique RAN95 vers NF02 (HTRANS) et la construction des tunnels AlpTransit.

Les principales différences entre les altitudes officielles NF02 et un système orthométrique rigoureux comme RAN95 sont :

- les altitudes usuelles NF02 sont une forme d'altitudes non rigoureuses qui comportent, en raison des simplifications des procédures de détermination altimétrique de l'époque, une erreur correspondant à un facteur d'échelle de l'ordre de 100 ppm de dénivelée (1 cm / 100 m de dénivelée),
- les mouvements verticaux de la Suisse (soulèvement des Alpes) ne sont pas considérés dans NF02, ce qui induit des erreurs de l'ordre de 10 à 20 cm depuis le début du XX^{ème} siècle,
- les manquements des mesures de l'époque sur lesquelles se basent NF02 conduisent à des erreurs supplémentaires de 10 à 20 cm à l'échelle de la Suisse.

Près des lignes de nivellement, on dispose avec NF02 d'une précision relative de l'ordre du mm/km

La partie I – Fondamentaux, état de l'art et comparaison internationale – de l'étude sur la modernisation du système et cadre de référence altimétrique en Suisse, publiée par l'Office fédéral de topographie, présente les principaux éléments techniques et enjeux des systèmes altimétriques en Suisse ².

La perspective proche de détermination GNSS avec une précision altimétrique de l'ordre du centimètre, au moyen de capteurs GNSS dont les évolutions sont rapides, nécessite d'envisager l'introduction d'un système et cadre de référence altimétrique rigoureux pour la Suisse – à l'image, notamment, d'initiatives analogues dans d'autres pays européens. Nous proposons au lecteur d'écouter l'interview mené avec le professeur de géodésie de l'ETHZ Markus Rothacher ³.

En effet, dans le contexte précité, le maintien du système NF02 pourrait conduire à :

- l'introduction d'un système de référence altimétrique rigoureux imposé de facto par des services de géopositionnement GNSS, largement diffusés et utilisés par les professionnels et la société civile, vu leur précision progressivement suffisante et leur grande efficacité par rapport à des mesures relatives,
- un manque de préparation pour la définition d'un nouveau système et cadre de référence altimétrique pour la Suisse, un manque de sensibilisation des professionnels et utilisateurs de données altimétriques et un manque d'anticipation pour la modélisation et la transformation des données altimétriques existantes et de formalisation des nouvelles bases légales au niveau de la Confédération et des cantons,
- un fort risque de confusion et d'erreurs à terme entre les altitudes officielles basées sur NF02 et les altitudes déterminées par des services de géopositionnement GNSS.

1 GNSS est l'abréviation de « Global Navigation Satellite System » et est le sigle standard pour désigner les principaux systèmes de navigation par satellite, soit le GPS (États-Unis d'Amérique), Galileo (Union européenne), GLONASS (Russie) et Beidou (Chine).

2 <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/wp-content/uploads/2023/03/nouveausystemealtimetric-report22-07-swisstopo-partie1-FR.pdf>

3 <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/video3-fr/>



Dans le contexte précité, la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) par son institut d'ingénierie du territoire, en étroite collaboration avec l'Office fédéral de topographie swiss-topo, a lancé une étude sur la modernisation du système et du cadre de référence altimétrique en Suisse, dénommée **swiss height system** ⁴.

Une partie de cette étude consiste à établir les caractéristiques principales des informations altimétriques existantes, analogiques et digitales, liées à un éventuel changement du système et cadre de référence altimétrique en Suisse, en établissant un questionnaire technique qui vise l'ensemble des utilisateurs d'informations altimétriques en Suisse, respectivement les acteurs concernés par la problématique en question.

Ce questionnaire permet également d'informer les principaux gestionnaires et utilisateurs de données altimétriques sur les évolutions technologiques annoncées dans ce domaine et de les sensibiliser à un éventuel changement de système et cadre de référence altimétrique.

La présente publication comprend les résultats de cette enquête et les limitations d'une telle démarche.

4 <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/>



2 Questionnaire mis en place

En préambule, il y a lieu de préciser que la grande disparité des utilisateurs de géodonnées, des produits altimétriques et des situations organisationnelles et techniques selon les régions de Suisse ne permet pas de mettre en place une enquête avec une approche fortement normalisée et statistique.

Ainsi, une enquête descriptive a été privilégiée, permettant aux répondants du questionnaire de disposer de la liberté nécessaire pour répondre en fonction de leur situation particulière et de favoriser la formulation de leurs avis sur les aspects de cette problématique.

Le questionnaire, formulé en allemand, en français et en italien, est essentiellement technique. Il a été conçu de manière numérique afin de permettre son remplissage via une consultation internet. Son contenu peut être visualisé sur le site du projet, sous la forme d'un fichier pdf ⁵.

Il est divisé en quatre parties :

- la première partie est une introduction qui permet aux publics cibles de comprendre les objectifs du questionnaire et le contexte dans lequel il s'inscrit,
- la seconde partie permet de déterminer les coordonnées de l'organisation interviewée ;
- la troisième partie est l'inventaire des produits altimétriques gérés, respectivement utilisés, leurs caractéristiques et leurs modes de gestion,
- finalement, la dernière partie permet de recenser l'ensemble des opinions des populations cibles interviewées quant aux tendances des déterminations altimétriques ainsi que les éventuels problèmes techniques et organisationnels qui pourraient survenir en cas d'introduction d'un nouveau système et cadre de référence altimétrique en Suisse.

The figure consists of two screenshots from an online questionnaire. The left screenshot, titled 'Inventaire des produits altimétriques', is a header page with logos for HEIG-IG (Institut d'ingénierie du territoire), INSIT, and the Swiss Confederation (Schweizerische Eidgenossenschaft, Confédération suisse, Confederazione Svizzera, Confederaziun svizra). It also lists the Swiss Topographic Office (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Office fédéral de topographie swisstopo, Ufficio federale di topografia swisstopo, Uffizi federal da topografia swisstopo). The main text states the purpose of the inventory and lists characteristics to be recorded for each product: Format, Reference frame (planimetric or altimetric), Volume of data, Average altimetric precision, Update status, and Management mode. The right screenshot, titled 'Importance croissante des informations altimétriques et de leur méthode de détermination', asks 'Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?' (To what extent do you agree with the following statements?). It contains three statements, each followed by a Likert scale from 'Pas d'accord du tout' (Not at all) to 'Tout à fait d'accord' (Completely agree), with a 'Pas concerné' (Not concerned) radio button option. The statements are: 1. 'Ces vingt dernières années, l'utilisation des données altimétriques, respectivement des objets précis en 3D, a considérablement augmenté.' (Over the last 20 years, the use of altimetric data, respectively precise 3D objects, has increased considerably.); 2. 'Dans les études et la réalisation de projets' (In studies and project implementation); 3. 'Dans la gestion d'infrastructures' (In infrastructure management); 4. 'Ces vingt dernières années, la part de données altimétriques acquises directement dans un système global a augmenté.' (Over the last 20 years, the share of altimetric data acquired directly in a global system has increased.).

Figure 2-1 : Extraits (copies d'écran) du questionnaire en ligne

5 <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/wp-content/uploads/2022/07/questionnaire-fr-imp-20220706.pdf>

3 Diffusion et collecte du questionnaire

3.1 Publics cibles et stratégie de diffusion

L'enquête technique réalisée dans le cadre du projet **swiss height system** vise l'ensemble des utilisateurs d'informations altimétriques en Suisse, respectivement les principaux acteurs concernés par un éventuel changement du système et cadre de référence altimétrique. Sa diffusion a pour objectif d'être la plus exhaustive possible, en particulier pour la partie sur l'inventaire des données altimétriques en Suisse.

Les publics cibles ont été classés selon les cinq catégories suivantes :

- Administrations publiques (fédérales, cantonales et communales)
- Hautes écoles et instituts de recherche
- Associations et fondations professionnelles
- Grands constructeurs et gestionnaires d'infrastructures importantes sises sur le territoire
- Bureaux d'ingénieurs et d'architectes

Le nombre de répondants de l'ensemble des publics cibles a été estimé à environ 500 entités.

La stratégie de diffusion du questionnaire a été de contacter les unités de gestion générales (secrétariats généraux, organisations faïtières) pour atteindre ensuite les unités particulières ou membres selon leurs activités (approche *top to down*).

3.1.1 Administrations publiques

Neuf offices fédéraux qui travaillent potentiellement avec des données altimétriques ont été sollicités pour répondre à l'enquête :

- Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse
- Office fédéral de la statistique (OFS)
- Institut fédéral de métrologie METAS
- Office fédéral des transports (OFT)
- Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)
- Office fédéral de l'énergie (OFEN)
- Office fédéral des routes (OFROU)
- Office fédéral de l'environnement (OFEV)
- Office fédéral du développement territorial (ARE)

A l'échelon cantonal, tous les services cantonaux en charge des systèmes d'information géographique (SIG), de la mensuration officielle (MO), du cadastre des restrictions de droit public à la propriété foncière (RDPPF) et du cadastre des conduites souterraines, selon la liste publiée par la Conférence des services cantonaux de la géoinformation et du cadastre (CGC), ont été interpellés pour remplir le questionnaire.

Concernant les administrations communales, seules les grandes communes ayant le statut de Ville ont été contactées. Ce choix se justifie par le fait que le questionnaire a une forte orientation technique qui demande des compétences dans le domaine de la géomatique. Généralement, les petites communes ne disposent pas forcément de telles compétences.

3.1.2 Hautes écoles et instituts de recherche

Les Hautes écoles et instituts de recherche ont été sollicités au travers de différents contacts (professeurs, chercheurs, doctorants, etc.) pour répondre à l'enquête. Il s'agit des organisations suivantes :

- Ecole polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ)
- Haute Ecole Spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW)
- Université de Zurich (UZH)



3.1.3 Associations et fondations professionnelles

Les membres des associations et fondations professionnelles suivantes ont été sollicités pour répondre à l'enquête :

- Société suisse des ingénieurs et architectes (SIA)
- Swiss Engineering
- Société suisse de géomatique et de gestion du territoire (GEOSUISSE)
- Société suisse de photogrammétrie et de télédétection (SSPT)
- Société suisse de cartographie (SGK)
- Groupement professionnel des ingénieurs en géomatique Suisse (GEO+ING)
- Professionnels Géomatique Suisse (PGS)

3.1.4 Grands gestionnaires et constructeurs d'infrastructures importantes

Les sociétés ayant pour mission de construire de grandes infrastructures et/ou de gérer des infrastructures importantes situées sur un large territoire ont été sollicitées pour répondre à l'enquête :

- Union des Villes Suisses (UVS)
- swisspower
- CFF
- Poste
- Swisscom
- Salt
- Sunrise

3.1.5 Bureaux d'ingénieurs et d'architectes

Les bureaux d'ingénieurs et d'architectes ont été sollicités via une newsletter spécialisée diffusée par l'organe faîtière de la SIA à l'ensemble de leurs membres.

De même, les bureaux d'ingénieurs-géomètres suisses ont été informés par leur organisation faîtière (IGS) via un mailing spécifique.

3.2 Période de l'enquête

L'enquête a été ouverte sur une période d'environ trois mois, du 6 juillet au 23 septembre 2022. Le tableau, ci-après, résume les dates clés des étapes de l'enquête.

Ouverture de l'enquête	6 juillet 2022
Premier envoi par e-mail	6-9 juillet 2022
Relance par e-mail	17-18 août 2022
Parution article dans la revue Cadastre	26 août 2022
Fermeture du questionnaire	23 septembre 2022



4 Résultats de l'enquête

Les résultats de cette enquête sont présentés dans le présent chapitre en structurant son contenu selon les éléments ci-après :

- la question posée,
- la synthèse des résultats sous forme de graphique,
- des commentaires éventuels sur la question et les résultats obtenus.

Une synthèse des résultats est développée dans les conclusions du rapport.

4.1 Analyse statistique de l'échantillon

L'objectif principal de l'analyse de l'échantillon des participants au questionnaire par rapport à la population étudiée est de pouvoir extrapoler les données qualitatives et quantitatives résultant de l'enquête.

Nombre de réponses : 111

Pourcentage par rapport au nombre potentiel de répondants estimé à 500 entités : 22%.

Commentaires :

La taille de l'échantillon des participants est relativement faible malgré plusieurs relances auprès des répondants potentiels. Toutefois, la répartition géographique des réponses est suffisamment homogène sur l'ensemble de la Suisse, avec la participation de 21 cantons sur 26 ainsi que la Principauté du Liechtenstein. Les cinq cantons manquants, à l'exception d'un cas, sont des petits cantons qui ont des situations assez semblables par rapport à des cantons ayant documenté le questionnaire.

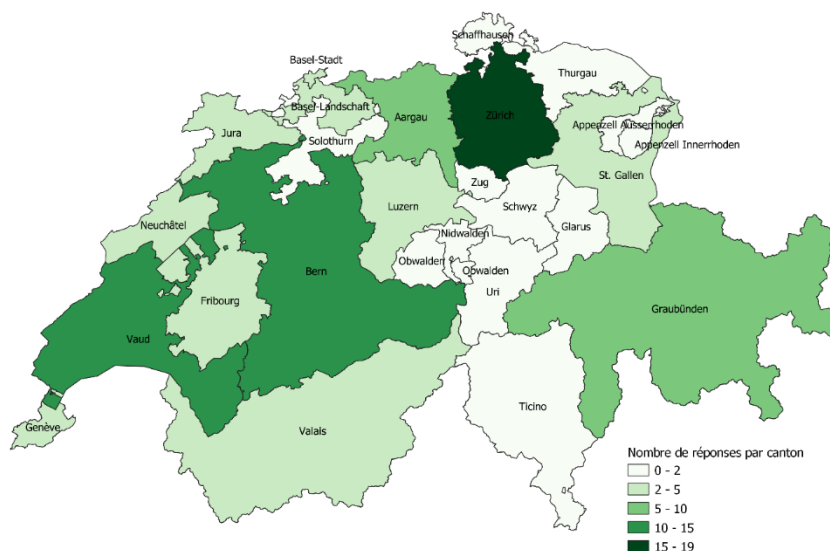


Figure 4-1 : Répartition géographique des réponses sur l'ensemble de la Suisse

4.2 Caractéristiques des répondants

4.2.1 Répartition entre publics cibles

Question :

À laquelle des catégories suivantes votre organisation correspond-elle ?

- Administration publique
- Haute école, institut de recherche
- Association et/ou fondation
- Grand constructeur, gestionnaires d'infrastructures
- Bureau d'ingénieur-e-s et/ou d'architectes
- Pas concerné ou pas intéressé par cette enquête
- Autre



Résultats :

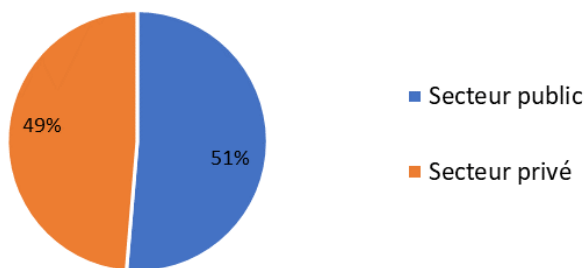


Figure 4-2 : Répartition des répondants entre secteur public et secteur privé

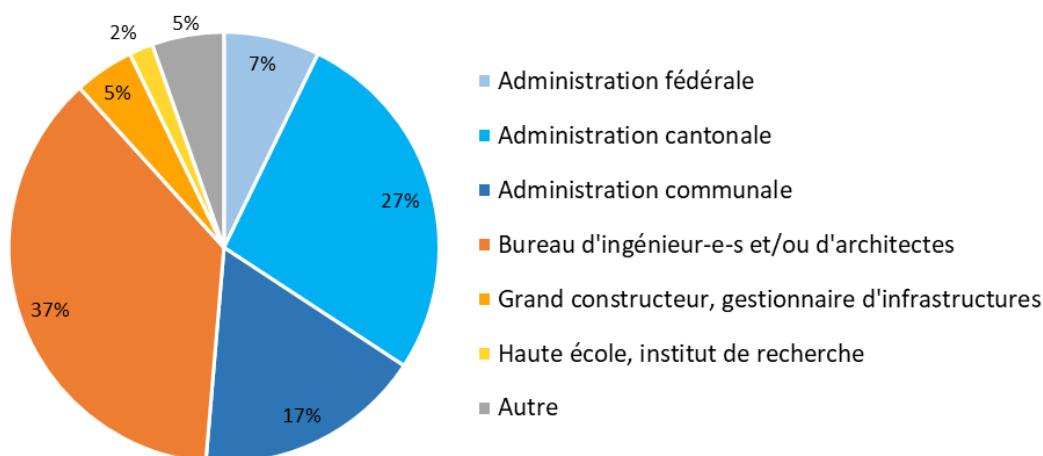


Figure 4-3 : Répartition des répondants entre les différentes catégories des publics cibles

Commentaires :

Une catégorisation entre secteur public et privé a été effectuée à partir des sept classes proposées dans le questionnaire. Le secteur public comprend les administrations fédérales, cantonales et communales, tandis que le secteur privé regroupe les autres classes. Les réponses reçues sont bien réparties entre les secteurs public et privé. De plus, elles sont distribuées de manière satisfaisante entre les principaux utilisateurs d'informations altimétriques en Suisse malgré le nombre restreint de réponses.

4.2.2 Intérêt à participer à l'enquête et à connaître ses résultats

Question :

Pouvons-nous vous contacter en cas de doute sur certaines réponses ?

Résultats :

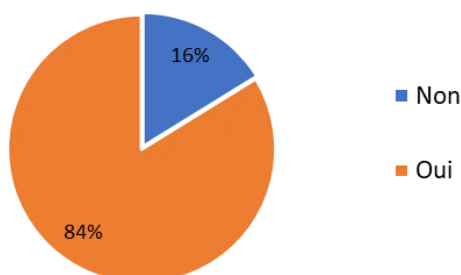


Figure 4-4 : Intérêt des répondants à compléter leurs réponses en cas de doute



Question :

Souhaitez-vous recevoir une synthèse des résultats de cette enquête ?

Résultats :

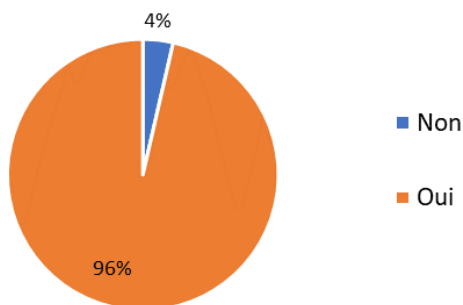


Figure 4-5 : Intérêt des répondants à recevoir une synthèse des résultats de cette enquête

Commentaires :

L'attitude des répondants au questionnaire est très positive. Ils sont fortement concernés par la problématique et sont disponibles pour expliquer et donner toutes les informations complémentaires nécessaires à l'analyse des résultats. La publication des résultats du questionnaire est attendue.

4.2.3 Fréquence d'utilisation des données altimétriques par les répondants

Question :

À quelle fréquence votre organisation travaille-t-elle avec des données altimétriques ?

Résultats :

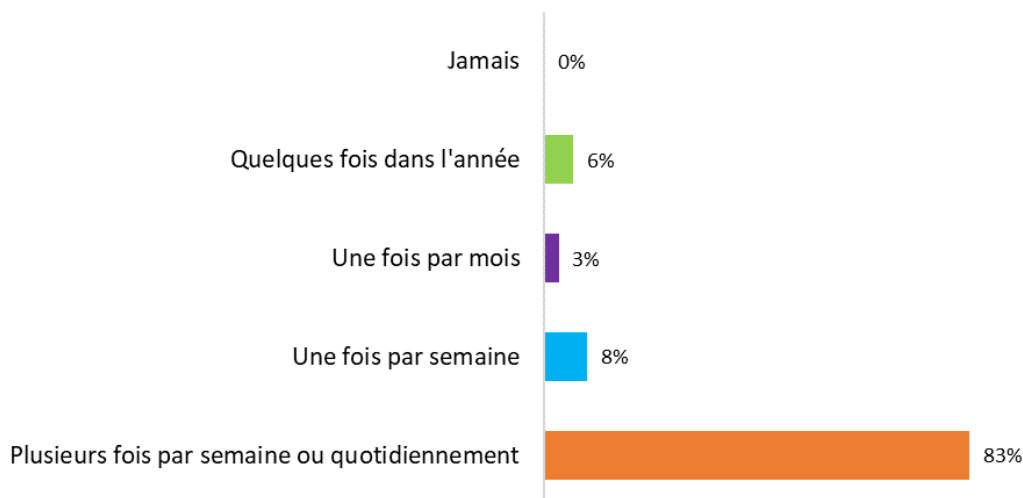


Figure 4-6 : Fréquence d'utilisation des données altimétriques par les répondants

Commentaires :

Très clairement, les informations altimétriques sont une composante essentielle des géodonnées du territoire, respectivement des informations nécessaires aux utilisateurs pour remplir leurs missions. Ce résultat n'est pas une surprise et il y a lieu de considérer, sur le principe, le référencement des éléments du territoire en trois dimensions (E, N, H), en traitant les problématiques liées à la planimétrie et à l'altimétrie avec la même rigueur technique et dans les perspectives d'évolutions des technologies d'acquisition et de mise à jour.



4.3 Importance croissante des informations altimétriques et méthode de détermination

Question :

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?

Ces vingt dernières années, l'utilisation des données altimétriques, respectivement des objets précis en 3D, a considérablement augmenté.

- Dans les études et la réalisation de projets.
- Dans la gestion d'infrastructures.
- Ces vingt dernières années, la part de données altimétriques acquises directement dans un système global a augmenté.
- Ces dix prochaines années, l'acquisition et la mise à jour des informations altimétriques vont probablement s'effectuer par des équipements de mesure courants et bon marché basés sur des référentiels globaux (GNSS).

Résultats :

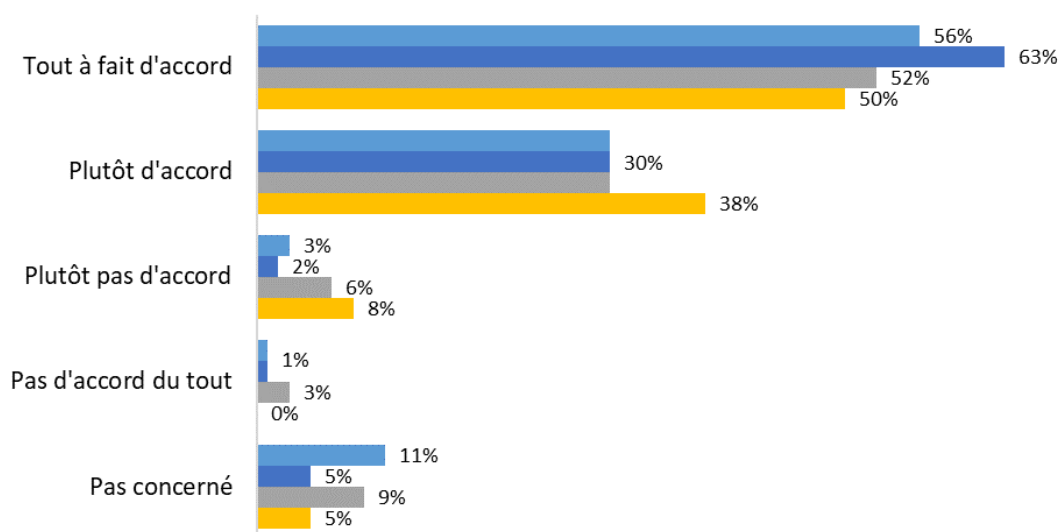


Figure 4-7 : Importance croissante des informations altimétriques et méthode de détermination

Commentaires :

Le constat durant ces vingt dernières années de l'augmentation de l'utilisation des géodonnées altimétriques et des volumes de données à gérer est largement partagé par les répondants au questionnaire.

Il en est de même concernant les méthodes de détermination en vue d'une acquisition initiale ou de mise à jour qui feront appel de plus en plus à des équipements de mesure courants et bon marché basés sur des référentiels globaux (GNSS).

4.4 Inventaire des produits altimétriques

Question :

Le but de cet inventaire est de définir l'ensemble des produits altimétriques analogiques et numériques gérés et mis à jour dans votre organisation.

Pour chacun des produits, nous vous demanderons de renseigner les caractéristiques suivantes :

- Format
- Cadre de référence planimétrique
- Cadre de référence altimétrique
- Volume de données
- Précision altimétrique moyenne
- Mise à jour
- Mode de gestion



4.4.1 Classification des produits altimétriques

Résultats :

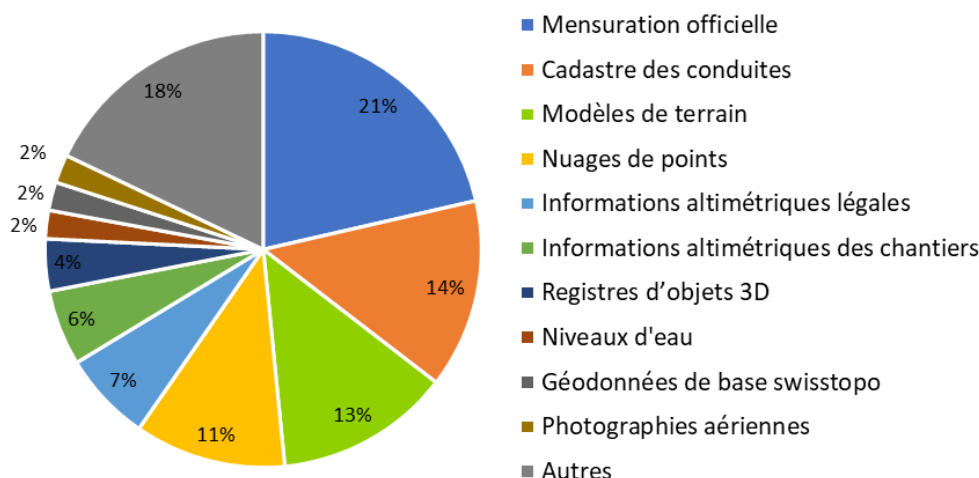


Figure 4-8 : Classification des produits altimétriques décrits dans le questionnaire

Commentaires :

295 produits altimétriques ont été décrits dans l'inventaire par 106 répondants sur 111. De manière générale, les raisons pour lesquelles cinq répondants n'ont pas participé à la partie « inventaire des produits altimétriques » portent principalement sur un travail trop important à documenter ces informations dans le cadre du questionnaire.

Le nombre de produits altimétriques décrits par répondant se situe entre 1 et 12 ; un peu plus de deux tiers des répondants ont introduit 1 à 3 produits altimétriques.

Afin de catégoriser les types de produits altimétriques décrits dans l'inventaire, une classification a été réalisée selon les classes suivantes :

- Mensuration officielle (points fixes planimétriques et altimétriques)
- Cadastre des conduites (essentiellement les infrastructures souterraines des différents réseaux)
- Modèles de terrain (modèles numériques de terrain, courbes de niveau et plans topographiques).
- Nuages de points (principalement les nuages de points LiDAR)
- Informations altimétriques légales (plans d'affectation, règlements de construction, conventions, etc.)
- Informations altimétriques des chantiers (documents techniques en relation avec des projets)
- Registres d'objets 3D (modèles de villes et BIM)
- Niveaux d'eau (séries temporelles des niveaux d'eau des lac et cours d'eau)
- Géodonnées de base de swisstopo (swissALTI3D, swissTLM3D/Regio, swissSURFACE3D, swissBATHY3D, etc.)
- Photographies aériennes (tous types de documents techniques en relation avec des photographies aériennes)
- Autres (profils en long d'infrastructures de transport, points de mesures météorologiques, etc.)

La classification des produits altimétriques décrits dans les réponses au questionnaire a nécessité d'effectuer parfois des interprétations techniques des produits, en particulier pour ceux résultant de l'exploitation de photographies aériennes. Les biais introduits par cette classification mais également les biais liés aux réponses reçues des répondants, dont la répartition dans les différentes catégories de gestionnaires et d'utilisateurs des données altimétriques n'est pas parfaitement homogène, influencent quelque peu les résultats de l'enquête. On estime toutefois que ces biais n'ont pas d'effets prépondérants sur les résultats principaux de l'enquête.



Les chapitres suivants présentent une synthèse des sept caractéristiques de chacun des produits altimétriques enregistrés dans l'inventaire :

- Format
- Cadre de référence planimétrique
- Cadre de référence altimétrique
- Volume des données
- Précision altimétrique moyenne
- Processus de mise à jour
- Mode de gestion

4.4.2 Format des produits altimétriques

Résultats :

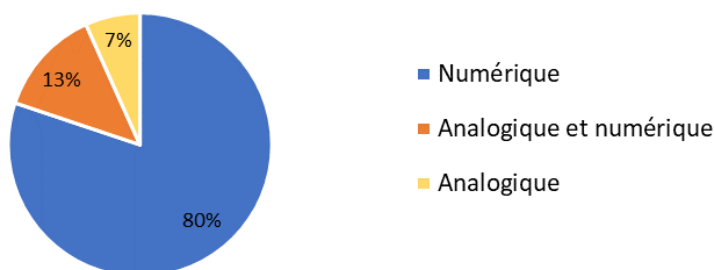


Figure 4-9 : Type de format des produits altimétriques

Commentaires :

Le format des produits altimétriques permet de distinguer les données analogiques des données numériques. Cette distinction est importante, car la transformation vers un éventuel nouveau système altimétrique ne pourra pas se faire automatiquement avec un outil informatique pour les données analogiques.

Certains produits sont gérés sous forme analogique et numérique, comme c'est le cas pour des documents officiels sous forme « papier » pour des questions juridiques alors qu'ils sont également disponibles sous forme digitale pour les traitements techniques.

Les réponses à cette question montrent qu'une large majorité des données altimétriques (80 %) sont disponibles uniquement sous forme numérique. Pour les produits altimétriques inventoriés dans le cadre de cette enquête, seul 7 % des produits sont encore des informations uniquement analogiques. Cette situation est vraiment nouvelle par rapport au début des années 2000. Durant ces vingt dernières années, il y a eu une forte numérisation des informations liées au territoire ; les données altimétriques n'y échappent pas !

Ci-après, une liste non exhaustive de documents comprenant des informations altimétriques qui se trouvent encore sous forme analogique :

- plans juridiquement contraignants (affectation, lotissement, servitudes)
- plans de construction (projet, exécution, surveillance)
- plans topographiques avec courbes de niveau
- niveaux d'eau (généralement des séries temporelles de mesures)
- listes de coordonnées et altitudes de points
- mensuration cadastrale (généralement des mensurations datant d'avant l'introduction du Code Civil)
- cadastres de canalisations souterraines (plans et croquis n'ayant pas encore fait l'objet d'une numérisation)



4.4.3 Cadre de référence planimétrique des produits altimétriques

Résultats :

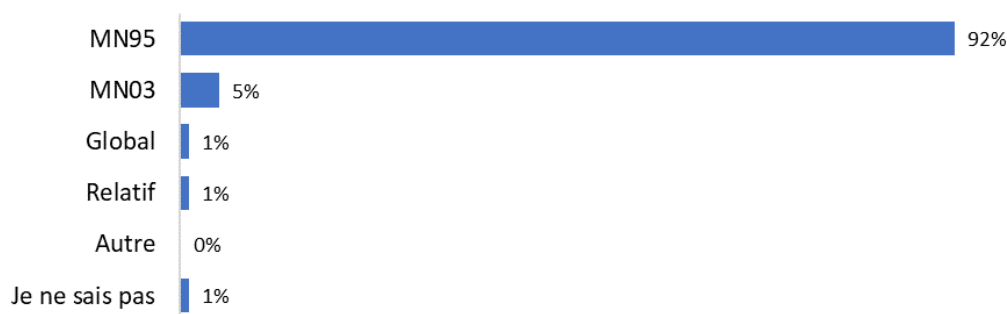


Figure 4-10 : Cadre de référence planimétrique des produits altimétriques

Commentaires :

Il a été demandé pour chaque produit altimétrique d'indiquer le cadre de référence planimétrique dans lequel sont gérées les géodonnées altimétriques, à savoir :

- MN95 : cadre de référence planimétrique officiel de la Suisse de 1995. Déterminé par GNSS, il a une précision homogène centimétrique sur tout le territoire Suisse. Pour distinguer les coordonnées de l'ancien cadre de référence MN03, il a été introduit une translation de 2'000'000 / 1'000'000 à la définition des coordonnées E/N.
- MN03 : ancien cadre de référence planimétrique de la Suisse issu de la triangulation nationale. Ce cadre a une précision inhomogène avec des différences qui peuvent atteindre 1,5 mètres en comparaison avec le cadre de référence MN95.
- Global : les coordonnées sont dans un système terrestre global comme WGS84 (World Geodetic System 1984).
- Relatif : les coordonnées planimétriques ne sont rattachées à aucun système de coordonnées officiels. Le cadre de référence est souvent arbitraire et les données sont géoréférencées par rapport à ce cadre.
- Autre
- Je ne sais pas.

Les résultats montrent qu'une très large majorité des produits altimétriques (92 %) ont leur référence planimétrique dans le cadre de référence MN95, soit le cadre de référence planimétrique officiel suisse.

Quelques utilisateurs gèrent encore leurs données altimétriques en MN03, notamment pour des produits altimétriques historiques (5 %).

4.4.4 Cadre de référence altimétrique des produits altimétriques

Résultats :

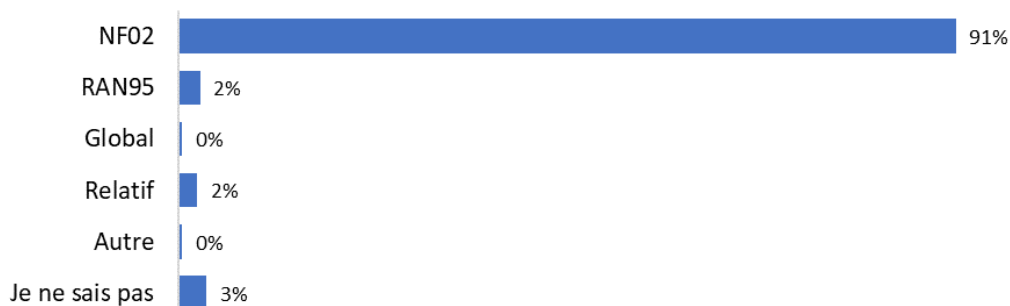


Figure 4-11 : Cadre de référence altimétrique des produits altimétriques



Commentaires :

Il a été demandé pour chaque produit altimétrique d'indiquer le cadre de référence altimétrique, à savoir :

- NF02 : les altitudes usuelles du nivellement fédéral de 1902 forment le système de référence officiel de la Suisse. Les altitudes des points fixes altimétriques de la mensuration nationale ainsi que ceux issus de la mensuration officielle sont définies dans ce cadre de référence altimétrique.
- RAN95 : cadre de référence altimétrique de la mensuration nationale qui a été développé avec le projet « Nouvelle mensuration nationale 1995 ». Les altitudes RAN95 sont des altitudes orthométriques et forment, avec le modèle de géoïde CHGeo2004 et les altitudes ellipsoïdales CH1903+, une unité précise et cohérente.
- Global : les altitudes sont données dans un système global comme WGS84 (World Geodetic System 1984). Elles correspondent à une altitude ellipsoïdale ou orthométrique globale.
- Relatif : les coordonnées altimétriques ne sont rattachées à aucun système de coordonnées officiel. Le cadre de référence est souvent arbitraire et les données sont géoréférencées par rapport à ce cadre.
- Autre
- Je ne sais pas.

Il ressort de l'enquête que la référence altimétrique de la grande majorité des produits altimétriques repose sur les « altitudes usuelles NF02 », soit le cadre de référence altimétrique officiel suisse.

Il y a lieu de relever la faible part des produits altimétriques gérés, hors processus d'acquisition ou de mise à jour, dans le système de référence RAN95 ou dans des systèmes locaux.

4.4.5 Volume des géodonnées altimétriques

Commentaires :

Vu le faible nombre de réponses et la disparité des quantifications des volumes de géodonnées altimétriques, le traitement des réponses ne permet pas d'établir une synthèse d'information pertinente.

4.4.6 Précision altimétrique des produits altimétriques

Résultats :

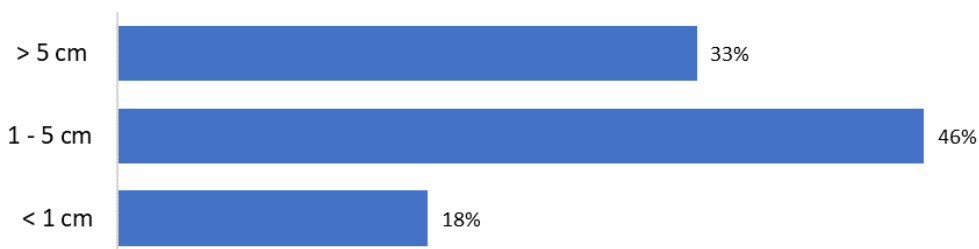


Figure 4-12 : Précision altimétrique des produits altimétriques

Commentaires :

Les réponses ont été classées en trois classes de précision, à savoir :

1. inférieure au centimètre
2. comprise entre 1 et 5 centimètres
3. supérieure à 5 centimètres

Il ressort des réponses que pour plus de 80 % des produits altimétriques, une précision supérieure à 1 cm est suffisante. De plus, on peut en déduire avec une assez bonne vraisemblance que pour plus de 80 % des utilisations associées à ces produits, une précision du même ordre de grandeur est suffisante.

Pour rappel : la précision altimétrique de l'ordre du centimètre nécessaire aux besoins des utilisateurs correspond de manière raisonnable à la précision altimétrique probable des capteurs GNSS dans quelques années.



4.4.7 Processus de mise à jour des produits altimétriques

Résultats :

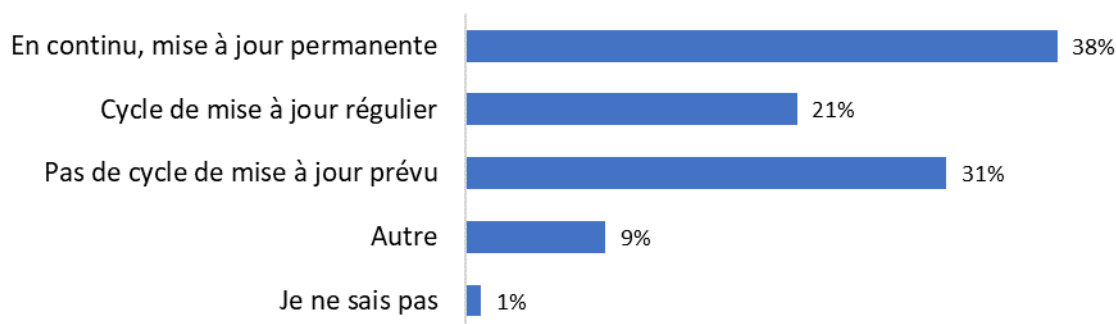


Figure 4-13 : Processus de mise à jour des produits altimétriques

Commentaires :

On constate que le rythme de mise à jour des produits altimétriques est très variable en fonction des produits et des organisations. Ainsi, il ne ressort pas une démarche technique et organisationnelle de mise à jour prépondérante pour les produits altimétriques.

La catégorie « Autre » regroupe principalement des démarches de mise à jour spécifiques en fonction de projets. Le rythme de mise à jour peut, par exemple, être défini selon la durée de vie du produit lié à un projet ou selon le délai pour une nouvelle acquisition de données en vue du remplacement du produit.

4.4.8 Gestion des référentiels altimétriques des produits altimétriques

Résultats :

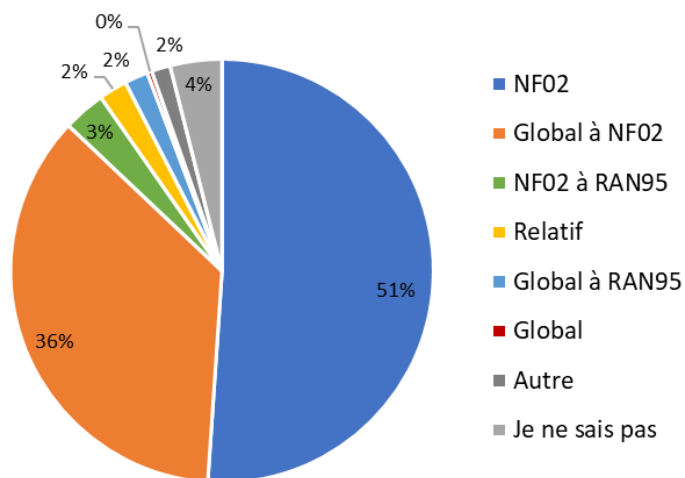


Figure 4-14 : Gestion des référentiels altimétriques des produits altimétriques

Commentaires :

Cette question permet de déterminer le processus de gestion des référentiels altimétriques des produits durant les phases d'acquisition et de mise à jour des données au sein des organisations pour évaluer au mieux les problématiques soulevées par l'étude, en particulier le type de transformation géométrique envisageable.

1. NF02 : je me rattache directement aux points fixes de la mensuration officielle (références altimétriques issues du nivellement fédéral de 1902).
2. Global à NF02 : j'utilise un service de positionnement GNSS qui calcule mon altitude en NF02 (p. ex. swipos ou refnet) et j'archive mes données directement en NF02.
3. NF02 et RAN95 : j'acquière mes données avec un récepteur GNSS dans un système global puis je les convertis en NF02 et RAN95. Je maintiens et mets à jour les géodonnées dans les deux cadres de référence altimétrique NF02 et RAN95.



4. Relatif : je ne suis rattaché à aucun système de référence altimétrique. Mes altitudes sont définies par rapport à un point de référence arbitraire.
5. Global à RAN95 : j'utilise un service de positionnement GNSS qui calcule mon altitude en RAN95 et j'archive mes données directement en RAN95.
6. Global : j'acquière mes données avec un récepteur GNSS dans un système de mesure global et je ne les transforme pas. Mes coordonnées sont dans un système de référence global et l'altitude de mes points est une altitude ellipsoïdale ou orthométrique globale.
7. Autre
8. Je ne sais pas.

On constate que les informations altimétriques sont gérées très largement dans le cadre de référence altimétrique officiel NF02. En revanche, lors des processus d'acquisition et de mise à jour, 36% des géodonnées altimétriques sont déterminées par un service de positionnement global GNSS puis transformées dans NF02 par des algorithmes spécifiques, en particulier HTRANS.

4.5 Types de problèmes liés au changement de système de référence altimétrique

Question :

En cas d'introduction d'un nouveau système de référence altimétrique, il y aura un décalage des valeurs altimétriques de quelques décimètres qui seront clairement identifiées par une convention de notation. De plus, plusieurs outils simples de conversion des altitudes entre les deux systèmes seront gratuitement mis à disposition des gestionnaires de données.

Sous cette hypothèse, veuillez nous indiquer les éventuels problèmes techniques et organisationnels qui pourraient surgir au sein de votre organisation pour la gestion de vos informations altimétriques.

Résultats :

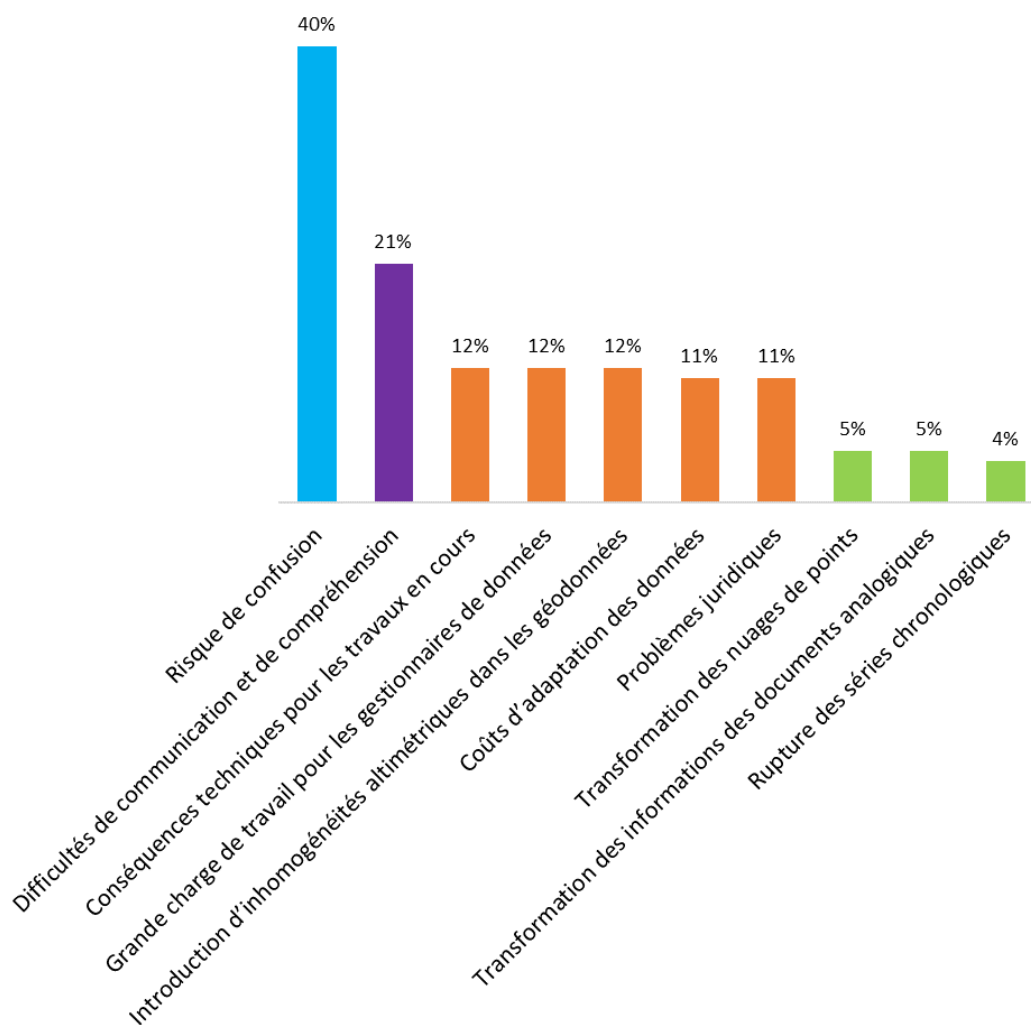


Figure 4-15 : Types de problèmes liés au changement du système de référence altimétrique



Commentaires :

Cette question ouverte a suscité beaucoup d'intérêt, et les réponses sont pour la plupart riches, complètes et pertinentes. L'annexe 1 contient l'ensemble des problèmes potentiels et commentaires mentionnés dans les retours des répondants. Les réponses ont été conservées dans leur langue originale et ont été anonymisées. Leur ordre ne comporte aucune valeur d'importance.

Dans le but de sortir une synthèse des réponses données à cette question, une classification des réponses a été réalisée selon les types de problématiques suivants liés à un éventuel changement de système de référence altimétrique :

- Risque de confusion
- Difficultés de communication et de compréhension
- Conséquences techniques pour les travaux en cours
- Grande charge de travail pour les gestionnaires de données
- Introduction d'inhomogénéités altimétriques dans les géodonnées
- Coûts d'adaptation des données
- Problèmes juridiques
- Transformation des nuages de points
- Transformation des informations des documents analogiques
- Rupture des séries chronologiques

Il ressort des retours du questionnaire que les inquiétudes principales des gestionnaires et utilisateurs des données altimétriques portent sur :

- le risque de confusion entre les anciens et nouveaux référentiels altimétriques officiels, respectivement des conséquences pratiques et potentiellement importantes d'une mauvaise interprétation de la valeur de l'altitude ;
- les difficultés à communiquer sur les raisons du changement de système de référence altimétrique.

Les autres problèmes ne doivent pas être minimisés, mais leur résolution ressort principalement des moyens à mettre à disposition (humain, financier, juridique, etc.) pour traiter les conséquences pratiques du changement de système de référence altimétrique. Ils paraissent donc mieux maîtrisables.



5 Conclusions

Les résultats de l'enquête sur les caractéristiques principales des informations altimétriques existantes (analogiques et digitales) liées à un éventuel changement du système et cadre de référence altimétrique en Suisse permettent de fixer un état de la situation technique, à fin 2022, pour ce type de géodonnées.

Il y a lieu de mentionner, notamment, les constats suivants :

- plus de 90 % des géodonnées altimétriques utilisées se trouvent sous forme numérique,
- plus de 90 % des géodonnées altimétriques sont traitées et gérées dans le cadre de référence altimétrique officiel NF02,
- environ 40 % des géodonnées altimétriques sont acquises aujourd'hui, éventuellement mises à jour, à partir de dispositifs globaux comme les systèmes GNSS puis « dégradées » dans le cadre de référence altimétrique NF02,
- pour plus de 80 % des produits altimétriques, une précision altimétrique supérieure au cm est suffisante, valeur dont l'ordre de grandeur correspond à la précision altimétrique probable des dispositifs GNSS ces prochaines années.

Ces orientations ne constituent pas une surprise car les tendances constatées sont similaires à d'autres géodonnées. L'enquête permet toutefois de confirmer les tendances et de quantifier leurs ordres de grandeur.

Cette enquête est entachée de différents biais liés aux interprétations réalisées lors des classifications mais également aux réponses reçues par les répondants dont la répartition dans leurs différentes catégories de gestionnaires et d'utilisateurs de données altimétriques n'est pas parfaitement homogène. On estime toutefois que ces biais n'ont pas d'effets prépondérants sur les résultats principaux de l'enquête.

De plus, elle permet de disposer d'un inventaire des types de problèmes attendus par les gestionnaires et utilisateurs de géodonnées altimétriques en cas d'introduction d'un nouveau système de référence altimétrique en Suisse. On constate que les deux principaux problèmes portent sur les risques de confusion entre l'ancien et le nouveau référentiel altimétrique ainsi que sur les difficultés de communication et de compréhension liées à l'introduction d'un nouveau système altimétrique.

Ces deux problématiques identifiées – « introduction de confusion » et « difficultés de communication » – pourraient survenir également en cas de création de fait d'un système altimétrique technique par des prestataires mondiaux de géopositionnement ; toutefois alors sans préparation et anticipation pour les acteurs des géodonnées altimétriques en Suisse.

Les résultats de la présente enquête confirment la nécessité de poursuivre les investigations en lien avec une modernisation du système altimétrique en Suisse.

Abréviations

AlpTransit	Projet de liaisons ferroviaires à travers les Alpes
ARE	Office fédéral du développement territorial
Beidou	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Système de navigation global par satellites, Chine)
BIM	<i>Building information modelling</i> (Modélisation des informations de la construction)
Cadastre RDPPF	Cadastre des restrictions de droit public à la propriété foncière
CC	Code civil suisse
CGC	Conférence des services cantonaux de la Géoinformation et du Cadastre
CGS	Commission géodésique suisse
CH1903	Datum géodésique suisse, défini en 1903 (ellipsoïde de référence Bessel 1841)
CH1903+	Datum géodésique suisse, défini en 1995 (ellipsoïde de référence Bessel 1841)
CHGeo2004	Modèle suisse de géoïde de 2004
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (Ecole polytechnique fédérale de Zürich)
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz (Haute Ecole spécialisée du nord-ouest de la Suisse)
FINELTRA	Algorithme de transformation affine développé pour la transformation MN03 <-> MN95
Galileo	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Système de navigation global par satellites, Union européenne)
GEO+ING	Groupement professionnel des ingénieurs en géomatique Suisse
GEOSUISSE	Société suisse de géomatique et de gestion du territoire
GLONASS	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Système de navigation global par satellites, Russie)
GNSS	<i>Global Navigation Satellite Systems</i> (Systèmes de navigation globaux par satellites)
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Système de positionnement global, USA)
HEIG-VD	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud
HTRANS	Transformation altimétrique entre NF02 et RAN95
IGS	Association Ingénieurs-Géomètres Suisses
INSIT	Institut d'ingénierie du territoire de la HEIG-VD
INTERLIS	Langage de modélisation textuel de géodonnées utilisé dans les SIG
LiDAR	<i>Laser imaging detection and ranging</i> (détection et estimation de la distance par la lumière)
METAS	Institut fédéral de météorologie
MétéoSuisse	Office fédéral de météorologie et de climatologie
MN03	Mensuration nationale 1903 (Suisse)
MN95	Mensuration nationale 1995 (Suisse)
MNT25	Modèle numérique de terrain à l'échelle 1:25'000
MO	Mensuration Officielle
NdP	Nivellement de précision
NF	Nivellement fédéral
NF02	Réseau du nivellement fédéral 1902
OFAC	Office fédéral de l'aviation civile
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFROU	Office fédéral des routespublic
OFS	Office fédéral de la statistique
OFT	Office fédéral des transports
PFA	Point fixe altimétrique
PGS	Professionnels Géomatique Suisse
RAN95	Réseau altimétrique national de 1995
RDPPF	Restrictions de droit public à la propriété foncière



refnet	Service de positionnement pour des mesures GNSS proposé par quatre bureaux d'ingénieurs en Suisse
RPN	Repère de la Pierre du Niton
RTK	<i>Real Time Kinematic</i> (Cinématique en temps réel)
SGK	Société suisse de cartographie
SIA	Société suisse des ingénieurs et architectes
SIG	Système d'information géographique
SSPT	Société suisse de photogrammétrie et de télédétection
swipos	Swiss Positioning Service (Service de positionnement par satellites de swisstopo)
swiss height system	Etude sur la modernisation du système et du cadre de référence altimétrique en Suisse par la HEIG-VD en étroite collaboration avec swisstopo
swisstopo	Office fédéral de topographie
UZH	Universität Zürich (Université de Zurich)
WGS84	<i>World Geodetic System 1984</i> (Système géodésique mondial 1984)



Liste des Figures

Figure 2-1 : Extraits (copies d'écran) du questionnaire en ligne	9
Figure 4-1 : Répartition géographique des réponses sur l'ensemble de la Suisse	12
Figure 4-2 : Répartition des répondants entre secteur public et secteur privé.....	13
Figure 4-3 : Répartition des répondants entre les différentes catégories des publics cibles	13
Figure 4-4 : Intérêt des répondants à compléter leurs réponses en cas de doute	13
Figure 4-5 : Intérêt des répondants à recevoir une synthèse des résultats de cette enquête.....	14
Figure 4-6 : Fréquence d'utilisation des données altimétriques par les répondants	14
Figure 4-7 : Importance croissante des informations altimétriques et méthode de détermination	15
Figure 4-8 : Classification des produits altimétriques décrits dans le questionnaire	16
Figure 4-9 : Type de format des produits altimétriques	17
Figure 4-10 : Cadre de référence planimétrique des produits altimétriques	18
Figure 4-11 : Cadre de référence altimétrique des produits altimétriques	18
Figure 4-12 : Précision altimétrique des produits altimétriques	19
Figure 4-13 : Processus de mise à jour des produits altimétriques	20
Figure 4-14 : Gestion des référentiels altimétriques des produits altimétriques.....	20
Figure 4-15 : Types de problèmes liés au changement du système de référence altimétrique	21



Annexe 1 : Problèmes potentiels, commentaires et questions ouvertes en cas d'introduction d'un nouveau système de référence altimétrique

Le tableau suivant regroupe de façon exhaustive les réponses à la question suivante :

« Veuillez nous indiquer les éventuels problèmes techniques et organisationnels qui pourraient surgir au sein de votre organisation pour la gestion de vos informations altimétriques. »

Les réponses ont été conservées dans leur langue originale et ont été anonymisées. Leur ordre ne comporte aucune valeur d'importance.

Réponses en allemand :

1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zurzeit überwiegen aus meiner Sicht die Nachteile (v. a. Verwechslungsgefahr, Bruch von Zeitreihen) die Vorteile eines neuen Höhensystems. ▪ Grossflächige Projekte dürften immer auf eigene Höhensysteme aufgebaut werden. Zudem verfügt die Schweiz über ein ziemlich genaues Geoid, welches die Messinstrumente kennen und berücksichtigen. ▪ Auch ein neues, spannungsarmes Höhensystem wird durch die Hebung der Alpen schon in einigen Jahren wieder verzerrte Werte abgeben. Mit der Neuberechnung des Geoids können diese Komponenten relativ einfach korrigiert werden.
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Höhenwerte können verwechselt werden. ▪ Die Anpassung von Höhenwerten, zum Beispiel beim Leitungskataster, wird schwierig sein. ▪ Bei Bauprojekten wird auf die Gebrauchshöhen beim «gewachsenen Terrain» Bezug genommen. Die Bearbeitung von neuen Bauprojekten wird damit schwieriger.
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle analogen Pläne (wenn auch gescannt) können faktisch nicht direkt nachgeführt werden. ▪ Verwechslungen von Höhen sind je nach System trotzdem vorprogrammiert (man denke zurück an alte und neue Horizonte). ▪ Eine zu lange Übergangsphase von alten zu neuen Höhen könnte problematisch werden (s. auch Lagebezugswechsel).
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusätzliche Aufwendungen für die Transformation aller Daten und risikobehaftet für die Datenhaltung, sofern keine eindeutige Identifikation vorhanden ist, was die «neuen» Höhen betrifft (analog LV03 6-stellig vs LV95 7-stellig)
5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Man kann nicht wie bei den Lagekoordinaten eine 2 und 1 voransetzen um sie zu unterscheiden. Es muss viel klarer sein. Es muss in ganze Punktwolken umgewandelt werden können.
6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verwechslungsgefahr bei Verwendung verschiedener Höhen. ▪ Obwohl die Neubestimmung des Pierre de Niton ca. 100 Jahre zurückliegt, tauchen auch heutzutage noch sehr viele Pläne auf, in welchen die verwendete Höhe unklar und damit unsicher ist. Dies bedingte früher aufwändige Abklärungen, die nicht immer zu einem genauen Ergebnis führten. ▪ In der Praxis eines Kundenzentrums der AV hatte ich immer wieder mit Architekten und Planern zu tun (sehr oft ETH-Absolventen, seltener von Fachhochschulabsolventen), welche mit Landes- (LV1903/LV95/Militärkoordinaten usw.) oder Globalen Koordinatensystemen (WGS, Geographisches System mit Länge und Breite) überhaupt nichts anfangen konnten. Und jetzt kommen noch unterschiedliche Höhensysteme dazu.
7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Präzisionsnivellierung ▪ Überführen von bestehenden Messnetzen, zum Beispiel ein Autobahntunnel in ein neues System. ▪ Können die Portalpunkte ans neue Höhenbezugsssystem angeschlossen werden? Hat es genügend Punkte? Und geht das mit geringem Aufwand?
8	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleich von alten und neuen Höhendaten, die auf der Oberfläche von Gletschern, Flüssen, anderen morphologischen Einheiten gemessen werden für wissenschaftliche Arbeiten, benötigen eine bestimmte Präzision. Wegen den enthaltenen Ungenauigkeiten in LN02 sind wir für die Einführung von LHN95.
9	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die grösste Gefahr besteht in der Verwechslung der Höhen, wenn alte und neue Höhen kombiniert werden.



	<ul style="list-style-type: none"> Nutzer ausserhalb der Vermessung verstehen die verschiedenen Höhensysteme nicht. Die Umstellung würde eine umfassende Koordination und Sensibilisierung der Datennutzer bedingen.
10	<ul style="list-style-type: none"> Wie werden die alten und die neuen Höhen in den GIS-Systemen verwaltet werden? Wie wird in laufenden Projekten vorgegangen, welche noch auf dem LN02 basieren? Die Transformation der LN02-Höheninformationen soll ähnlich wie beim Projekt LV03 – LV95 erfolgen können. Die Kommunikation der «neuen» Höhen muss sehr sorgfältig erfolgen, und die neuen Höhen müssen durch alle Benutzer immer eindeutig erkennbar sein – sei es durch ein zusätzliches Attribut oder ein entsprechender Hinweis in der Punktnummer.
11	<ul style="list-style-type: none"> Keine Probleme, Anpassung des Geoid-Modells notwendig. Einmalige Umstellung.
12	<ul style="list-style-type: none"> Swisstopo liefert zum Teil Produkte im veralteten LN02 (SwissSurface3D), unsere eigenen Daten wurde bereits vor vielen Jahren auf LHN95 umgestellt. Damit entstehen langfristig Inkonsistenzen in den Datenbeständen: Teils muss die Datenhaltung doppelt geführt werden, was unnötigen Aufwand verursacht. GPS-gestützte Messungen in LN02 machen wenig Sinn.
13	<ul style="list-style-type: none"> Auf Plänen und in Reglementen werden Referenzkoten rechtsverbindlich festgelegt. Sind die angepassten neuen Höhen automatisch auch rechtsverbindlich? Sollen die Höhenangaben auf den alten Plänen speziell gekennzeichnet werden?
14	<ul style="list-style-type: none"> Durch die sehr urbane Umgebung ist das Empfangen genügender Satelliten momentan noch unzuverlässig. Durch die Verdichtung in den Städten wird es wohl nicht einfacher und exakter.
15	<ul style="list-style-type: none"> Bei der Umstellung auf LV95 waren unser Unternehmen und andere Infrastrukturbetreiber sehr auf sich allein gestellt (technisch wie finanziell); hier wäre Unterstützung sehr willkommen (Transformation mit Fineltra war unzureichend, und es mussten eigene Lösungen entwickelt werden). Wie sollen alle unsere geometrischen Daten einem Aufwasch / einer Transformation unterzogen werden? Wie kann eine solche Transformation zeitlich in kurzer Dauer erledigt werden? Wird man die Verwechslungsgefahr tatsächlich verhindern können? Wie soll diese Notationskonvention aussehen?
16	<ul style="list-style-type: none"> Das Hauptproblem sehen wir in der Notationskonvention. Wie sollen die «alten» Höhen von den «neuen» Höhen unterschieden werden? Die Höhen spielen ja auch noch eine Rolle in der Distanzreduktion. Müssen dann alle Instrumente auch umgestellt werden? Müssen die Formeln angepasst werden? Einige Dezimeter Höhenunterschied sind doch für die Distanzreduktion von Bedeutung. Und wie diese «einfachen Tools» aussehen, ist ja noch nicht bekannt. Wir denken, dass der Aufwand in etwa gleich gross sein wird wie beim Lagebezugsrahmenwechsel, nur dass die Unterscheidung alt-neu noch etwas komplizierter wird. Was wir uns auch noch fragen: Das Geoid ist eine Modellabbildung der Erdoberfläche. Anders als beim Lagebezug mit den Koordinaten, welche in jedem Bezugsrahmen von einem Modell abhängen (Ellipsoid, Geoid oder wie auch immer), wird das geometrische Nivellement auf der tatsächlichen Erdoberfläche gemessen. Wird somit der tatsächliche Wert durch einen Modellwert ersetzt?
17	<p>Aus technischer und organisatorischer Sicht erwarten wir bei der Einführung eines neuen Höhenbezugssystems grundsätzlich keine nennenswerten Probleme. Letztlich nehmen wir einfach die Daten entgegen, welche für die Darstellung auf unserem Geoportal entsprechend aufbereitet werden. Dennoch befürworte ich persönlich einen Wechsel des offiziellen Höhenbezugs nicht. Dies aus folgenden Gründen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Der Höhenbezug ist historisch bedingt. Es gibt zahlreiche (zum Teil noch analoge) Unterlagen in Archiven, die sich auf LN02 abstützen. Aus dieser Überlegung heraus entschied bereits vor 20 Jahren das Kompetenzzentrum RD LV95, das den Bezugsrahmenwechsel LV03 → LV95 in die Wege leitete, den Höhenbezugsrahmen LN02 weiterhin zu belassen. An dieser Ausgangslage hat sich bis heute nichts geändert.



	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterschiedliche Höhensysteme (mit lokaler und globaler Anbindung) sind bereits heute in der Schweiz im Einsatz. Und dagegen ist auch nichts einzuwenden. Es darf aber nur einen amtlichen Höhenbezug geben. Dieser ist in Art. 5 Abs. 1 der GeoIV rechtlich verankert. ▪ Die Höhenumrechnung mittels Tools ist ebenfalls nichts Neues. Bereits mit der Einführung von LHN95 wurde 2006 mit Hilfe von HTRANS ein Werkzeug zur Transformation zwischen orthometrischen bzw. ellipsoidischen Höhen und den Gebrauchshöhen geschaffen. Moderne GNSS-Rover unterstützen zudem die lokale Transformation in Echtzeit. Low cost GNSS-Empfänger liefern Koordinaten mit geringerer Genauigkeit, sodass eine systembedingte Korrektur im Dezimeterbereich hier ohnehin keine Rolle mehr spielt. Insofern stellt sich die Frage, ob die Schaffung eines globalen Höhenbezugssystems, das keine lokalen Verzerrungen mehr aufweist, in der Schweiz überhaupt noch notwendig ist. ▪ Die Ablösung von LN02 als amtlicher Höhenbezugsrahmen führt unweigerlich zu einem Systembruch. Die damit verbundenen Nachteile rechtfertigen meines Erachtens nicht den erhofften Nutzen. <p>Fazit: Die Motivation zur Einführung eines neuen Höhenbezugssystems ist für mich nicht wirklich nachvollziehbar. Als ehem. Geodät der swisstopo sind mir die Risiken eines solchen Wechsels bestens bekannt, und ich sehe (weder fachlich noch praktisch) keine Notwendigkeit dazu.</p>
18	Die Unterscheidung von alt und neu muss klar sein. Am besten auch gleich an der Höhenangabe zu erkennen (wie bei LV95).
19	<ul style="list-style-type: none"> ▪ GNSS-Lösungen sind ein so verbreitetes Mittel um Arbeitsabläufe auf Baustellen erheblich zu vereinfachen. Die grösste Herausforderung im Umgang mit Planungsdaten ist und bleibt der verwendete Bezugsrahmen. ▪ Viele am Projekt beteiligte Planer sind mit Landeskoordinaten bereits überfordert. ▪ Der einzige Gangbare und einfache Weg ist ein lokaler Kontrollpunkt für jede Aufgabe. Dies bedeutet, dass wenn eine Maschine mit GNSS gesteuert wird, der Kontrollpunkt in Materialisierung und Erreichbarkeit der verwendeten Maschine angepasst werden muss (Bagger oder Planierdraupe...). ▪ Der Mitarbeiter auf der Baustelle und die involvierten Planer geben leider Daten einfach so weiter, ohne sich der Herausforderungen bewusst zu sein.
20	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verwechslung der beiden Höhensysteme ohne Möglichkeit, diese manuell oder automatisiert zu prüfen, da sie zu ähnlich sind. Diese können insbesondere bei Anwendungen im Leitungskataster grosse Schäden oder bei Fehlplanungen sogar komplette Neubauten verursachen. ▪ Organisatorisch besteht eine grosse Herausforderung, alle Höhensysteme auf einen Zeitpunkt hin umzustellen. Dies verursacht bei allen Datenhaltern einen grossen organisatorischen und technischen Aufwand. ▪ Es existieren diverse private und öffentlich-rechtliche Verträge und Bestimmungen, welche fix an eine Höhenkote gebunden sind (Staukoten, Bauhöhen, ...). Je nach Genauigkeitsanspruch der entsprechenden Materie kann bereits eine Änderung um wenige cm zu juristischen Auseinandersetzungen führen. ▪ Ob der Nutzen diese Probleme aufwiegt, wagen wir stark zu bezweifeln, da die meisten Anwendungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen ohnehin lokal eingepasst werden.
21	Wir schätzen einen geringen Mehraufwand bei der Nutzung neuer Datensätze nach dem neuen Höhenreferenzsystem. Z.B. Erklären von nicht realen Änderungen bei Zeitreihen, Beachtung eines zusätzlichen Faktors bei Qualitätsüberprüfungen, evtl. Aufwand bei Applikationen, welche Höhenangaben führen.
22	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die 600 sicherheitstechnischen Reglemente der Stauanlagen in der Schweiz müssten überarbeitet werden zur Korrektur der Kotenangaben: grosser Aufwand sowohl bei Betreiberinnen wie bei der Aufsichtsbehörde. ▪ Bei Projekt- oder Nachweisprüfungen würde das alte Referenzsystem, welches in den Archivunterlagen (ca. 2000 Archivschachteln) in Plänen und Berichten verwendet wird, nicht mit dem neuen System übereinstimmen; eine Umrechnung wäre ständig notwendig, da die Anpassung aller Archivunterlagen nicht verhältnismässig wäre: grosser organisatorischer Aufwand bei der Aufsichtsbehörde.
23	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wir führen historische Messreihen, bei denen es höhenabhängige Berechnungen gibt. Vermutlich können wir diese Verschiebungen aber vernachlässigen. Die aktuellen Höhen müssten wir jedoch konvertieren.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ich erachte die Anpassungen für unsere Anwendungen als vernachlässigbar. ▪ GNSS-Daten werden bei Fernerkundungsmessungen benutzt. ▪ Hier ist man (wenn ich das richtig verstehe) schon auf den neuen Höhen. ▪ Vielleicht haben die Referenzhöhen der Geräte selbst dann eine Auswirkung sodass es eine systematische Verschiebung gibt, die sich dann aber leicht korrigieren lassen sollte. ▪ Unsere Sonden senden ihre Position vermutlich über GPS, was den neuen Höhenbezugssystem entspricht, auch hier denke ich, dass es keine Änderung gibt, die ins Gewicht fällt.
24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generelle Bemerkung: Meine Antwort und Einschätzung beziehen sich auf die restlichen Geodaten in unserer Dienststelle (ausser der Teil «Amtliche Vermessung»). ▪ Wir sehen grundsätzlich den Vorteil des neuen Höhenbezugssystems. Für unsere internen Projekte ist ein Wechsel allerdings nicht zwingend notwendig; der praktische Nutzen bzw. der Vorteil der sich durch den Wechsel ergibt hält sich für unsere Anwendungen in Grenzen. Der Aufwand des Wechsels aller Geodaten mit Höhenbezug auf das neue Höhenbezugssystem ist enorm. Die Verwechslungsgefahr ist ebenfalls sehr hoch (mit welchen Höhen habe ich es jetzt zu tun?). Da braucht es schon eine sehr hohe Disziplin, damit das Ganze nicht in einem Durcheinander von Höhen endet.
25	Höhen werden über die AV bezogen. In Übergangsphase werden allenfalls 2 Höhenangaben aufgeführt.
26	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In unserer Region beträgt die Differenz zwischen LN02 und LHN95 rund 17 cm. Dies ist ein Betrag, der bei einer Verwechslung der Höhensysteme zu kostspieligen Schäden führen kann. Der Übergang von LN02 zu LHN95 oder umgekehrt ist in den GNSS-Empfängern, den Korrekturdiensten (swipos u.a.) wie auch in GIS-Systemen implementiert und führt in der täglichen Praxis zu keinen Problemen. Die Höhendifferenzen zu den Höhensystemen der Nachbarländer würden auch bei einem Wechsel auf LHN95 bestehen bleiben. ▪ Der Nutzen eines zwangsfreien Höhensystems steht in keinem Verhältnis zu den Kosten der Umstellung und allfälligen Schäden bei Verwechslungen. Wir empfehlen deshalb dringend, LN02 als Höhensystem in der Schweiz weiter zu nutzen.
27	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wir haben bereits jetzt eine Mischung zwischen Gebrauchshöhen (Grundlage amtliche Vermessung) und mit GNSS bestimmten Höhen (inkl. Berücksichtigung der Geoidundulation (swipos)). ▪ Ich sehe eine Vereinfachung, wenn der offizielle Höhenbezug mit swipos bestimmt werden kann und keine lokale Einpassung mehr notwendig ist (analoges Vorgehen wie bei der Lage). Somit dürfen endlich auch neue Fixpunkte der amtlichen Vermessung mit GNSS bestimmt werden – ohne lokale Einpassung auf Nachbarpunkte! Die lokale Einpassung auf Nachbarpunkte ist ein alter Zopf, der nur noch bei der amtlichen Vermessung berücksichtigt wird. Alle anderen GNSS-Nutzer verwenden direkt LHN95-Höhen. ▪ Die Umstellung der amtlichen Vermessung könnte zum Beispiel auf ein festgelegtes Datum erfolgen. Dies genügt zur Unterscheidung zwischen LN02 und LHN95. In unserer Praxis wird der Unterschied zwischen LN02 und LHN95 nicht gelebt bzw. schon jetzt durchmischt. ▪ Private Bauherren machen keine Unterscheidung zwischen LH95 und LN02. ▪ → Das neue Höhenbezugssystem sollte möglichst bald eingeführt werden, damit es nicht noch eine grössere Durchmischung der Höhen gibt.
28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Einführung eines Höhensystems mit Differenz ca. 17 cm gleicht bezüglich Bauprojekten und Infrastrukturdokumentation einer Katastrophe! ▪ Der Mehrwert bzgl. Genauigkeiten von LHN95 zu LN02 ist sowohl in den Bauprojekten als auch in der Dokumentation auf Kantonsgebiet schlichtweg nicht vorhanden. Die Messtechnik mit den bestehenden Transformationen liefert bereits heute sehr gute Ergebnisse in völlig ausreichender Qualität ▪ Der Aufwand für Umstellungen in laufenden Bauprojekten ist extrem gross, das Risiko für Fehler und Fehlinterpretationen ebenso. ▪ Das Zusammenspiel von Infrastrukturdatabanken mit Archivdaten (die nicht ohne weiteres korrigierbar sind) mit Wechsel Höhensystem ist deutlich komplexer und fehleranfälliger. ▪ In der Summe scheint Kosten- Nutzenverhältnis nicht ansatzweise darstellbar! ▪ Danke für Infos zu dieser Umfrage und der Möglichkeit zu Teilnahme.



29	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Das Einführen von neuen Höhen ist technisch leicht realisierbar, und es müssen nur wenige Anpassungen am Datenmodell etc. vorgenommen werden. Weil aber nicht einfach ein Höhengsprung eingebaut werden kann, besteht eine riesige Verwechslungsgefahr zwischen den verschiedenen Höhensystemen. Das heisst, in Zukunft wird eine Höhenangabe ohne Zusatz des Höhensystems wertlos sein. Quasi die Einheit muss immer angegeben werden. ▪ Wir regen an, für die neuen Höhen einen neuen stimmigen Begriff einzuführen wie z.B. «Orthokote» oder «Potentialhöhe» anstelle von «m ü. M.». Eine solche Bezeichnung ist dann Pflicht für jede Angabe einer Höhe. ▪ Weiterhin muss mit einer gross angelegten Kampagne die Einführung der neuen Höhen bekannt gemacht werden. Dies bei möglichst allen Nutzenden nicht nur in der Fachwelt. ▪ Die Einführung der neuen Höhen in der amtlichen Vermessung muss sorgfältig geplant werden. Gut wäre es, wenn die beiden Höhensysteme eine Zeit lang parallel geführt werden könnten.
30	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es sind bereits sehr viele Höheninformation vorhanden, die alle überarbeitet werden müssten. ▪ Es ist kein wirklicher Mehrwert durch eine neues Höhenbezugssystem gemessen an den Anwendungen auszumachen. ▪ Es gibt heute noch vereinzelt Erklärungsbedarf zwischen dem alten und neuen Höhenbezug 376.860 und 373.600 m.ü.M.
31	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlage Daten (Fixpunkte) müssen angepasst/transformatiert werden -> darauf aufbauend entstehen viele Projekte, welche teilweise sehr lange Projektierungs- und Realisierungsphasen haben (Autobahnbau, etc.) => Höhen dürfen nicht vermischt werden! Das muss irgendwie sichergestellt werden. ▪ Softwarehersteller müssen Applikationen anpassen. ▪ Information an Daten-Nutzer und -Produzenten. ▪ Bruch in Zeitreihen. ▪ Höhenfixpunkte (Kategorie 2 + 3) würden bei einer Transformation mit HTRANS die geforderten Genauigkeitswerte der TVAV nicht mehr erreichen (falls die Idee besteht, LHN95 offiziell einzuführen und HTRANS als Transformationstool zu verwenden). ▪ Der Aufwand eines Höhenbezugsrahmenwechsels ist sicher nicht zu unterschätzen. Dieser wird wohl etwa ähnlich hoch sein wie der Lagebezugsrahmenwechsel in den Jahren 2016 bis 2020.
32	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei einem Wechsel des Höhenbezugssystem erachten wir in unserem Bereich die technische Lösung als einfach machbar. ▪ Jedoch erwarten wir organisatorisch grosse Schwierigkeiten, weil neu und alt nicht offensichtlich voneinander zu trennen sind. Ein «Shift» der Höhenangaben um alt und neu zu trennen ist nicht praktikabel. Somit besteht bereits kurz und mittelfristig nach einem Wechsel grösste Verwechslungsgefahr, wenn «ältere» Unterlagen mit Höhenangaben konsultiert werden. Ausserdem: Wer weiss nach 5 Jahren noch, dass es einen solchen Wechsel gab?
33	<ul style="list-style-type: none"> ▪ GIS-Systeme sind heute noch mehrheitlich 2D- und 1D-Systeme. Ein neues Höhenreferenzsystem wird sich hier mit einem zusätzlichen Höhenattribut in den Datenmodelle auswirken. Gegenüber der Lagetransformation LV03 nach LV95 ist die Herausforderung hier wesentlich geringer. ▪ Der Einzug und die Verbreitung von 3D-GIS-Systemen – und damit die Menge der echten 3D-Daten – findet statt. Und damit wird die Einführung eines neuen Höhenreferenzsystems wiederum die Geometrieobjekte verändern. Die Herausforderung ist hier die gleiche wie beim Wechsel LV03/LV95: Die Änderung soll, wenn immer möglich, direkt in den GIS-Systemen erfolgen können. Insbesondere ohne Verlust der referenziellen Integrität bei den vielen Relationen. ▪ Auch die 3D Infrastruktur- und Monitordaten wachsen rasant, insbesondere auch in Cloud-Systemen. Mit geeigneten Werkzeugen wie z.B. FME können auch diese Daten idealerweise direkt geändert und gekennzeichnet werden. ▪ Die Absicht einer Notationskonvention für die Unterscheidung der neuen Höhen beruhigt meine Befürchtungen bezüglich der Verwechslung. Ich bin gespannt was für Vorschläge es geben wird. Weil zum Beispiel einfach eine Ziffer voranstellen wird nicht wünschenswert sein. ▪ Zum Abschluss kommen mir noch die vielen «materialisierten» Höhen in den Sinn – vom Bergkreuz über die Wandertafeln ...



34	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umgang mit Höhen in bestehenden und langandauernden Projekten. Grosse Infrastrukturprojekte dauern Jahrzehnte! ▪ Anpassung des Höhenbezugs hat erhebliche Auswirkungen, beispielsweise auf Leitungskataster. Dies wiederum hat Auswirkungen auf darauf abgeleitete Planungen. ▪ Die Kostenfolgen werden erheblich sein. Es ist fraglich, ob die Bereitschaft vorhanden ist, diese Kosten mitzutragen (v.a. auf Stufe Gemeinde, Zweckverbände). ▪ Das Fehlerrisiko ist erheblich. Beim Lagebezug ist eine einfache Unterscheidung des Systems (LV03 / LV95) möglich. Beim Höhenbezug ist diese Unterscheidung beim reinen Betrachten von Zahlen nicht gegeben.
35	<ul style="list-style-type: none"> ▪ technisch: voraussichtlich keine grossen Schwierigkeiten, Umrechnung muss aber modellbasiert möglich sein! ▪ organisatorisch: Kommunikation mit Baubewilligungsbehörden sicherstellen, bei länger dauernden und grossen Infrastruktur-Projekte von Privaten oder Behörden muss Bezugsrahmen klar ersichtlich sein (Verwechslungsgefahr, Rechtssicherheit).
36	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es gab bereits Anfragen an die kantonale Vermessungsaufsicht, ob und wann die Höhen in den kantonalen Geobasisdaten auf das neue Höhensystem LHN95 wechseln, insbesondere von Akteuren, die in der Vermessung und im Naturgefahrenbereich tätig sind. ▪ Die Gefahr besteht darin, dass die Höhenangaben verwechselt werden. Es braucht ebenfalls ein Argumentarium, um die politischen Entscheidungsträger von einem solchen Wechsel zu überzeugen. ▪ Meines Erachtens ist dieser Wechsel absolut notwendig. In der amtlichen Vermessung ist zu überlegen, ob und wie die Höhenangaben bei den Fixpunkten zu übernehmen sind.
37	<p>Für uns ist ein Wechsel des Höhenbezugssystems organisatorisch undenkbar. Die Begründung hierzu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sämtliche Beschriftungen auf (abgeleiteten) Geoprodukten (Stadtplan, amtliche Vermessung, etc) müssten überarbeitet werden. ▪ Die mögliche Verwechslungsgefahr (welches Bezugssystem ist was?) kann zwar mit einer Notationskonvention gelöst werden (siehe u.a. Situation in Deutschland mit Höhen NN NHN etc). In der Praxis werden aber oft einfach die Höhen ohne Bezeichnung (oder mit m.ü.M.) verwendet -> Stand heute kann davon ausgegangen werden, dass hiermit Gebrauchshöhen gemeint sind. Für Spezialanwendungen können heute schon z.B. LHN95-Höhen verwendet werden. ▪ Der Nutzen von streng orthometrischen oder gar ellipsoidischen Höhen ist im urbanen Raum aufgrund der geringen Ausdehnung äusserst gering (bisher keine Anwendung bekannt) ▪ Lokale Bauprojekte und/oder grössere Überbauungen arbeiten ohnehin mit lokalen Systemen (Stichwort BIM). ▪ Die Transformation mittels Geoidmodell und/oder Korrekturdienst ist auf den uns bekannten Mehrkanal-GNSS-Empfängern gut umgesetzt → d.h. es entstehen (zumindest für uns) keine nicht tolerierbaren Ungenauigkeiten. <p>Aus unserer Sicht ist von einem Wechsel des Höhenbezugsrahmens abzuraten. Die Vorteile für einzelne Anwendungen (primär in der Geodäsie und im hydrologischen Bereich) sind erkennbar, stehen aber unseres Erachtens in keinem Verhältnis zu den organisatorischen und logistischen Herausforderungen.</p>
38	Migration auf neuen Höhenbezugsrahmen und Anpassung von publizierten Höhen.
39	Zurzeit werden bei uns Höheninformationen (DTM, DOM, LiDAR) für Studien und Simulationen verwendet, die von anderen Organisationen (swisstopo) oder Büros erstellt, aufbereitet und verwaltet werden. Meist werden Auswertungen in sich abgeschlossenen Projektperimetern gemacht, in denen die Grundlage-Daten einheitlich sind. Wir verwenden und verwalten danach die Resultat-Daten, die aber keine Höheninformationen mehr haben.
40	<p>Verwechslungsgefahr der Gebrauchshöhen und «neuen» Höhen. Man müsste die neuen Höhen unterscheiden können.</p> <p>Wir haben heute schon das Problem, dass sich im Seeland im Grossen Moos (vor allem dort, wo Torfböden vorhanden sind) das Terrain setzt (je nachdem bis ca. 1 cm pro Jahr). Das heisst, wir müssen uns jetzt schon Gedanken machen, ob wir mit «Gebrauchshöhen» von Punkten, die sich setzen, oder mit «GNSS/Swipos»-Höhen ohne Kalibration arbeiten, da sich die Fixpunkte vor Ort setzen. Falls wir von Punkten ausgehen, haben diese eine Höhe, die zum Zeitpunkt x bestimmt</p>



	wurde, und seither ist dieser Punkt um x cm tiefer. Es kann angenommen werden, dass sich ein Bauwerk in etwa gleichsetzt. Sprich: Man müsste mit den Höhen ein Zeitstempel mitgeben und ein dynamisches Modell bestimmen. Je nach Projekt muss entschieden werden, mit welchen Höhen gearbeitet wird: relativ, relativ zu Gebrauchshöhen von einem Punkt, GNSS-Gebrauchshöhen.
41	<p>Bei laufenden Projekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Höhenfixpunkte müssen genau bezeichnet werden <p>Werkleitungskataster:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassung von Tausenden von (Schacht) höhen. ▪ Gemeinden sind sicher nicht bereit, für einen Aufwand zu bezahlen → haben keinen Mehrwert <p>kleinräumige DGM:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ da sehe ich kein Problem ▪ Bei Ergänzungen Jahre später ist der Höhenbezug einfach sehr wichtig (Datumsstempel!), damit die Höhe nachvollzogen werden kann <p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Gegensatz zur Umstellung LV03/LV95 mit dem klaren Wechsel auf siebenstellige Koordinaten, sieht man der angepassten Höhe die Anpassung nicht an (ist kein 10 000 oder so vorne dran)
42	Problem von sich senkenden Referenzpunkten (Torfverdichtung im Seeland, grosses Moos). Gefahr von Verwechslung zwischen den versch. Systemen, wenn sie nicht klar gekennzeichnet werden. Vor allem, wenn beide Systeme weiterhin in M.ü.M. angegeben werden...
43	Migration Basisdaten und zeitgleiche Umstellung des Referenzsystems beim GNSS. Ungültigkeit bestehende Höhen auf Papier-Plänen > Bewusstsein bei der Kundschaft schaffen, damit die verschiedenen Höhenbezugssysteme nicht vermischt werden; und auch bewusst sein, auf welches Höhensystem ein Plan abgestützt ist.
44	<p>Technisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixpunkt-Höhen müssen im Datenmodell der amtlichen Vermessung verwaltet werden können – allenfalls muss dazu der Wertebereich im Datenmodell vorgängig angepasst werden. ▪ Die Einführung neuer Höhen in den Daten der amtlichen Vermessung erachten wir technisch als unproblematisch. Einfach gesagt, muss lediglich die alte Höhe durch die neue Höhe ersetzt werden. Allenfalls ist dies automatisiert möglich, weil die Punkte mit den Punktnummern eindeutig identifiziert sind. <p>Organisatorisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die amtliche Vermessung ist eine Grundlage für Baugesuche. Entsprechend muss der Zeitpunkt der Umstellung in der amtlichen Vermessung mit den Bauverwaltungen koordiniert und abgesprochen werden. Bauherren, Architekten, Werke, etc. müssen vorgängig gut über die neuen Höhen informiert werden.
45	Höhenreferenzverschiebung muss frühzeitig kommuniziert werden, da es aktuell schwierig ist, Systeme mit Höheninformationen klar zu identifizieren.
46	Verwechslungsgefahr vor allem in der Übergangszeit.
47	<p>Verwechslungsgefahr -> Schadenfälle (altes/neues System nicht eindeutig unterscheidbar, v.a. auf analogen Plänen, die nicht immer genau datiert sind)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ grosser Aufwand zur Umrechnung von alten in neue Höhen (wäre bei fast jedem Projekt notwendig als Grundaufwand). Wer bezahlt das? ▪ rechtsverbindliche Angaben verlieren ihren Status bzw. die Glaubwürdigkeit. ▪ innerhalb Vermessungsbranche ev. noch organisierbar, da Verständnis vorhanden – alle nachgelagerten Planer, Architekten, Ingenieure etc., die unsere Daten für ihre Projekt teilweise jahrelang in irgendwelchen CAD-Beständen verwalten, oder langjährige Grossprojekte -> da ist dieser Wechsel sehr schwer erklärbar, und wir haben ihn nicht im Griff (Schadenfälle und unendliche Diskussionen sind absehbar).
48	Der Übergang in ein neues Höhenreferenzsystem muss eindeutig und einfach sein. Vor allem dann, wenn neue Projekte auf alte Planwerken aufbauen. D.h. konkret für unser Unternehmen: Die Tools zur Umrechnung der Höhen sollten entweder in unsere Softwareprodukt integrierbar (im Idealfall gibt es ein API und eine aussagekräftige Dokumentation dazu), oder ohne grossen Aufwand von uns nachprogrammierbar sein.



49	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auch mit einer Notationskonvention können Höheninformationen in Form von Attributen (= Zahlenwerte) oder als Geometrie in einer Geodatenbank nicht zweifelsfrei einem Höhenreferenzsystem zugeordnet werden. Wir arbeiten vor allem im Bereich der Leitungskataster mit unterschiedlichen Datenquellen mit teilweise unbekanntem Genauigkeiten. Wenn dazu noch verschiedene Höhenbezüge kommen, die nicht auseinandergelassen werden können, verkompliziert dies die Datenhaltung, und es können aufgrund von Verwechslungen hohe Folgekosten entstehen. ▪ Bsp. ein Geländemodell bezieht sich auf LN02, der Leitungskataster auf LHN95. Architekt plant einen Neubau mit einer Bodenplatte auf einer Höhe, die die Entwässerung gerade noch mit Minimalgefälle ermöglicht. Erst nach Fertigstellung der Bodenplatte stellt man fest, dass aufgrund von unterschiedlichen Höhenbezügen die Entwässerung nicht funktioniert. <p>Fazit: Für kommunale Infrastruktur-Kataster und für die Bauprojektierung wäre ein Wechsel des Höhenreferenzsystems mit grossen Risiken verbunden, welche nicht durch den Nutzen eines Wechsels ausgeglichen werden können. Für Spezialanwendungen kann ein globaler Höhenbezug natürlich schon Sinn machen, aber dazu muss man nicht gleich für alle Geodaten das System wechseln.</p>
50	<p>Im Rahmen von Höhen in Gestaltungsplänen. Es gibt Parameter vom gewachsenen Terrain als Basis, daraus werden dann z.B. Firsthöhen in m.ü.M. festgelegt...</p> <p>Hochwasserschutzziele sind in m.ü.M. definiert. Diese Grundlagen dienen uns Planer im Rahmen von Baugesuchen.</p> <p>Diese Planwerke müssen verbindlich nachgeführt werden.</p>
51	<p>Es ist nicht hinterlegt, in welchem Höhensystem gemessen wurde. Nicht klar, ob es LHN95- oder LN02-Höhen sind. Es kann keine Zahl den Höhen vorangestellt werden wie beim Lagebezugssystemen. Es gibt immer wieder Verwechslungen bei den Höhensystemen. Es arbeiten sehr viele nicht-Fachleute auf Baustellen etc. mit Höhen (z.B. GNSS); diesen Personen ist nicht klar, dass es verschiedene Höhenbezugssysteme gibt.</p>
52	<p>Mit einem neuen Höhenreferenzsystem müssen die Höheninformationen mit Bezug zu LN02 in den Ferngas-GIS-Systemen aller Betreiber neu berechnet werden. Das Planwerk muss angepasst und komplett erneuert werden.</p>
53	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verwechslungsgefahr ist sehr gross! ▪ Notationskonventionen an der Höhe werden in der Praxis wegen der vielen Softwareprodukten kaum praktikabel umsetzbar sein. ▪ Dennoch: Die Angst von Verwechslungen usw., darf nicht davon abhalten, die Höhen in den Griff zu kriegen. Es passieren laufend Fehler mit den Höhen in der CH. Die Gründe sind vielfältig, haben aber nicht selten auch damit zu tun, dass die Höhenqualität den heutigen Anforderungen bei weitem nicht mehr genügt – insbesondere in den Baugebieten. ▪ Auf lange Sicht würde ein globaler Höhen-Referenzrahmen den Umgang mit den Höhen deutlich vereinfachen. Auch bspw. für Baubewilligungen. ▪ Für «Nicht-Geomatiker» sind die Höhen heute viel zu kompliziert. Denn sie wissen nicht, was sie tun.
54	<p>Bezug zu alten Messungen bei Grundbuch- und Leitungskatasternachführung</p>
55	<p>Die Genauigkeit und die Erstehung der Höhendaten feststellen. Sind die Messungen im alten oder neuen Höhenreferenzsystem gemessen worden?</p>
56	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Das Hauptproblem scheint mir die Unterscheidbarkeit der beiden Höhensysteme LN02 und LHN95... ▪ Die Verwechslungsgefahr wird doch recht gross sein, und so einfach und schnell werden die alten Höhen LN02 ja nicht verschwinden. ▪ Was sich bei den Lagekoordinaten einfach realisieren lässt – mit + 2'000'000 in E und + 1'000'000 in N –, ist bei der Höhe nicht so einfach handhabbar. ▪ Wie soll da eine Notationskonvention aussehen? ▪ Grundsätzlich können wir gut mit einem neuen, streng orthometrischen Höhensystem leben, da wir diese beiden Höhensysteme bereits jetzt schon verwenden und auch verwalten. Als offizielles Höhensystem wegen der bisherigen Anbindung an die amtlichen Höhen der HFP1, 2 und 3) verwenden wir natürlich immer noch LN02. ▪ Organisatorisch und technisch treten bei uns bei einem Wechsel von LN02 auf LHN95 keine allzu grossen Probleme auf.



57	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die eindeutige und klar erkennbare Kennzeichnung, auf welchem Referenzsystem die Höhen basieren ist eminent wichtig. ▪ Ich sehe primär allfällige Probleme bei den Nutzern der Daten (Architekten, Bauunternehmen, etc.). Hier können Fehlinterpretationen schnell zu hohen Schäden führen. Daher ist die sofortige Erkennung, ob es sich um LN02- oder LN95-Höhen handelt, so wichtig. ▪ Die Problematik besteht vor allem ab dem Zeitpunkt der Umstellung, bis sich das neue Referenzsystem etabliert hat (siehe Umstellung LV03 auf LV95).
58	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meiner Meinung nach ist die hohe Verwechslungsgefahr der unterschiedlichen Höhenangaben der grösste Knackpunkt. Dies eine Annahme aufgrund eigener Erfahrungen mit dem Wechsel vom LV03 ins LV95. ▪ Dort werden immer noch teilweise bedenklichen Aussagen von Fachpersonen rund um den Ingenieur- und Bausektor (z. Bsp. Architekten, Bauleiter, Bauführer, Planer) getätigt, die eine enorme Wissenslücke aufzeigen (z. Bsp.: «Um Koordinaten vom LV03 ins LV95 zu transformieren, muss man ja nur eine 2 und eine 1 vor die Koordinaten setzen»). ▪ Zusätzlich sind diese Personen teilweise Beratungsresistent und hören oder berücksichtigen nicht die Ratschläge, Anmerkungen oder Infos von den Vermessern; das birgt zusätzliches Konfliktpotenzial. ▪ Ich denke darum, dass eine klare Kennzeichnung/Unterscheidung der Höhenangaben und zusätzlich ein grosser Aufwand an Kommunikation nötig sind. ▪ Dies bedeutet im Umkehrschluss auch ein vermehrter Aufwand für unsere Ingenieurbüro. ▪ Trotzdem bin ich ein grosser Befürworter eines Wechsels des Höhenbezugssystem – und zwar so schnell wie möglich. ▪ Ich denke, der Aufwand für einen laufenden Wechsel ist momentan noch annehmbar; dies wird sich im Laufe der nächsten 10 Jahre aber in eine andere Grössenordnung steigern (aufgrund der immer grösseren Nutzung von Geodaten und deren Höhen), welche dann sehr zeitintensiv und mühsam werden kann.
59	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Handhabung laufender Bauprojekte in LN02, insbesondere grössere Infrastrukturprojekt ▪ Leitungsinformation Abwasser: Neuberechnung von Gefällen ▪ Rechtlich verbindliche Höhendefinitionen in der Nutzungsplanung.
60	<p>Die Transformation von Punktwolken aus Laserscans wird wohl nicht ganz einfach sein. Bei den GIS-Datensätzen sehe ich kein Problem.</p>
61	<p>Grundsätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wir verwalten nebst AV diverse Kataster, z.B. Werkinformationen. ▪ Und auch in der Bauvermessung sind absolute wie auch relative Höhen sehr wichtig. ▪ Viele Daten sind bereits im geocat inventarisiert. Eine Wiederholung für diese Umfrage ist sehr aufwendig. <p>Allgemeines:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kataster können eine langjährige Entstehungsgeschichte und Historie haben. Die Datenherkunft kann sehr heterogen sein. ▪ Die Höhe ist per se «heikel» in der Datenverwaltung. Viele GIS sind zudem noch 2D geführt, und die Höhe ist lediglich ein Attribut und unterliegt keinem «Bezugsrahmen» im eigentlichen Sinne im 2D-GIS. ▪ Bei einer künftigen Transformation bestehender (Höhen-)Daten ist es natürlich essenziell, dass die Metadaten zu den Höhen bekannt und hochverfügbar sind. und dass das Referenzsystem angegeben wird. Insbesondere in der Übergangszeit (die vermutlich mehrere Jahre dauert) ist es umso wichtiger. ▪ Szenario Leitungskataster mit allen SIA-Medien: Bis alle Leitungsmedien transformiert sind, kann dies einige Zeit dauern (aufgrund unterschiedlicher Datenverwaltern etc.). Das kann die Verwendung der Daten sehr mühsam machen. ▪ Andere Herausforderung als z.B. bei einer Lagetransformation, z.B. LV95. ▪ Im Abwasser (z.B. SIA405 Interlis) sind die Höhen lediglich als Text vorhanden (z.B. Schachtblock-Bezeichnung MTEXT). Sprich: Es müssen nicht nur die Sohlenkoten etc. angepasst, sondern innerhalb von Textfeldern müssen die Werte transformiert werden. ▪ Vermutlich lösen Orthometrische Höhen auch nachfolgende Probleme nicht gänzlich (Fragen aus der Praxis): ▪ Warum passen Höhen vom HFP2-Netz nicht zu umliegenden LFP3-Höhen?



	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LFP3-Höhen können je nach Entstehung und Nachbarschaftsbeziehung auch im selben Operat nicht passen (unabhängig vom Schwerefeld). Sprich: Das kann nur mit einem neuen Gesamtausgleich über das ganze Netz korrigiert werden. ▪ Insbesondere zum Anwendungsgebiet der Hochwasserstände: Je nach Seestand und Grundwasserspiegel und z.B. in Moor-/Riedgebieten kann es sehr schnell zu Abweichungen von einigen Zentimetern in der Höhe von Fixpunkten kommen. Leider sind diese Höhen auch bei Höhen- und Lagefixpunkten der AV nicht fix, unabhängig vom Schwerefeld, sondern stark von der lokalen Lage abhängig. ▪ Höhen, die mit GNSS bestimmt werden, werden schon heute stark approximativ weiterverwendet (Stichwort: HTRANS). Durch Fehlerfortpflanzung und Anbindung an schlecht bestimmte Punkte ist dieser Prozess unaufhaltsam. Sprich: Es bedarf einiges an (interner) Schulung zur Problematik und Problemlösung bei den Vermessungsfachleuten und den vielen Anwendern ihrer Daten. ▪ Spannendes Thema! Viel Erfolg, und wir bleiben gespannt auf die Auswertung.
62	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Leitungskataster, welcher GIS-basiert ist, sehen wir weniger ein Problem. ▪ Diese Höhen müssen einmalig umgerechnet werden. Danach wird mit den neuen Höhen gearbeitet. ▪ Beim technischen Archiv, welches aus analogen und digitalen Plänen besteht, gibt es das grössere Problem. ▪ Die Daten können nicht einfach umgerechnet werden. ▪ Man wird im technischen Archiv dann Pläne haben, solche mit den neuen Höhen und solche mit den alten Höhen. ▪ Es besteht eine grosse Verwechslungsgefahr, beziehungsweise Unsicherheit welche Höhen es nun sind. ▪ An Orten wie Reservoirs etc., wo viele Pläne mit Höhen vorhanden sind, könnte es auch zu Verwechslungen der Höhen führen. Was nicht ganz unproblematisch ist. ▪ Für Grossprojekte, die über mehrere Jahre dauern und dadurch in beide Höhensysteme fallen. ▪ Viele Daten in digitaler und analoger Form. Viele Personen, die am Projekt und/oder an Teilprojekten arbeiten.
63	<p>Sämtliche Daten müssen umgerechnet und in der Datenbank ersetzt werden. Unsere Daten werden unter anderem auch benutzt, um Erosion zu erkennen, weshalb wir auf vergleichbare Daten angewiesen sind.</p>
64	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beim Strassenlärmbelastungskatasters fliessen diverse Grundlagendaten mit Höhenbezug ein. ▪ Beispiele sind Geländemodell, Oberflächenmodell sowie Stadtmodell (Gebäude und Brücken). ▪ Diese Daten müssen von der Lage her, auch von der Höhe, zwingend zusammenpassen. ▪ Es ist wünschenswert, dass die verschiedenen Grundlagendaten im gleichen Höhenreferenzsystem vorliegen. ▪ Falls sie in verschiedenen Höhenreferenzsystem vorliegen, muss bekannt sein in welchem, und sie müssen transformierbar sein, damit sie schlussendlich zusammenpassen.
65	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestandesdaten ändern die Höhen, dadurch verändert sich bei den Leitungen auch die Angaben zu den Gefällen. ▪ Durch Veränderung der Höhen am Bestand gibt es Differenzen zu Projekten, welche in Ausführung sind (Projektierung im alten Bezugsrahmen Vermessung / Bau im neuen Bezugsrahmen) ▪ Bestandespläne (z.B. Kanalisationspläne) enthalten Informationen zu Höhen. Durch den Wechsel auf den neuen Bezugsrahmen stimmen die Angaben nicht mehr mit transformierten, digitalen Daten überein. Das führt zu Unsicherheit und Fragen. ▪ Bei Leitungen, die heute im Freispiegel entwässern und korrekte Höhen haben, könnten aufgrund der Transformation die Anfangs- und Endhöhe so verändert werden, dass neu ein «Gegengefälle» entsteht und die Daten nicht mehr korrekt sind.
66	<p>Aufwand, um die als Attribute gespeicherten Höhen zu exportieren, mittels eines Tools umzuwandeln und wieder einzulesen.</p> <p>Ingenieurbüros, die uns die Daten für die ausgeführten Projekte liefern, müssen mit den entsprechenden Messgeräten ausgerüstet sein um uns die Höhen im neuen Höhenreferenzmodell</p>



	<p>liefern zu können. Sonst besteht die Gefahr, dass Höhen zweier unterschiedlicher Höhenreferenzsysteme vorhanden sind.</p>
67	<p>Verwechslungsgefahr aufgrund nicht klar zuweisbarer Höhenbezugssysteme – und daher unklare Möglichkeit der Transformation. Näherungstransformation HTRANS für Anwendungen im Vermessungsbereich bezüglich Genauigkeit ungenügend.</p>
68	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr hohe Verwechslungsgefahr bei allgemeinen Nutzern von Höhendaten ▪ Verwirrung bei Nutzern ▪ zusätzlicher administrativer Aufwand
69	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es werden sicher technische und organisatorische Probleme auftreten. ▪ Aber auch diese werden, wie beim Wechsel vom LV03 zu LV95, nach ein paar Jahren bewältigt sein. ▪ Beim Wechsel von LV03 zu LV95 war eindeutig an der Koordinate zu erkennen, ob es eine neue oder eine alte Koordinate ist... ▪ Wie wird dies bei der Höhe gelöst? Woran erkennen die User, dass es sich um die neue Höhe handelt? ▪ Welchen Einfluss haben die neuen Höhen auf die bestehenden Höhenfixpunktnetze? ▪ Wie können die neuen Höhen schnell in die bestehenden GIS-Lösungen implementiert werden?
70	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Handhabung von Höhen in Projekten, welche länger als die Umstellungszeit dauern, wird herausfordernd. Es besteht erhöhte Verwechslungsgefahr, wenn neue Pläne fälschlicherweise mit einem anderen Höhenbezug erstellt werden als die bisher im Projekt verwendeten Höhen. ▪ Es gibt eine Vielzahl alter Pläne, in welchen Rechte/Pflichten durch Höhen beschrieben sind (z.B. Aussichtsschutz, Höhenbeschränkungen, etc.). Diese meist analogen Dokumente können nicht übertragen werden. Wie wird sichergestellt, dass auch lange Zeit nach der Höhenumstellung allen Beteiligten klar ist, auf welchen Höhenbezug sich die Angaben beziehen? ▪ Bei Leitungen könnten sich durch die Transformation Gefälle und somit die hydraulische Ausbreitung verändern; es könnte zu Leitungen mit Gegengefälle in den Daten kommen, welche in der Realität so nicht existieren. ▪ Viele Transformationen in der Übergangszeit; viel Beratung von «Laien» notwendig --> meist wohl nicht verrechenbar.
71	<p>Bitte beachten Sie: Die Umfrage wurde mit Fokus auf Geodaten (Zuständigkeit bei den Abteilungen Geoinformation und Vermessung) beantwortet. Jedoch gibt es in vielen weiteren kantonalen Ämtern (u.a. Tiefbau, Hochbau, Amt für Wasser und Energie, Amt für Umwelt, Archäologie, Denkmalpflege, Polizei, ...) Datensätze mit Höhenbezug, die von einem Wechsel des Bezugssystems betroffen wären. Diese sind mit der vorliegenden Bestandaufnahme nicht erfasst. Wir stehen einem Wechsel des Höhenbezugssystems positiv gegenüber, insbesondere um auf ein zukunftsfähiges System zu bauen und um der sich ständig verbessernden GPS-Messtechnik gerecht zu werden.</p> <p>Dennoch sehen wir folgende Herausforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Wechsel des Bezugssystems würde einen immensen Aufwand nach sich ziehen. ▪ Schwierigkeit, überhaupt alle Daten mit Höhenbezug ausfindig zu machen (insbesondere analoge Daten). Das Risiko ist hoch, dass nicht alle relevanten Daten identifiziert werden und nach einem Bezugsrahmenwechsel Daten im alten, wie auch im neuen Bezugsrahmen vorliegen, allenfalls ohne Wissen darum, welcher Bezugsrahmen für die jeweilige Höhenangabe gilt. ▪ Digitale und analoge Daten passen nicht mehr zusammen, da mit unterschiedlichen Bezugssystemen angegeben. ▪ Verwechslungsgefahr, wenn nicht auf den ersten Blick ersichtlich ist, ob Höhen in neuem oder altem System erfasst sind (Notationskonvention kann hier Abhilfe schaffen). ▪ Nach einem allfälligen Bezugsrahmenwechsel ist für eine einzelne Höhenangabe (insbesondere analog) nicht (mehr) nachvollziehbar/ersichtlich, in welchem Bezugsrahmen sie sich befindet bzw. ob ein Bezugsrahmenwechsel schon stattgefunden hat, da sich die verschiedenen Bezugsrahmen i.d.R. nur um wenige cm bis dm unterscheiden. Es kann nicht garantiert werden, dass der Bezugsrahmenwechsel in allen vorhandenen Datenkopien auch realisiert wird. Es würde ein Chaos entstehen. Höhendifferenzen von wenigen cm bis dm würden immense Probleme verursachen – bspw. bei Abwasserleitungen würde infolge falschem Gefälle die Fliessrichtung umgedreht werden usw. (geplante Verschiebung der Höhenwerte muss genügend gross sein, sodass Unterscheidung möglich wird).

72	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umsetzung der Notationskonvention – Unterscheidung zwischen den Höhenreferenzen ist für den Anwender/Laien heikel. Wird zu Fehlern in der Verwendung führen. ▪ Vorzuziehen ist die Beibehaltung des Höhenbezuges LN02 resp. dessen Unterhalt; für Grossprojekte (z.B. Tunnelbau) ist ein lokaler Höhenbezug situativ zu prüfen.
73	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die bestehenden Datensätze sind sehr umfangreich und teilweise inkonsistent bei der Verwendung und Entstehung von Höhen (z. B. Leitungskataster). Es ist entsprechend aufwändig, bei einer Transformation, alle Daten zu finden und zu transformieren. ▪ Für Daten, die von unseren Kunden laufend weiterverwendet werden, muss die Umstellung mit dem richtigen Timing erfolgen, damit keine Redundanzen und Missverständnisse entstehen. Kunde verwenden i.d.R. GNSS, um sich relativ zu unseren Daten zu positionieren (z. B. Snow Management), oder arbeiten direkt mit Daten von uns (z. B. LK-Daten für Kanal-TV mit Georeferenzierung). ▪ Bei bisherigen Transformationen (z.B. spannungsfreies Graubünden) wurde nur die Lage-transformation vorgegeben und mit einem offiziellen Tool durchgeführt (Fineltra). Eine Dreiecksvermaschung war für die Höhe nicht vorgesehen. → Unterschiedliche Büros lösen dies mit unterschiedlichen Methoden, im ungünstigsten Fall mit einer globalen Translation. Unsere Lösung war eine Interpolation über alle Anschlusspunkte mit Kriging. ▪ Wichtigster Punkt: In GIS-Systemen ist die Höhe ein Attribut und keine Geometrie! Dies bedeutet, dass von Hand die entsprechenden Feature-Klassen ausgewählt und transformiert werden müssen, was sehr aufwendig und fehleranfällig ist. GIS-Tools zur Transformation der Geometrie (Shape) greifen nicht!
74	<p>Hinweis 1: Meine Antworten beziehen sich nicht ausschliesslich auf meinen persönlichen Umgang mit Höhendaten, sondern stellen eher eine Gesamtsicht der Verwaltung dar.</p> <p>Hinweis 2: Ihre obige Aussage «...um einige Dezimeter kommen, die durch eine Notationskonvention eindeutig gekennzeichnet werden...» steht in krassem Widerspruch zur Aussage von swisstopo in cadastre 39, S. 22: «... Anders als beim Wechsel des Lagebezugssystem muss man sich ausserdem bewusst sein, dass es bei Höheninformationen nicht möglich sein wird, die Koordinaten mit einer zusätzlichen Ziffer zu ergänzen, um das alte Höhensystem vom neuen zu unterscheiden...».</p> <p>An einem kleinen Beispiel lässt sich die Problematik veranschaulichen: bestehende LiDAR-Punkte → Transformation → Neuberechnung DTM → Neuberechnung Höhenkurven (weil sich die Lage und Form der Kurven verändert) → Korrektur des Übersichtsplanes der AV zusammen mit den transformierten Höhekoten (Höhenfixpunkten), damit keine Widersprüche vorliegen. Der ÜP mit LHN95 kann erst publiziert werden, wenn er als Ganzes überarbeitet ist. Wieviel Korrekturarbeit notwendig ist und wie lange dies dauert, kann erst nach genaueren Analysen und Pilotstudien genauer bestimmt werden. Das Entscheidende an diesem Beispiel ist, dass – anders als beim Wechsel des Lagebezugssystem – nicht jeder Datenbestand isoliert und einzeln umgerechnet werden kann, sondern die Transformation nur im Zusammenhang erfolgen kann.</p> <p>Meine kurzgefasste Meinung ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Wechsel auf LHN95 ist unumgänglich. ▪ Je länger man mit der Umstellung wartet, umso mehr Datenbestände müssen umgewandelt werden. ▪ Die Umstellung auf LHN95 ist komplexer als es der Wechsel des Lagebezugssystem (BRW) war. ▪ In der Praxis fehlen noch das entsprechende Bewusstsein und die fachlichen Kenntnisse. ▪ Die Analyse und Evaluation, was in welchem Fall gemacht werden muss, ist wesentlich anspruchsvoller als beim BRW die Wahl der Transformations-Methode. Daher braucht allein der Vorlauf wesentlich mehr Zeit. ▪ Die Praxis braucht nicht nur kostenlose Tools, sondern Experten, welche bei der Evaluation und Planung der Transformation helfen, sowie Informations- und Diskussionsplattformen. ▪ Da man den Höhenangaben das Bezugssystem nicht direkt ansieht, haben diesbezügliche Metadaten eine grosse Bedeutung – und dies nicht nur in der eigentlichen Umstellungsphase, sondern auch noch später, da es nicht gelingen wird sämtliche Höheninformationen auf LHN95 zu bringen. ▪ Es braucht auch ein «Best Practice» für auf Höhendaten basierende Prozesse wie Bauprojekte, hydrologische Berechnungen, etc.



Réponses en français :

75	<ul style="list-style-type: none">▪ Chantier en cours à modifier les altitudes.▪ Règlement communal avec altitudes maximum pour la hauteur des bâtiments.
76	<ul style="list-style-type: none">▪ Pas (trop) de problème (quoique) pour nous (géomètres), mais pour certains de nos clients (petite commune par exemple ou entreprises de construction)▪ Difficulté lorsqu'il s'agira de reprendre d'anciens dossiers avec d'anciennes altitudes ... et faire comprendre d'où vient la différence et s'assurer qu'il n'y aura pas de mélange ...
77	Vu le faible volume d'information que nous gérons, cela aura une incidence très relative.
78	<ul style="list-style-type: none">▪ Continuité des mandats (reprise ou non des données antérieures, transformation, etc.)▪ Risque de confusion entre système altimétrique▪ Compréhension des maîtres d'ouvrage▪ Formation des professionnels de la mensuration
79	<ul style="list-style-type: none">▪ Les données que nous traitons sont parfois acquises par différents corps de métiers en fonction du projet : il faudrait alors que le changement soit marqué très clairement sur les différents points fixes utilisés pour que les géomaticiens qui traitent les données par la suite soient sûrs de ne pas faire d'erreur.▪ Dans notre cas, il faudrait aussi prévenir notre fournisseur GNSS pour qu'il puisse implémenter le nouveau modèle de correction au plus vite.▪ Enfin, il y aurait un travail organisationnel pour la conversion des données sur les projets de recherche en cours.
80	<ul style="list-style-type: none">▪ L'introduction d'une convention de notation peut engendrer du travail supplémentaire pour les producteurs de données. Il faudra rapidement en définir les modalités et son caractère contraignant ou non.▪ Pour la mensuration nationale, les altitudes les plus « populaires » sont celles des montagnes, des cols, des panneaux indicateurs, etc. Ces altitudes sont arrondies au mètre. Avec le nouveau système altimétrique, la grande partie des altitudes dans les alpes vont « gagner » environ 50 cm. Si on y ajoute l'arrondi arithmétique, environ 50 % des altitudes des montagnes vont changer de 1 m sur la carte nationale (les altitudes sont tirées de swissTLM3D et de swissALT13D). Une communication claire au public sera nécessaire.▪ Si les géodonnées de base de droit fédéral doivent être distribuées dans les deux systèmes durant une période de transition, nous devons gérer deux fois plus de données dans notre offre de téléchargement OGD. Pour des données très volumineuses des modèles numériques altimétriques, ceci engendra des coûts de stockage énorme (une transformation on the fly n'étant pas envisageable). Il faut exiger un changement rapide sans période de transition.▪ Il faudra définir si la mise en place se fera sur les nouvelles données uniquement ou si les données historisées doivent également être transformées. L'article 5 de l'Ogéo devra être bien formulé. Eventuellement n'exiger RAN95 que pour des données avec une certaine précision altimétrique.▪ Le reprocessing des énormes quantités de données déjà existantes sera coûteux, même si techniquement nous ne voyons pas de problème particulier.▪ Economiquement, il aurait été judicieux d'introduire ce nouveau système de référence altimétrique avec l'introduction de MN95.
81	<ul style="list-style-type: none">▪ Si la différence altimétrique entre les deux systèmes est constante, aucun problème, car une simple addition ou soustraction pourra être réalisée.▪ Si la différence n'est pas constante, un nouveau relevé devra être entrepris sur environ 5000 regards et environ 2000 grilles.▪ Une personne devra effectuer ce relevé pendant plusieurs semaines et effectuer la mise à jour de notre SIT.
82	S'il ne s'agit pas d'une simple translation. Cela va engendrer que si on calcule la pente de nos conduites en se basant sur des points relevés par le géomètre, on pourrait avoir des différences voir des contre-pentes qui ne sont pas réelles dans le terrain...



83	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le référentiel NF02 est très simple et facilement compréhensible. ▪ Il permet à n'importe qui de comprendre d'où vient la référence altimétrique ce qui facilite une bonne utilisation de la référence altimétrique. ▪ En cas de changement, le nouveau référentiel sera probablement fondé sur des notions complexes qui ne le rendra compréhensible qu'à une fraction limitée de spécialistes. ▪ A mon avis les problèmes proviendront de par un manque de connaissances/compétences des utilisateurs plus que de problèmes techniques ou informatiques.
84	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour les routes nationales, les données altimétriques sont utiles et utilisées de façon locales et par conséquent les problèmes éventuels seraient liés à la mise à jour des données altimétriques des différents objets d'inventaire des routes nationales. En soit, un nouveau système altimétrique ne va pas changer ni amener une amélioration quelconque au niveau des routes nationales. ▪ L'altimétrie utile au niveau des routes nationales étant locale, le soucis principal sera de faire correspondre de nouvelles techniques de mesures sur un nouveau référentiel par rapport aux données altimétriques actuelles. Toutes les données altimétriques de l'ensemble des objets d'inventaire des routes nationales devront être mises à jour. ▪ L'intérêt d'un nouveau référentiel altimétrique pour les routes nationales est selon moi minime et indirect. Compte tenu du caractère très local des données altimétriques utiles aux routes nationales, l'acquisition radar locale est quasi suffisante ; ceci-dit, si à l'avenir cette acquisition locale peut être directement liée à un référentiel altimétrique général, et bien cela peut simplifier le traitement des données acquises. Donc l'intérêt ne concerne que l'acquisition rapide de nouvelles données altimétriques et ce en fonction des nouvelles technologies de mesure ; mais dans un premier temps, avant de bénéficier de cette rapidité d'acquisition des mesures, il faudra un travail de mise à jour des données actuelles de l'ensemble des objets des routes nationales.
85	Il pourrait y avoir confusion et divergence dans des systèmes de transport de fluide (eaux usées et eau potable) qui demanderont durant le temps de mise en place des mesures accrues de vérification des profils hydrauliques.
86	<p>Au niveau technique, nous sommes favorables à une transformation simple entre les informations altimétriques issues des différents équipements et le système de référence altimétrique utilisé en Suisse.</p> <p>Il faudra néanmoins résoudre deux questions principales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comment seront gérées les altitudes dans le domaine de la construction, notamment la notion d'altitude de référence ? ▪ Comment transforme-t-on les informations existantes, notamment les données LiDAR ?
87	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comment identifier et convertir l'ensemble des données à référence altimétrique ? Les données de référence sont clairement identifiées, mais les altitudes sont sur de nombreux produits différents (plans, bases de données...) ▪ Difficile d'imaginer une convention de notation fiable et durable : si couleur QUID des copies ? L'altitude doit rester cohérente par rapport au niveau de la mer. Dans une donnée numérique, la représentation n'existe pas ...
88	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La transition du système MN03 en MN95 (coord. Y et X) a été réalisée ces derniers temps et cela n'a pas généré des problèmes insurmontables. ▪ swisstopo a mis à disposition plusieurs outils de transformation des données pour passer des « anciennes » aux « nouvelles » coordonnées. ▪ Je peux m'imaginer que pour l'amélioration de la précision altimétrique, des outils similaires seront disponibles. ▪ Il est important d'avoir une certaine uniformité de système, pour nos différents intervenants, au niveau de la Suisse. ▪ Je ne vois aucun problème au niveau de nos applications métiers.
89	Difficultés de s'assurer avec quelles altitudes on travaille avec tous les partenaires (clients, ...)
90	Une modification globale devra être opérée afin de gagner du temps. Si cette modification n'est pas possible et doit être réalisée à la main, il nous faudra plusieurs semaines pour décaler les valeurs altimétriques.



91	Mise à jour des données altimétriques en cas de changement de référentiel altimétrique. Pérennité des formats des données d'échange/de stockage
92	Le canton devra mettre à jour tôt ou tard ses cartes de danger et cartes de cotes de protection pour être à jour avec le nouveau système de référence altimétrique.
93	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si les spécialistes sauront s'adapter, travailler avec les 2 référentiels et sauront identifier sans risque le référentiel utilisé, j'ai peur que dans le domaine de la construction, les employés des entreprises de construction se trompent et construisent dans le mauvais référentiel (projet établi en NF02, mais référentiel utilisé en RAN95), en particulier pour les transformations de bâtiments avec reprise d'anciens et vieux documents. Les architectes utiliseront-ils les conventions de notation ??? Pas convaincu. ▪ Les GNSS professionnels permettent les corrections altimétriques (grille) pour être conforme à l'usage des altitudes NF02 ; donc la continuité de l'usage des altitudes NF02 reste possible sans contrainte particulière y compris avec les GNSS pour des précisions similaires avec la précision des GNSS RTK. ▪ Seuls les projets devant garantir des précisions sub-centimétriques peuvent avoir des soucis, mais ces projets étant suivis par des ingénieurs géomètres compétents, ils savent s'adapter et proposer des solutions qui s'absout des imprécisions et différences des altitudes NF02.
94	La publicité hors du monde des géomètres pour bien faire comprendre cette notion assez abstraite pour beaucoup de monde
95	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les problèmes techniques ne seront pas au niveau de notre organisation mais, dans la multitude d'utilisateurs qui n'auront pas eu connaissance de ce changement ou pas compris la nouvelle notation à venir. ▪ Cela pourra conduire à des contraintes importantes lors de travaux en lien avec une altitude imposée (dangers naturels) et pourra amener des conflits. ▪ La communication et la notation devront minimiser ces risques.
96	Comment seront gérés les problèmes des règlement ou servitudes qui imposent une cote altimétrique ?
97	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour les ouvrages souterrains on remesure pour chaque projet car on a rarement des données fiables sur les altitudes (beaucoup de projets dates des années 1890 à 1930). ▪ Actuellement on ne travaille qu'avec le GNSS et on est très intéressés pour avoir de bonnes mesures et valeurs avec ces appareils.
98	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mélange d'anciens et nouveaux produits altimétriques ▪ Travail très conséquent pour mettre à jour les valeurs d'altitude de données anciennes. ▪ Risque de confusion élevé : pas moyen de différencier avec l'altitude « brute » entre données anciennes et nouvelles. ▪ Risque croissant de problèmes juridiques.
99	Confusion possible dans les valeurs altimétriques, beaucoup plus marquée que pour la planimétrie. Nombreux cas de figure restent à éclaircir.

Réponses en italien :

100	In principio nessuna rimarca, sarà da prestare particolare attenzione alla convivenza dei due sistemi in particolare in relazione a grandi progetti stradali
101	Per la gestione delle reti PFP e PFA non ci sono problemi particolari. Bisognerà convertire e ricalcolare le nuove quote, aggiornando in seguito la relativa BD.

