



# ResMap

Projet personnel de semestre  
Visualisateur web de résultats issu de  
calculs géodésiques LTOP

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1 INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
1.1 CONTEXTE	3
1.2 OBJECTIFS	4
1.2.1 RENDUS	4
<b>2 INTERFACE ET UTILISATION</b>	<b>5</b>
2.1 IMPORT	5
2.2 MENU ET COUCHES	6
2.2.1 MENU « POINTS »	6
2.2.2 MENU « OBSERVATIONS TERRESTRES »	7
2.2.3 MENU « OBSERVATIONS DE COORDONNEES »	7
2.2.4 MENU « SESSIONS GNSS »	8
2.2.5 MENU « INDICATEURS DE PRECISION »	8
2.2.6 MENU « INDICATEURS DE FIABILITE »	9
2.2.7 MENU « RESIDUS NORMES »	11
2.2.8 MENU « DIFFERENCES AVEC COORDONNEES INITIALES »	12
2.3 FOND DE CARTE	13
2.4 ORDRE D’AFFICHAGE	14
2.5 CLIC-INFO	14
2.5.1 COORDONNEES AU CLIC	14
2.5.2 OBSERVATION TERRESTRES	14
<b>3 STRUCTURE DU PROGRAMME</b>	<b>15</b>
3.1 DONNEES DE BASE A L’IMPORT – FICHIER. PRNX	15
3.2 ARBORESCENCE DU PROGRAMME RESMAP	15
<b>4 PROGRAMMATION</b>	<b>16</b>
4.1 LANGAGES	16
4.2 BIBLIOTHEQUES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
4.3 METHODE GENERALE	16
<b>5 SUIVI ET DUREE DE DEVELOPPEMENT</b>	<b>17</b>
<b>6 COMPARAISON AVEC LE PROTOTYPE INITIAL D’AVANT-PROJET</b>	<b>17</b>
<b>7 PROBLEMES RENCONTRES</b>	<b>18</b>
<b>8 POTENTIEL D’AMELIORATION</b>	<b>18</b>
<b>9 BILAN ET DISCUSSION DU RESULTAT</b>	<b>19</b>
9.1 APPORT AUX TRAVAUX GEODESIQUES	19
9.2 APPORT PERSONNEL	19

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 CONTEXTE

Le calcul de réseaux géodésiques représente une grande partie du métier d'ingénieur en géomatique. Ces types de travaux sont régulièrement utilisés tant en mensuration officielle (calculs de PF), tant en auscultation d'ouvrages (barrages, ponts, conduites forcées, etc.).

Ces calculs sont généralement effectués via le logiciel libre très répandu de SwissTopo, LTOP. L'analyse de ces derniers s'effectue via des « listing » au format texte et peut vite devenir longue, fastidieuse et difficile à se représenter spatialement, notamment pour les étudiants. En voici un extrait :

```

N21          V 2195.2049
-----
324 N20      V -1.3478      0.0  0.2  52.    1  0.2      14.6264
CH33          V 2188.0931
-----
325 33      V  1.2265      0.1  0.2   9.    3  1.3      0.5027
CH5.1         2183.9351
-----
326 5.1      V  1.2158      -0.1  0.2   7.    3 -2.1      0.2604
CH32          V 2196.6824
-----
327 32      V  1.2043      0.0  0.2   9.    3  0.5      1.0764

STATISTIQUE
*****
0 WI  >    2.5,

LIMITE DETECT.D'ERREURS:  4.1, ERREUR 2E TYPE  5.0 %

OFF. FED. DE TOPOGRAPHIE  TITRE: MESURES COMBINEES - LIBRE  WABERN, LE 17.02.2022 15:53
PROGR. DE TRIANGULATION LTOP VERS.: 2011.2.1x - PC (LTOP4GeoSuite)  OPT: MESURES DE DEFORMATION  PAGE  3
COORD. ET ALT. PTS VARIABLES AVEC ACCROISSEMENTS ET ELLIPSES DE CONFIANCE (NIVEAU: 95%)  PAYS : CH
*****
POINT  TYPE  Y  X  H  DY  DX  DH  ECA  ECB  GISA  ICH  ELEM.MES.
          M  M  M  MM  MM  MM  MM  MM  MM  MM  G  MM  PLAN. ALT.
NULBERN  2600000.00001200000.0000  0.0000
NT1      2590759.00001106671.3000  2191.2130
NT2      2591241.30001106266.6000  2195.9388
1.1      2591205.51451106910.7154  2222.3136  -1.0  1.2  -5.7  0.86  0.82  -42.6  0.92  36  18
1.1ETAT0 2591205.51551106910.7142  2222.3193  0.0  0.0  0.0  0.80  0.80  100.0  2.0  2  0
5.1      2590803.57391106726.8394  2195.1508  0.4  0.4  0.4  0.30  0.30  100.0  0.30  34  19
6        2590949.39281106849.1601  2126.6140  -5.3  -5.3  -5.3  0.76  0.76  100.0  0.76  37  23
8        2590263.38641106665.3359  2396.9593  -11.5 -11.5 -11.5  3.87  3.87  100.0  3.87  19  2

```

Fig. : Extrait du fichier texte PRN issu du calcul LTOP

Actuellement, il existe un programme développé par SwissTopo appelé PLANETZ qui permet la visualisation spatiale des résultats sur une page PDF statique NB. En voici un extrait :

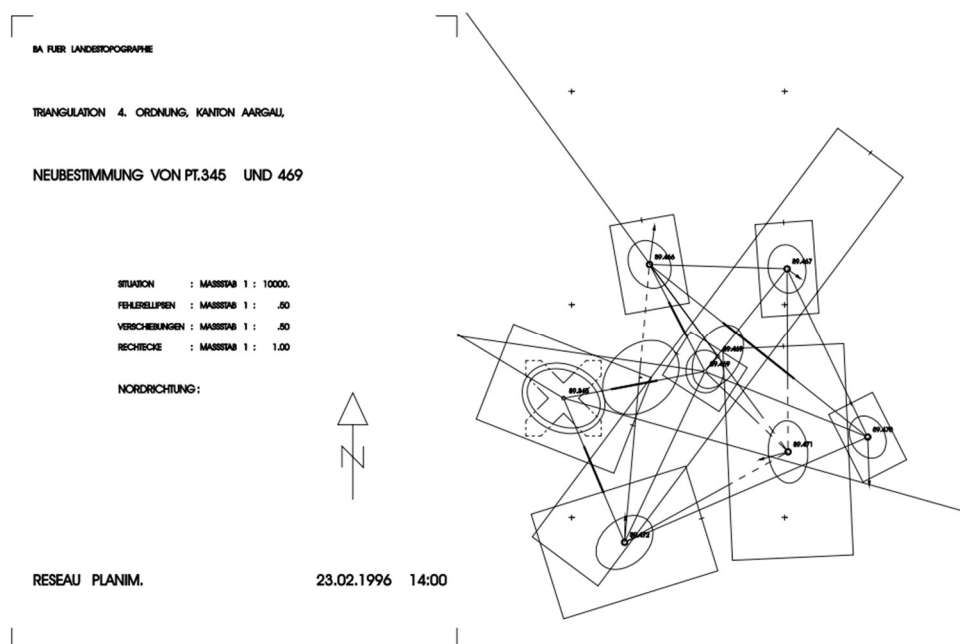


Fig. : Extrait d'une page PDF issu de PLANETZ

## 1.2 OBJECTIFS

L'idée est donc tout simplement venue de pouvoir consulter un outil simple, visuel et le plus complet possible pour la visualisation des résultats en complément du « listing » PRN (à ne pas confondre avec PRNx), notamment dans le cadre des cours de la HEIG-VD avec de nombreux réseaux à calculer.

Afin de respecter le cadre du projet de SIG4, la possibilité de développement d'un outil de type WEB a été retenue. En effet, cela rendrait l'utilisation très accessible par tous les intéressés et permettrait d'obtenir une interface très « user-friendly ». La légende respectera au mieux les codes de symbologie usuels pour la visualisation de tels réseaux.

Ensuite, des propositions de fonctionnalités ont été faites aux professeurs de la HEIG-VD qui ont pu donner leurs avis et conseils afin de valider un cahier des charges intéressants.

Puis, il a été décidé que les utilisateurs potentiellement intéressés seraient majoritairement les étudiants de la filière géomatique et gestion du territoire (GGT) dans le cadre de leurs divers projets supervisés par les professeurs.

Cependant, une utilisation dans le secteur privé d'un ou plusieurs bureaux d'ingénieur serait envisageable sans engagement et à titre informatif, notamment à vocation personnelle.

### 1.2.1 RENDUS

Le rendu du projet se décline comme suit :

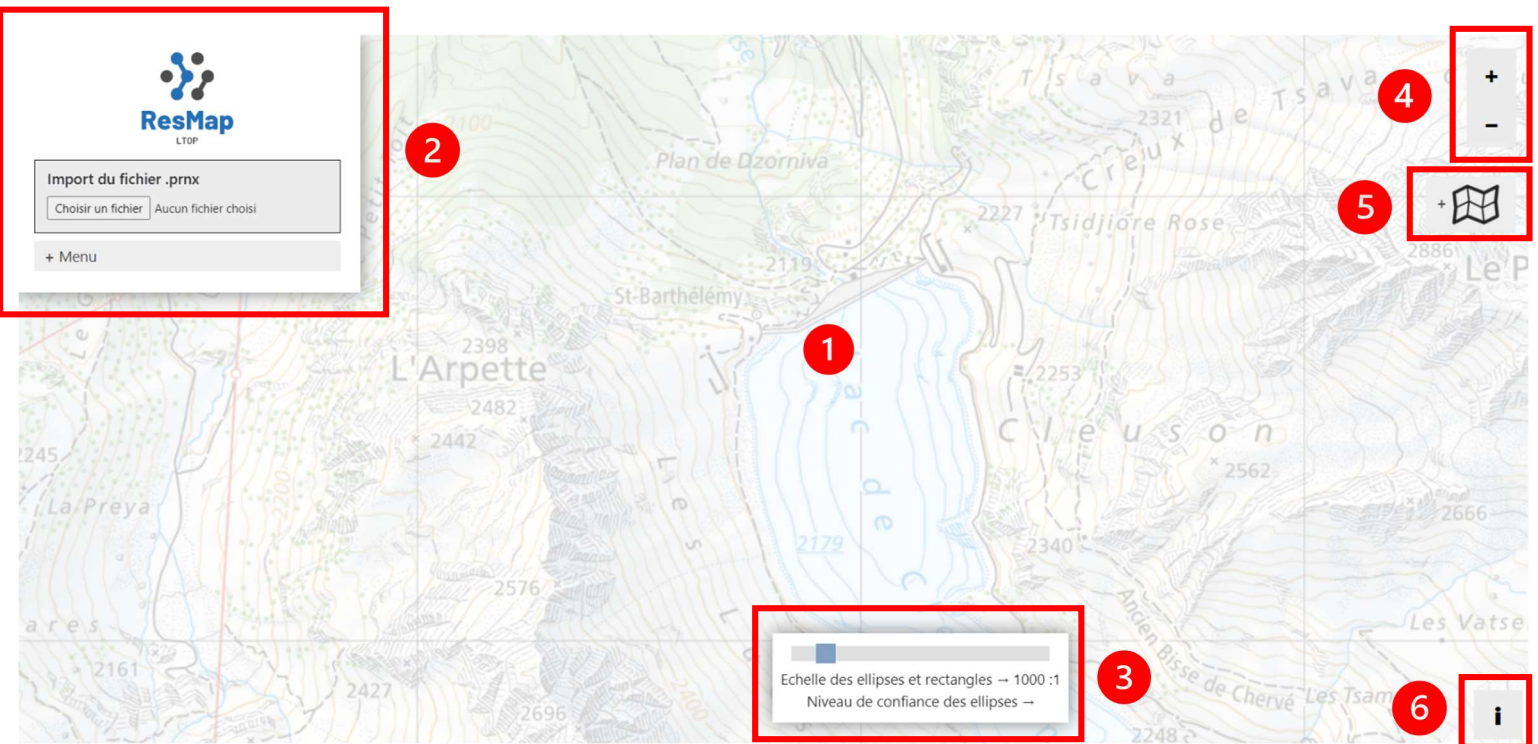
- La page WEB complète (html, css, images et scripts), sans mise en ligne préalable\*
- Le présent rapport explicatif
- Le poster synthétique A0

\*Une mise en ligne serait envisageable et effectuée par les professeurs sur un domaine propre à l'HEIG-VD.

## 2 INTERFACE ET UTILISATION

A travers ce chapitre, l'objectif est de pouvoir parcourir les menus et fonctionnalités à travers des exemples concrets de réseaux géodésiques.

Tout d'abord, ci-dessous, une présentation sommaire de l'interface et ses divers éléments.

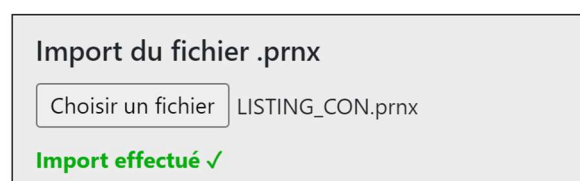


1. Carte navigable et zoomable
2. Menu et import du fichier .PRNx issu de LTOP
3. Barre d'échelle dynamique pour l'échelle d'affichage des ellipses, rectangles et vecteurs (ainsi que le niveau de confiance associé)
4. Zoom manuel
5. Changement du fond de carte (carte nationale, image aérienne, relief swissSURFACE3D et blanc)
6. Copyright des fonds de cartes

### 2.1 IMPORT

Tout d'abord, l'utilisateur importe le fichier .PRNx issu du calcul LTOP (nouvelle version). C'est le seul élément nécessaire qui contient toutes les données du résultat.

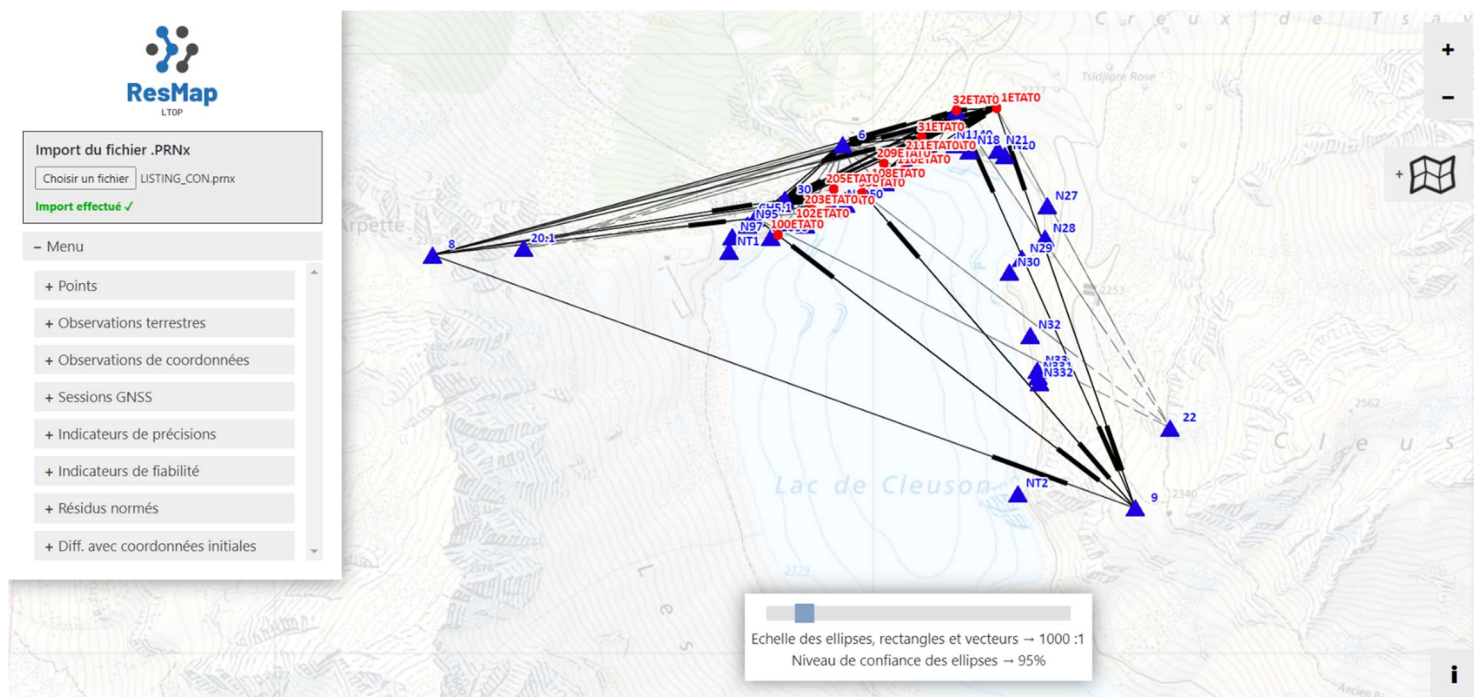
La structure de ce type de fichiers sera décrite dans le chapitre 3.1.





## 2.2 MENU ET COUCHES

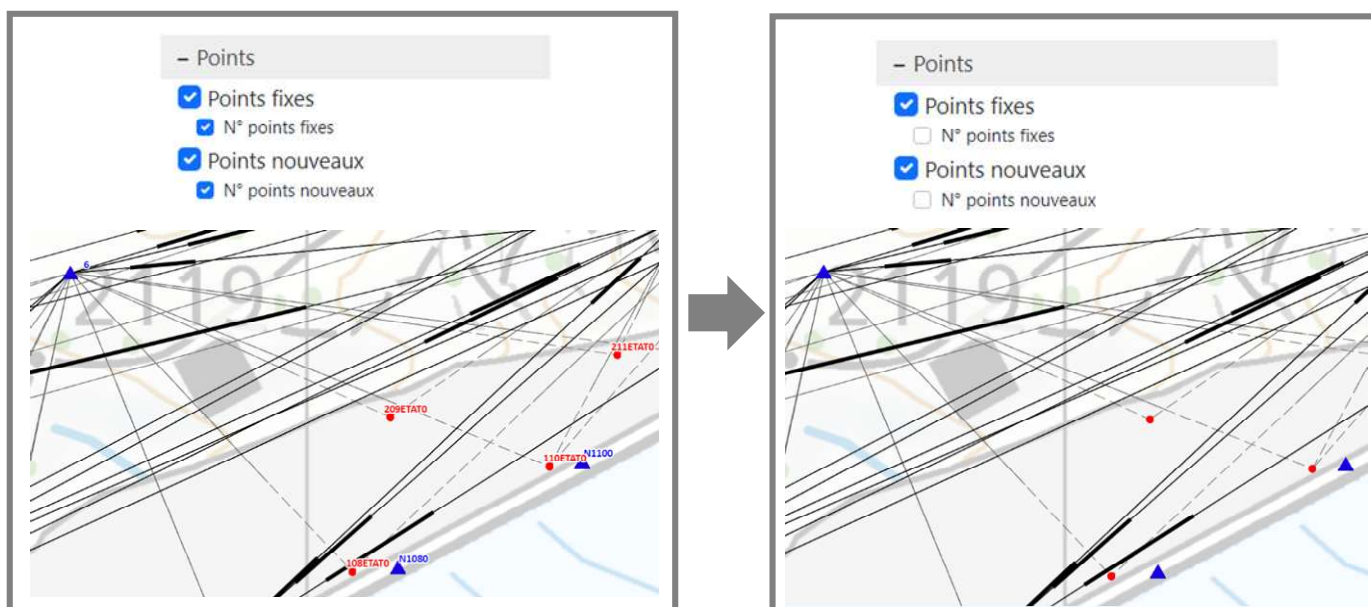
Une fois l'import terminé, la carte se recadre sur la zone de travail et fait figurer uniquement les éléments basiques du réseau comme les points (fixes/nouveaux) et les observations de distances et directions.



Dès le menu en accordéon déployé, les catégories de couches apparaissent selon une classification logique d'analyse de réseaux géodésiques. Chaque couche est indépendante et peut être activée ou non, à la manière d'un SIG classique.

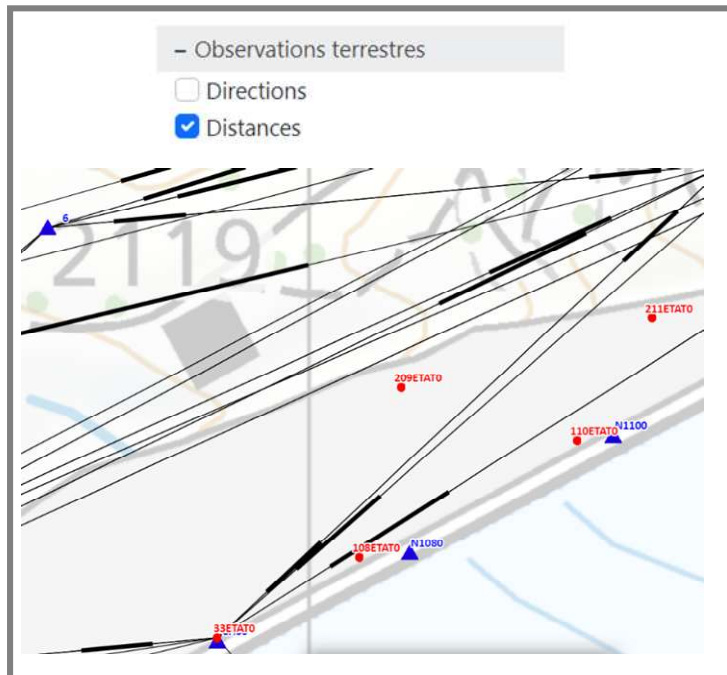
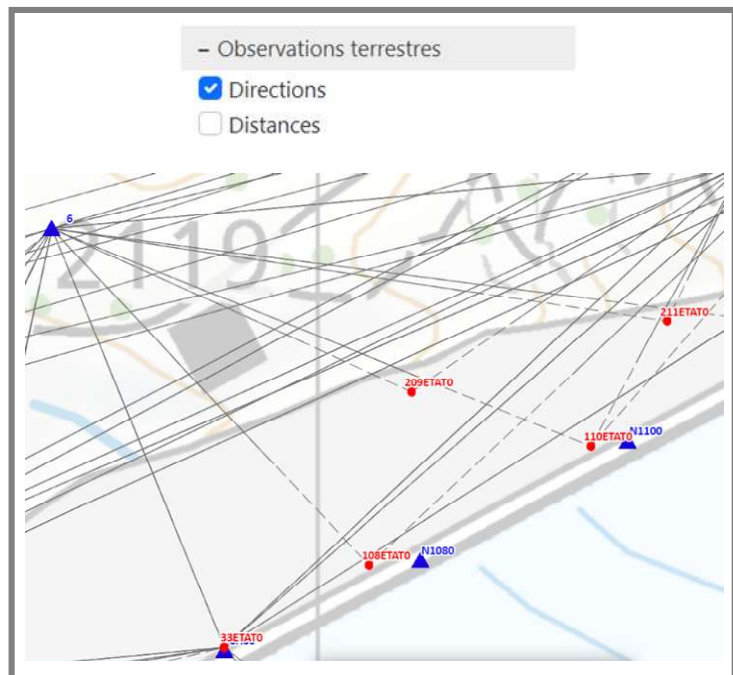
### 2.2.1 MENU « POINTS »

Ce menu regroupe simplement les points fixes et nouveaux et permet de gérer, comme toutes les autres couches, leur affichage par le biais d'une « checkbox ». Cela permet à l'utilisateur de gérer au mieux la lisibilité du réseau en fonction de ses besoins.



## 2.2.2 MENU « OBSERVATIONS TERRESTRES »

Ce menu, comme son nom l'indique, permet d'afficher les observations terrestres de directions et de distances prises en compte dans le calcul (→ observations supprimées exclues de l'affichage)

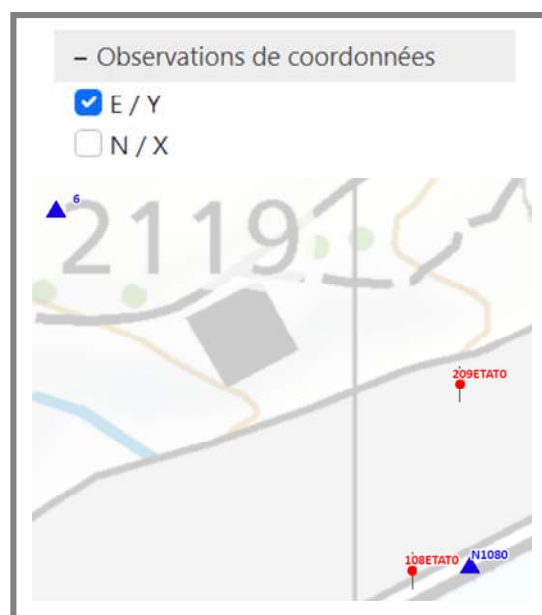
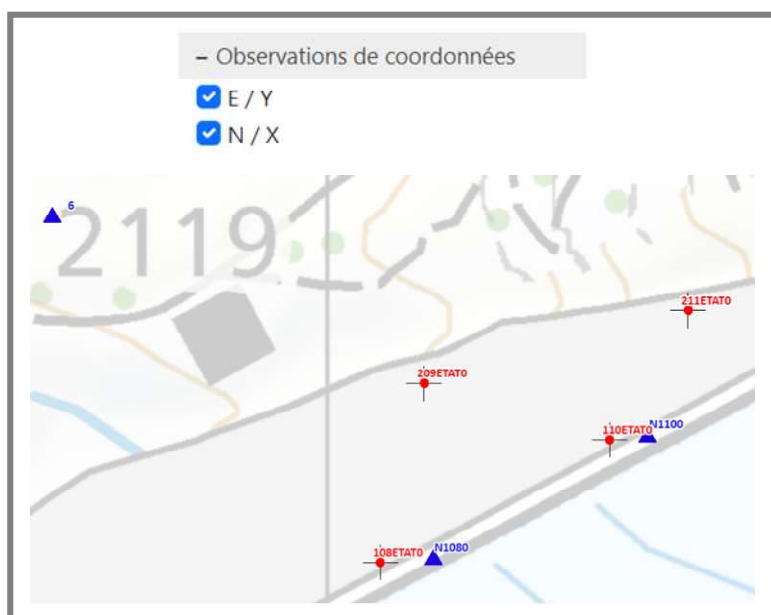


## 2.2.3 MENU « OBSERVATIONS DE COORDONNEES »

Ce menu permet à l'utilisateur de visualiser des observations de coordonnées s'il y en a. Cela peut être très utile en cas de réseau-libre ajusté (coordonnées des points fixes comme observations) ou dans d'autres cas spécifiques comme la saisie de coordonnées d'anciens états.

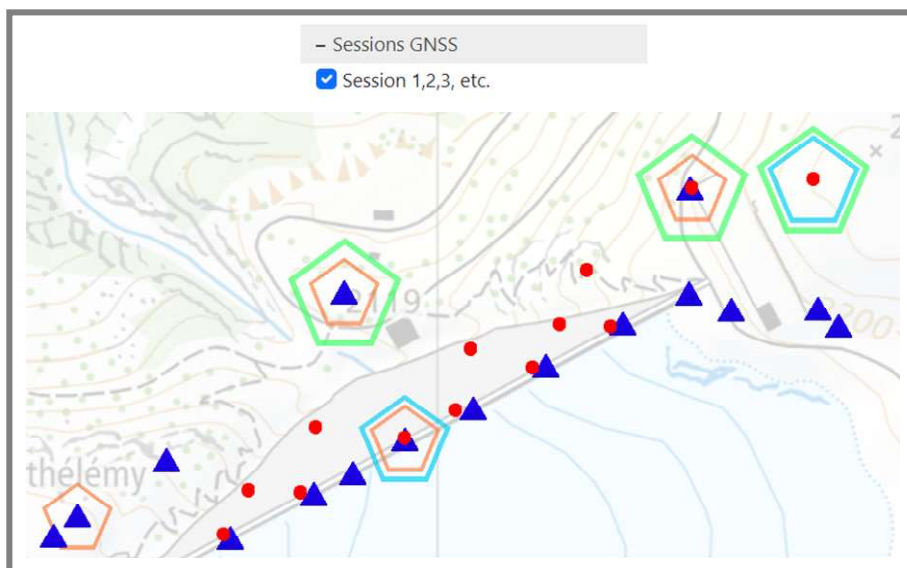
Dans l'exemple de la HES d'été 2021 ci-dessous, les observations de coordonnées du précédent état ont été saisies pour les comparer avec les nouvelles (via des ellipses et rectangles relatifs).

Ces dernières peuvent être en Y/E ou X/N indépendamment et figurés à l'aide de traits horizontaux (N/X et verticaux (E/Y).



## 2.2.4 MENU « SESSIONS GNSS »

Les diverses sessions GNSS sont figurés symboliquement par des pentagones de couleurs et de tailles différentes.



## 2.2.5 MENU « INDICATEURS DE PRECISION »

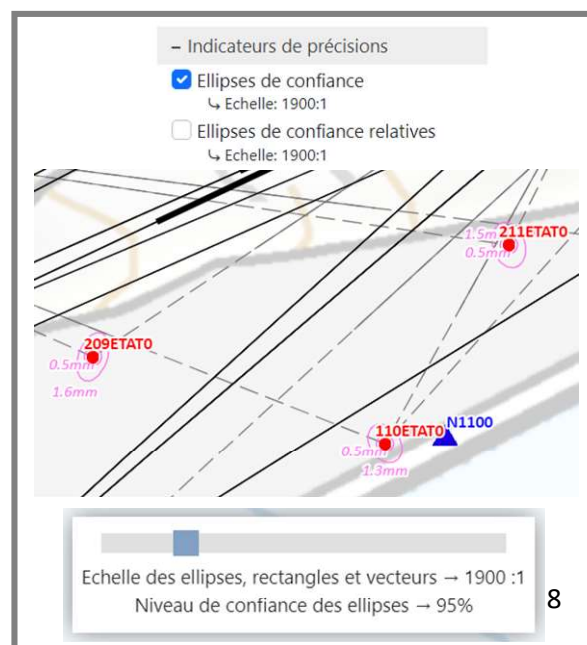
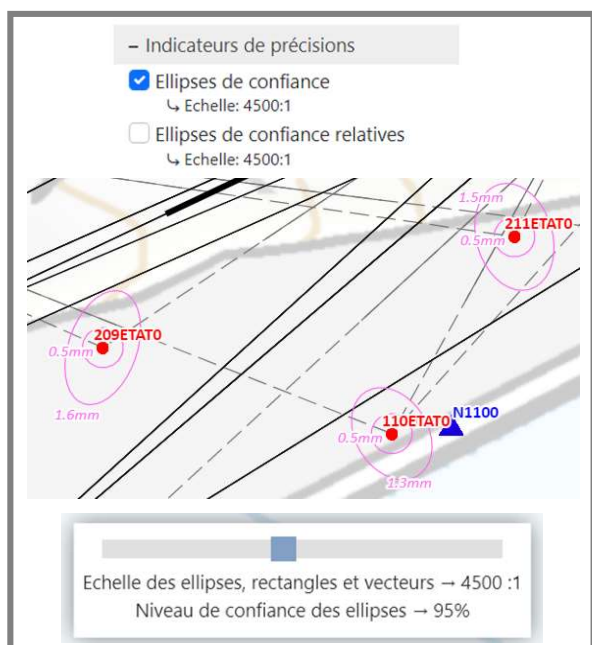
Ce menu est l'un des plus important. Il permet de visualiser les ellipses de confiances par points nouveaux et également les ellipses de confiances relatives si l'utilisateur en a saisi via LTOP.

### Barre d'échelle dynamiques pour les ellipses, rectangles et vecteurs de déplacement

Tout d'abord, afin de rendre fluide et lisible l'analyse des éléments précités, l'utilisateur a la possibilité modifier leur échelle entre 0:1 et 10000:1. Dans les extraits ci-dessous, on peut aussi noter la présence d'une indication importante sur le niveau de confiance des ellipses (simples et relatives) selon le programme de calcul LTOP sélectionné par l'utilisateur (mensuration = 39%, réseau d'auscultation = 95%, etc.).

### Ellipses de confiance par points nouveaux

Dans cette catégorie de couche, l'affichage varie en fonction de l'échelle dynamique sélectionnée via la barre d'échelle. Sur la carte figure également le demi-grand axe a de chaque ellipse.

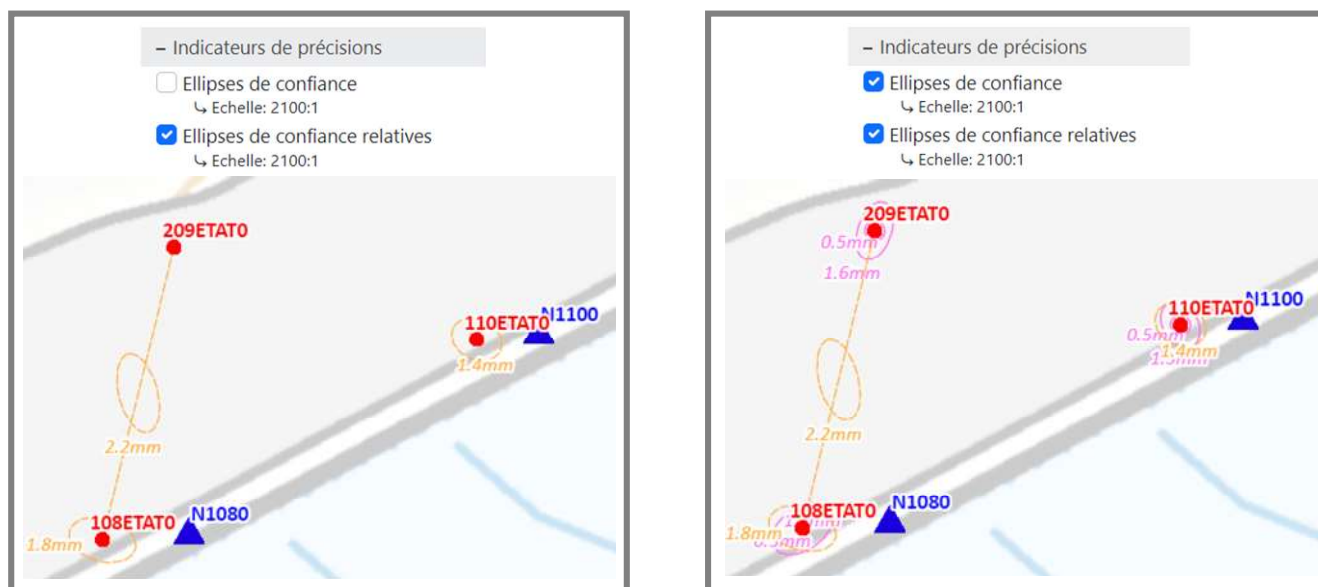




### Ellipses de confiance relatives

L'utilisateur pourra trouver utile et intéressant d'avoir un aperçu des ellipses relatives sélectionnées par ses soins lors du calcul LTOP. Notamment pour obtenir des indications sur la précision entre états ou encore sur la précision relative entre 2 points.

De manière évidente, il est possible de coupler les deux types d'ellipses pour un bon aperçu à une échelle identique.

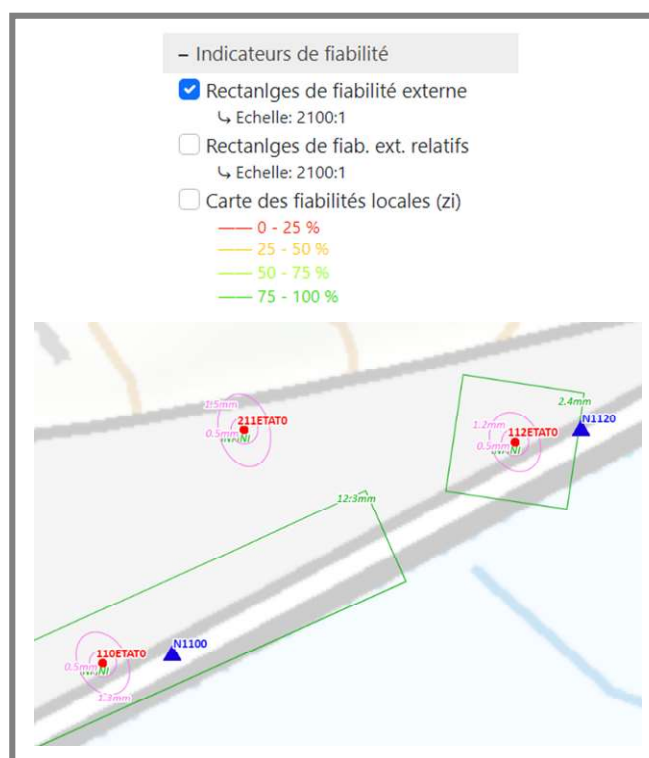


## 2.2.6 MENU « INDICATEURS DE FIABILITE »

### Rectangles de fiabilités externe par points nouveaux

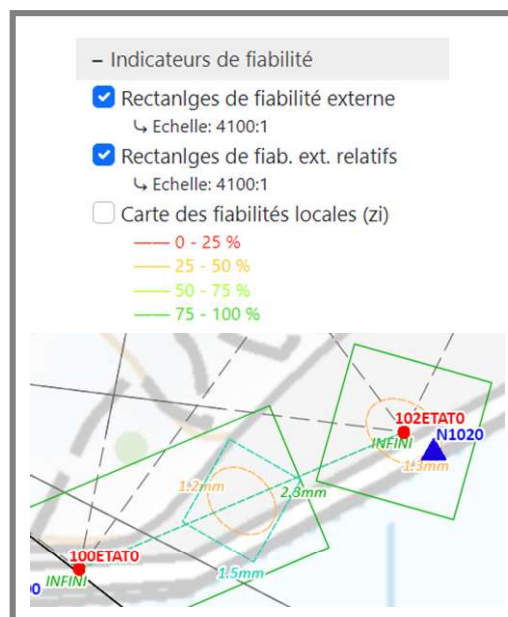
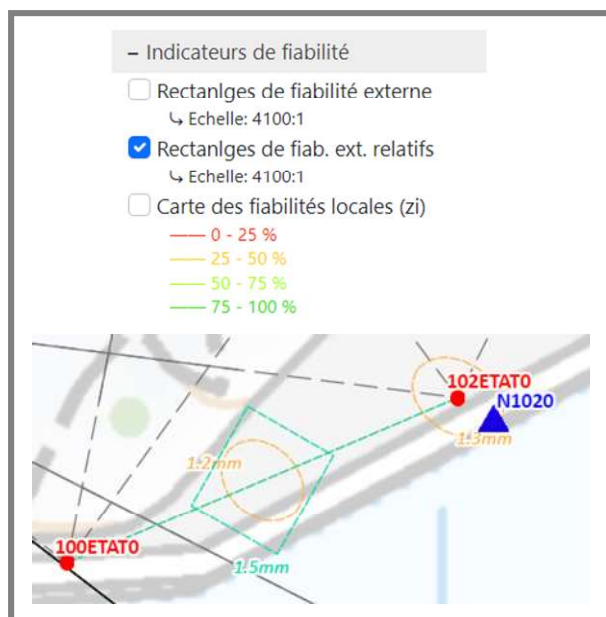
Les rectangles de fiabilité externe peuvent être figurés selon une échelle qui est toujours identique à celle des ellipses et dépend également de la barre prévue à cet effet au bas de la page. Cela permet d'avoir une comparaison directe entre ellipses et rectangles si l'utilisateur le désire.

Le demi-grand axe NA du rectangle est figuré. Si le rectangle est infini (aucune fiabilité sur le point), une annotation « INFINI » apparaît.



### Rectangles de fiabilité externes relatifs

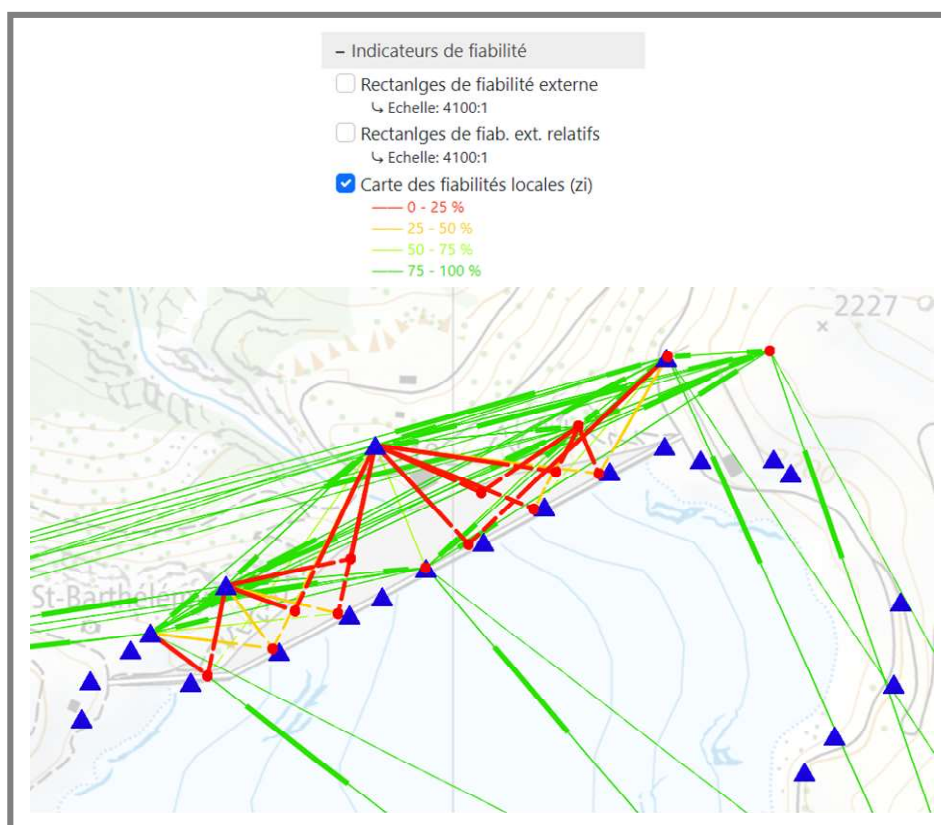
De manière analogue aux ellipses de confiance relatives, l'utilisateur a la possibilité de faire figurer les rectangles de fiabilités externes relatifs entre 2 points d'états différents ou simplement entre 2 points.



### Carte des fiabilités locales (zi)

Cette fonctionnalité s'avère être très utile et intéressante. Il s'agit de cartographier par une symbologie les fiabilités locales (zi) par observation. Ceci permet à l'utilisateur d'avoir une vue d'ensemble sur cet élément primordial de fiabilité au sein du réseau tant en préanalyse qu'en réseau libre.

Cette carte traite uniquement la fiabilité locale sur les observations terrestres. Elle met en évidence en rouge épais les fiabilités locales (zi) inférieures à 25% auxquelles il faut porter attention tout particulièrement. Par exemple, certaines cibles du barrage ci-dessous sont relevées par uniquement 2 directions, ce qui implique que leur zi = 0%, le cas échéant, ces observations sont mises en évidence.



## 2.2.7 MENU « RESIDUS NORMES »

Autre fonctionnalité utile et intéressante, la carte des résidus normés ( $w_i$ ), soit la détection des fautes grossières.

En effet, lors d'un calcul de réseau avec mesures effectuées ( $\neq$  préanalyse), il a été jugé pertinent de pouvoir indiquer à l'utilisateur les résidus normés ( $w_i$ ) pour chaque observation par une symbologie adaptée et ainsi lui permettre de procéder en un coup d'œil aux contrôles et adaptations nécessaires sur certaines observations ou parties du réseau.

Afin de respecter au mieux tous les types de calculs LTOP (mensuration, auscultation, etc.), l'utilisateur verra apparaître les  $w_i$  par 3 seuils réglés automatiquement.

Fig. : Extrait du .DAT

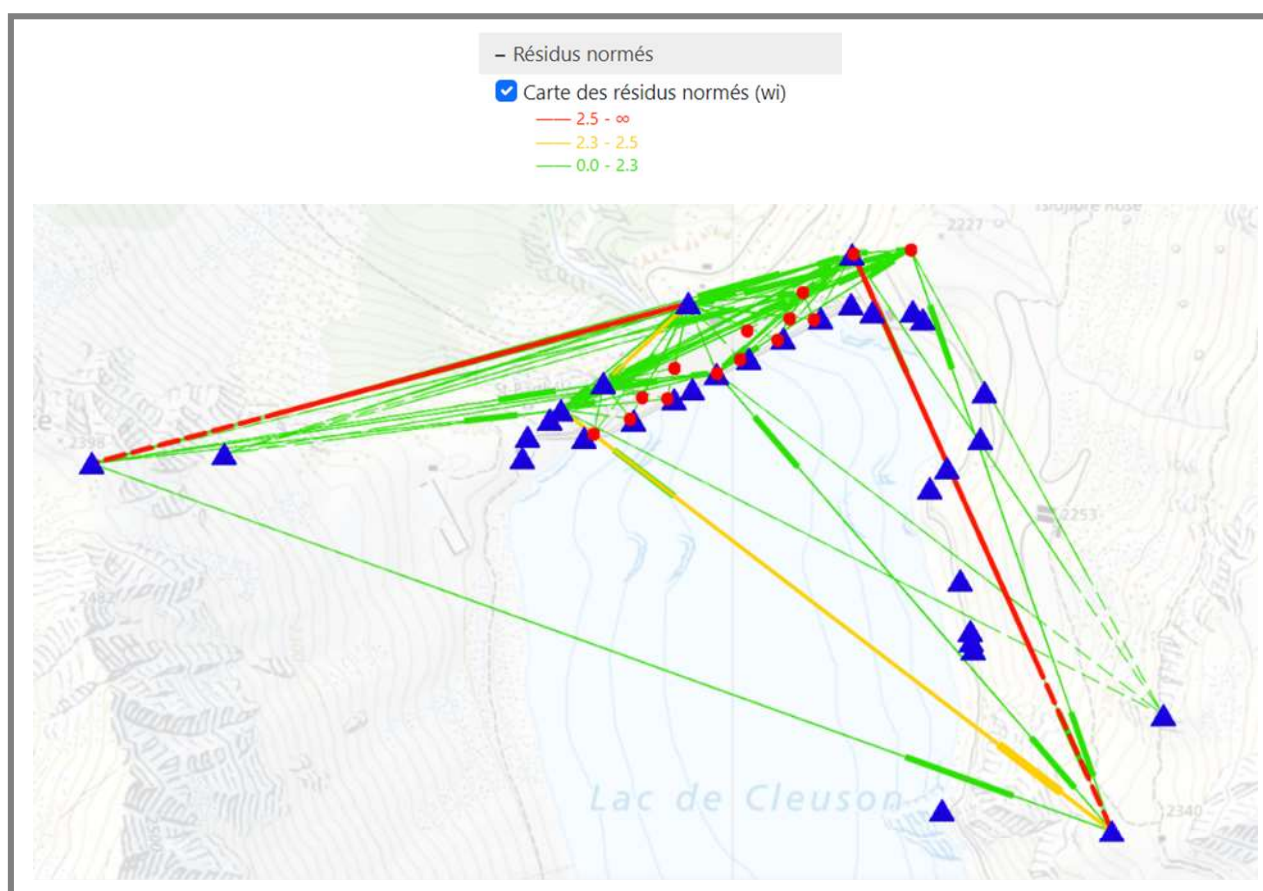
A travers son calcul LTOP avec le fichier de paramètre .DAT (image ci-contre), l'utilisateur va saisir le «  $w_i$  max » acceptable pour son réseau, par exemple 2.5 pour les réseaux de précisions et 3.5 pour la mensuration officielle.

Limite  $w_i$  planimétrie  
2.50

C'est avec cette valeur que la légende et la symbologie se créera sur ResMap (les  $w_i$  sont donnés en valeurs absolue)

- [  $w_{i \max}$  ; INFINI [ → Seuil critique dépassé
- [ ( $w_{i \max}-0.2$ ) ;  $w_{i \max}$  ] → Intervalle indicatif d'attention, mais tolérable
- [ 0.0 ; ( $w_{i \max}-0.2$ ) ] → Résidus normés OK

Dans l'exemple tiré de la HES d'été ci-dessous, les  $w_i$  sur les mesures de visées sur les cibles du barrage, sans aucune surabondance, possède un  $w_i=0$ , puisque les résidus sont égaux à 0.



## 2.2.8 MENU « DIFFERENCES AVEC COORDONNEES INITIALES »

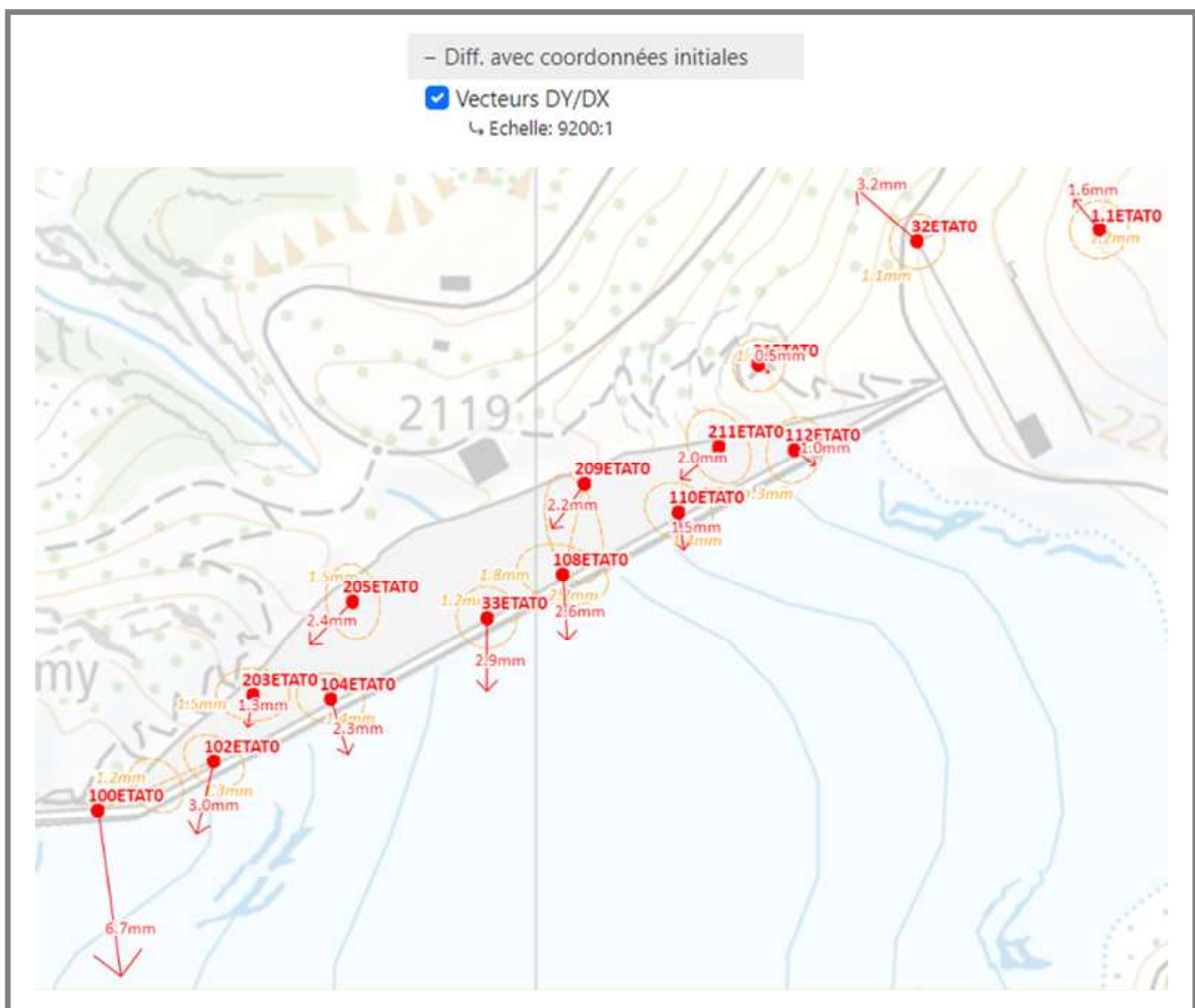
Dans les réseaux d'auscultations, il est très courant d'utiliser les coordonnées de l'état précédent comme coordonnées approchées (dans le fichier .KOO).

L'utilisateur trouvera intéressant d'avoir directement des vecteurs de « déplacements » entre ces coordonnées approchées et celles compensées au terme du calcul final des points nouveaux.

De manière analogue aux rectangles et ellipses, un « label » met en évidence la norme du vecteur. Son échelle d'affichage est dynamique et est identique à celle des ellipses et rectangles pour la meilleure comparaison possible.

Comme utilisation concrète de ces éléments, l'exemple de la HES d'été ci-dessous illustre très bien ceci. En effet, nous avons saisi les données « ETATO » comme coordonnées approchées et également comme observations avec une certaine précision. Comme on peut le constater, dans ce cas, l'utilisateur aura d'une part les vecteurs de déplacements, et d'autre part les ellipses de confiances relatives entre états.

Dans ce cas, en un coup d'œil, on obtient une information visuelle sur la significativité des déplacements (si le vecteur dépasse l'ellipse de confiance relative = déplacement significatif). Dans cet exemple, on constate très bien le mouvement du barrage tendant vers une direction en particulier. Cette visualisation permettrait donc également à un mandant (p.ex. ingénieur civil, géologue, etc.) de visualiser les résultats de manière rapide, simple et efficace.



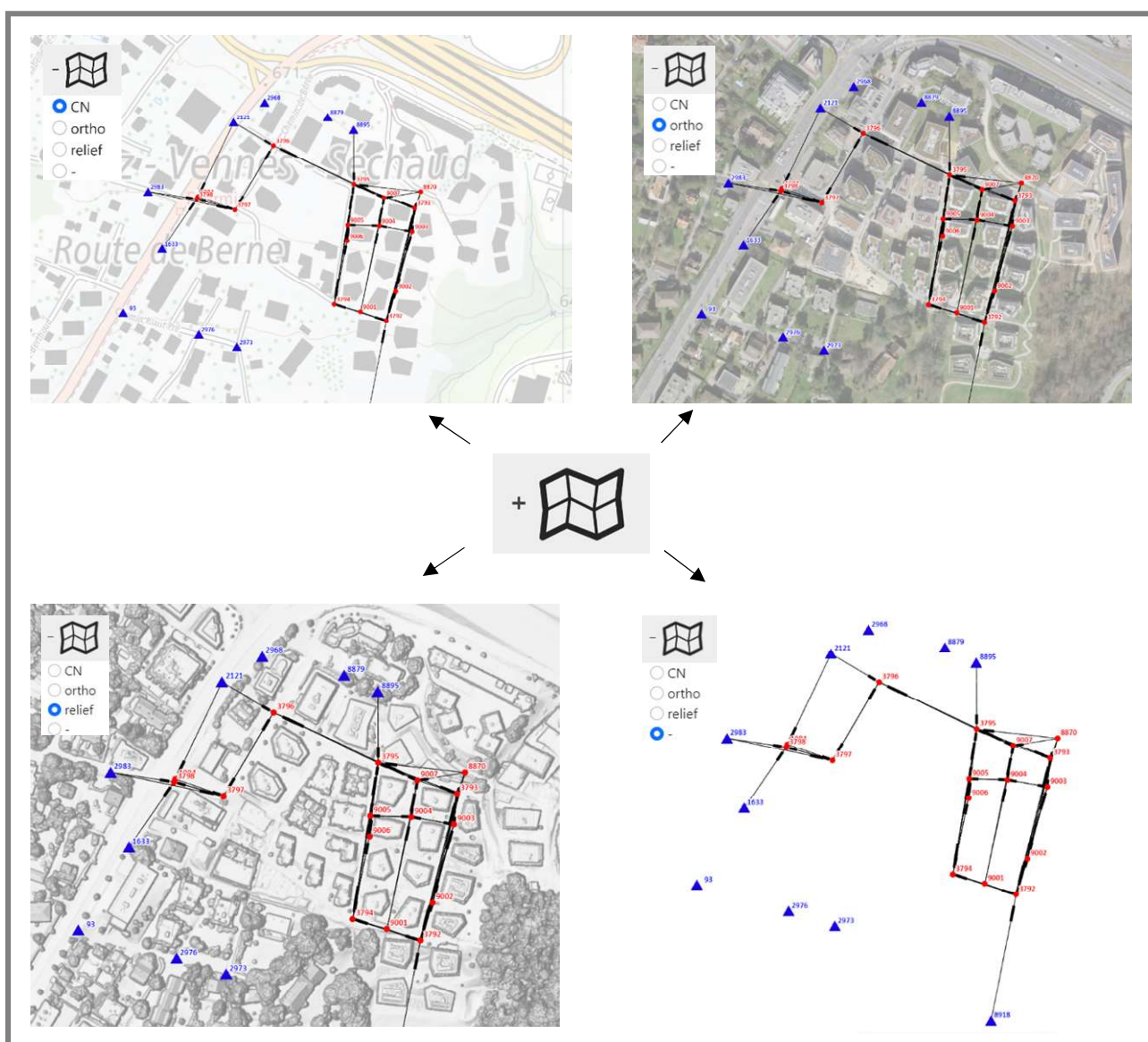


## 2.3 FOND DE CARTE

Afin de permettre à l'utilisateur de choisir sa représentation de fond de carte, un bouton prévu à cet effet a été développé.

Il permet de choisir entre 4 types de fonds de cartes :

- CN : Carte nationale raster à échelle automatique, WTMS SwissTopo
- ortho : Images aériennes raster à échelle automatique jusqu'à résolution maximale, WTMS Swisstopo
- relief : Relief multidirectionnel raster issu du MNS swissSURFACE3D, disponible uniquement dans certaines régions ([lien des zones disponibles](#))
- Aucune carte (fond blanc)





## 2.4 ORDRE D’AFFICHAGE

L’ordre d’affichage des couches a été géré de la manière la plus optimale possible.

De plus, pour les cartes de fiabilités locales  $z_i$  et des résidus normés  $w_i$ , les couleurs et les épaisseurs de la symbologie ne peuvent pas s’additionner ou se superposer pour des raisons évidentes de lisibilité. C’est pourquoi, une fois l’une de ces couches activées, ceci va désactiver la couche des observations terrestres ainsi que la carte des  $z_i$  ou  $w_i$ .

Suivant le type de travaux, certaines couches seront vides. Par exemple, dans un réseau où aucune ellipse de confiance relative n’est calculée, cette légende sera tracée et grisée. C’est le cas également, par exemple, des  $w_i$  qui ne sont pas calculés en réseau de préanalyse.

- Indicateurs de précisions
- ☐ Ellipses de confiance  
↳ Echelle: 1000:1
  - ☐ Ellipses de confiance relatives  
↳ Echelle:

## 2.5 CLIC-INFO

### 2.5.1 COORDONNEES AU CLIC

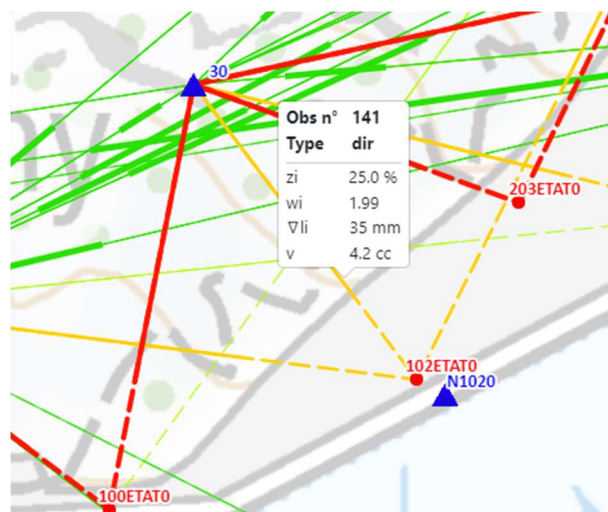
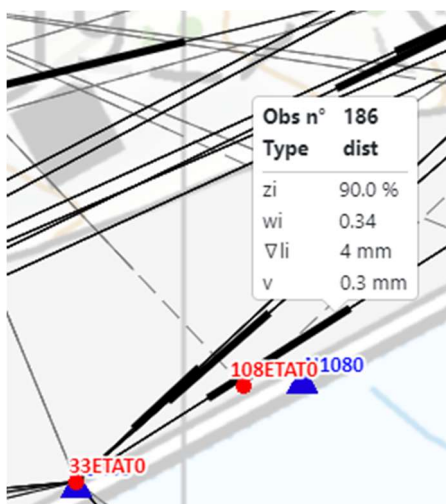
Cette fonctionnalité permet à l’utilisateur d’effectuer un clic gauche sur la carte et obtenir directement une petite fenêtre type « pop-up » contenant les coordonnées du clic. Ces dernières sont ensuite sélectionnables.

Ceci peut s’avérer très utile en cas de préanalyse, où nous voudrions, par exemple, créer un nouveau point pour « solidifier » le réseau par étape.



### 2.5.2 OBSERVATION TERRESTRES

Uniquement disponible pour les couches des observations terrestre de distances et de direction, ce pop-up s’ouvre une fois que l’utilisateur a cliqué (gauche) sur l’un des objets précités. Il obtiendra les informations utiles présente dans les captures ci-dessous.



## 3 STRUCTURE DU PROGRAMME

### 3.1 DONNEES DE BASE A L'IMPORT – FICHIER .PRNx

Comme cité au chapitre 2.1, une fois un calcul terminé, l'utilisateur possédant la dernière version de LTOP obtient un fichier résultat au format .PRNx.

Ce dernier se trouve être un fichier texte sous la forme XML contenant des balises <> de tous les éléments de résultats du réseau. Il remplace en quelque sorte le fichier .PRN imprimable.

Ci-dessous, un aperçu des différentes balises qui ont donc été parsées (via DOMParser) pour en récupérer les données utiles à ResMap. A droite, quelques exemples issu du .PRNx.

- [-] ltop ..
- @prnxVersion: 2016.0.1
- + header ..
- + approxcoords ..
- + distancereduction ..
- + relativeellipses ..
- + relativerectangles ..
- + planimetricabriss ..
- + altimetricabriss ..
- + coordinates ..
- + externalreliabilityapriori ..
- + page1 ..
- + variablepoints ..
- + variablepoints ..
- + av93stats ..
- + finalcoords ..

```

<approxCoords>
  <point name="NT1" type="" easting="2590759.00000" northing="1106671.30000"
</approxCoords>

<relativeEllipses mode="1" type="planimetric">
  <ellipse point1="1.1" type1="" point2="1.1ETAT0" type2="" meanErrorA="0.48" meanErrorB="0.47" azimuthA="-42.6"/>
</relativeEllipses>

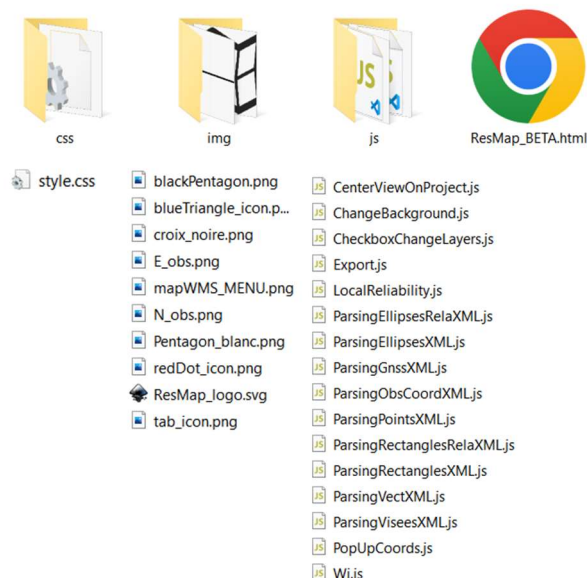
<station obsType="distance" name="31" type="" newPoint="V" value=""
  <obs obsNr="65" target="32" type="" newPoint="V" value="73.2617" m
  <obs obsNr="66" target="1.1" type="" newPoint="V" value="133.5832" m
</station>

<coordinates>
  <point name="NULLBERN" type="" easting="2600000.00000" northing="1200000.00000" height="0.00000" planimetricElements="0" altimetricElements="0"/>
  <point name="NT1" type="" easting="2590759.00000" northing="1106671.30000" height="2191.21301" dh="0.2" meanErrorH="0.22" planimetricElements="0" altimetricElements="0"/>
  <point name="NT2" type="" easting="2591241.30000" northing="1106266.60000" height="2195.93883" dh="0.6" meanErrorH="0.24" planimetricElements="0" altimetricElements="0"/>
  <point name="1.1" type="" easting="2591205.51447" northing="1106910.71544" height="2222.31358" dy="-1.0" dx="1.2" dh="-5.7" meanErrorA="0.35" meanErrorB="0.35" meanErrorH="0.35" planimetricElements="0" altimetricElements="0"/>
  <point name="1.1ETAT0" type="" easting="2591205.51550" northing="1106910.71420" height="2222.31930" dy="0.0" dx="0.0" meanErrorA="0.33" meanErrorB="0.33" meanErrorH="0.33" planimetricElements="0" altimetricElements="0"/>
  <point name="5.1" type="" easting="2590803.57380" northing="1106726.83340" height="2185.15079" dh="0.4" meanErrorH="0.15" planimetricElements="34" altimetricElements="0"/>
  <point name="6" type="" easting="2590949.39280" northing="1106849.16010" height="2126.61403" dh="-5.3" meanErrorH="0.39" planimetricElements="37" altimetricElements="0"/>
</coordinates>

```

### 3.2 ARBORESCENCE DU PROGRAMME RESMAP

Le programme complet est structuré de manière simple. En effet, il existe 3 dossiers contenant les fichiers CSS, les images (icônes, etc.), et les fichiers JavaScript. Puis, la page HTML principale se situe à la racine de ces derniers et contient également quelques scripts JS (import, accordéon d'échelle, etc.).



## 4 PROGRAMMATION

### 4.1 LANGAGES

Les langages utilisés sont :

- HTML, page web principale
- CSS, feuille de style
- JavaScript, scripts et parsing du fichier XML



### 4.2 BIBLIOTHEQUES

Ensuite, plusieurs bibliothèques ont été utilisées :

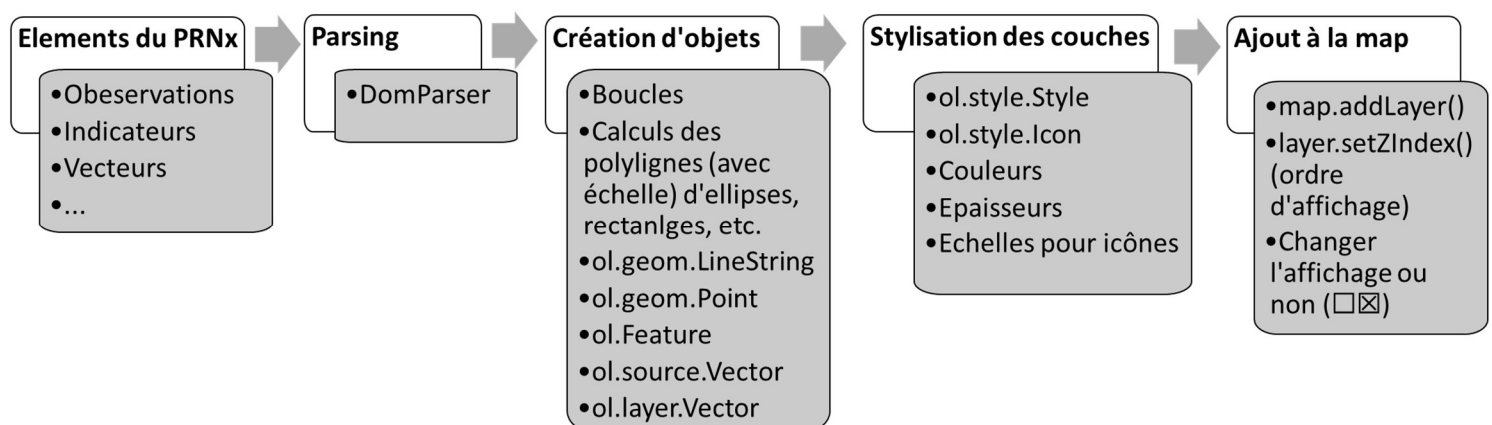
- OpenLayers v6.4.3 (téléchargé afin de ne pas dépendre du service web via URL) → partie cartographie
- Bootstrap v5.1.3 (URL) → stylisation de la page (CSS + JS, accordéons etc.)
- JQuery → liaison script-HTML et événements
- proj4js → systèmes de coordonnées et projections cartographiques

### 4.3 METHODE GENERALE

La méthode générale est globalement la même pour chacune des couches, bien qu'il y ait de grandes différences entre elles. Le schéma ci-dessous résume brièvement la méthodologie.

Les types d'objets sont soit des points (POINT) avec ou sans symbole, soit des polyligne (LINESTRING).

Ci-dessous, « ol » désigne l'API open source d'OpenLayers, dont la documentation des objets, méthodes et fonctions est disponible librement sous <https://openlayers.org/en/latest/apidoc/> pour plus d'informations détaillées.



Le code est commenté de manière claire et est indenté au mieux selon les conventions (HTML, CSS ET JS). Les déclarations de variables en JavaScript sont également optimisées (let, const, etc.).

Le programme complet (sans les librairies) représente environ plus de 2500 lignes de codes.

## 5 SUIVI ET DUREE DE DEVELOPPEMENT

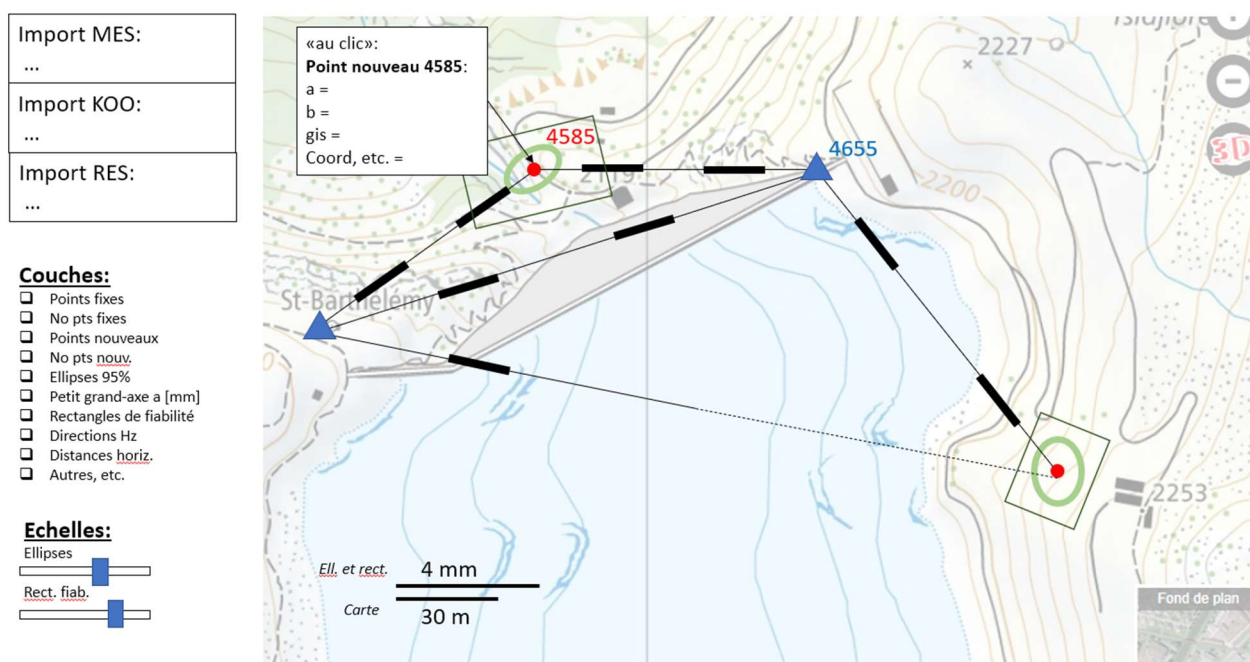
Dès les premières esquisses de maquette et recherches, un carnet de bord a été tenu. Ce dernier figure en annexe PDF et à titre indicatif. Il n'est pas spécialement trié dans l'ordre ou par catégorie. Il permet simplement d'avoir une idée du temps passé sur le développement par une seule personne sur chaque fonctionnalité.

Le total d'heure passées, **sans le rapport ni le poster A0, uniquement le développement**, est d'environ 55h.

## 6 COMPARAISON AVEC LE PROTOTYPE INITIAL D'AVANT-PROJET

Afin de proposer le sujet aux professeurs de la HEIG-VD, un prototype (maquette) a été rapidement réalisé afin d'avoir un aperçu pour son lancement et sa validation.

Ci-dessous, pour comparaison avec l'état final (voir chap. 2 et page web), un aperçu de ce prototype initial.



Comme on le remarque facilement, passablement de choses ont évolués, ont été réalisée en supplément, ou pensé de manière plus optimale, entre autres :

- Interface générale, catégories et menus déroulants
- Import uniquement du .PRNx
- Echelle dynamique solidaire entre ellipses, rectangles et vecteurs
- Ajout des sessions GNSS
- Ajout des observations de coordonnées
- Ajout des ellipses et rectangles relatifs
- Ajout de la carte des fiabilités locales et résidus normés
- Ajout des vecteurs de déplacements

## 7 PROBLEMES RENCONTRES

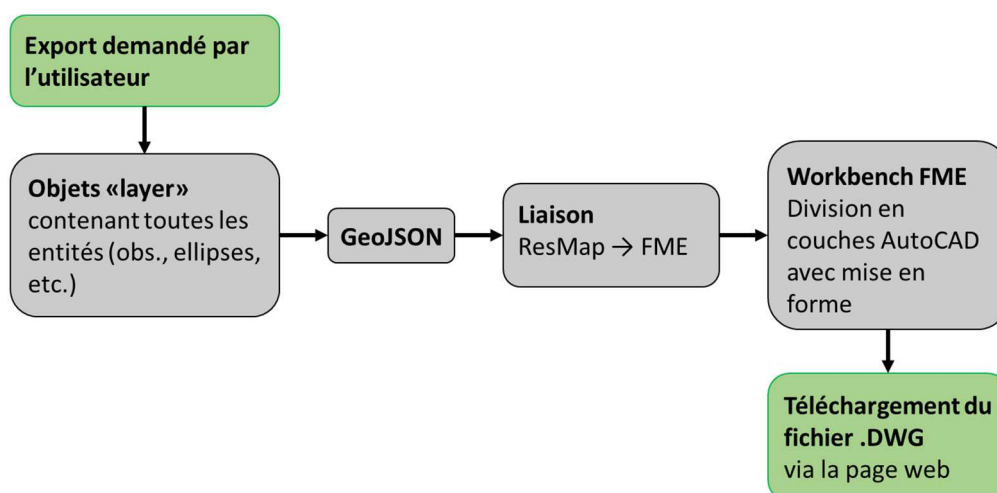
A travers le développement de cette application web, de nombreux problèmes et inconnues ont été rencontrés, on peut citer notamment :

- Objets, méthodes et fonctions OpenLayers de manière générale. → Nombreuses recherches sur la documentation API, StackOverflow et autres forums.
- Dû au manque de cours en HTML et CSS durant la période COVID en 2020, il a fallu compter de nombreuses heures de recherche et de tutoriels afin de procéder aux développements de certaines fonctionnalités graphiques, notamment les accordéons de menu ou les boutons de contrôle de la carte.
- Au départ, créer des fenêtre « clic-info » paraissait simple, et pourtant cela s'est avéré être source de nombreuses heures de réflexion, de codes, et de recherche pour y parvenir durant la dernière semaine de projet.
- Durant la semaine n°6/8 de développement, un bug système avec Windows 10 a tout bonnement effacé le fichier HTML et le fichier CSS pour une raison encore inconnue à ce jour. Dans ce cas, il a fallu reprendre un « backup » effectué deux jours auparavant sur un disque externe afin de récupérer les fichiers tout en moyennant une perte d'environ 3h de travail répété.
- ...

## 8 POTENTIEL D'AMELIORATION

Tout d'abord, cet outil web peut s'étaler sur de très nombreuses fonctionnalités non-implémentées jusqu'ici. Mais par le temps limité du projet, les quelques exemples ci-dessous sont inscrits comme « potentiellement réalisables » :

- **EXPORT** : Script FME relié à la page web afin de procéder à des exports de type DWG. Cela aurait pour raison de simplifier le post-traitement de la livraison à un client (pas de nécessité de dessiner manuellement les ellipses, vecteurs, canevas, etc.). Il serait donc très intéressant et utile autant en termes de risque d'erreur qu'en terme de gain de temps, de pouvoir programmer cette partie-là suivant un schéma-type tel que :





- **ALTIMÉTRIE** : De manière à respecter la continuité, une fois ResMap développé pour les réseaux planimétriques, il pourrait être judicieux d'y ajouter tout le module altimétrique 1D ainsi que tous les éléments qui en découle (intervalles de confiances, fiabilité, observations, etc.).
- **CLIC-INFO SUR LES AUTRES OBSERVATIONS ET SUR LES POINTS** : Au vu de l'utilité de l'outil permettant actuellement d'avoir un pop-up d'information en cliquant sur une observation de distance ou de direction, il serait intéressant de le généraliser au plus grand nombre d'objets possible. Cela permettrait de garantir l'accès facile aux informations détaillées.
- **LISTING DES RESULTATS CONSULTABLE EN LIGNE** : En effet, lorsqu'une grande partie des informations sur le résultat d'un calcul se trouve sur une application web, pourquoi ne pas créer un accès à une page spécialement dédié au listing complet en format texte structuré par catégories de manière plus claires que le fichier .PRN de LTOP ?
- ...

## 9 DISCUSSIONS DU RESULTAT ET CONCLUSION

---

### 9.1 APPORT AUX TRAVAUX GEODESIQUES

Comme l'utilisateur a pu le voir en testant l'application web ou encore après la lecture du présent rapport, cet outil semble répondre à une bonne partie des besoins en analyse des résultats d'un calcul géodésique 2D LTOP. Les exemples d'utilisation illustrent tant les préanalyses, les phases de calcul, les vérifications du réseau final ou les livrables.

Malgré ceci, il ne remplacera pas la lecture du document « officiel » issu de LTOP, le fichier texte « listing » au format PRN. En effet, ResMap n'est pas à l'abri d'un bug grave non-relevé pouvant mettre en péril le bon déroulement de la consultation des résultats et entraîner des conséquences importantes. C'est pourquoi il est toujours recommandé de se fier au fichier .PRN de LTOP dans les cas critiques. ResMap pourrait donc être considéré comme un assistant visuel pour les résultats de calculs.

### 9.2 APPORT PERSONNEL

Tout d'abord, ce travail de semestre a été source d'un grand défi.

Il part d'une envie constante de développement et d'amélioration dans les domaines passionnant de la géomatique au sens large. Le fait de pouvoir développer soi-même un tel outil est très satisfaisant, puisque je compte, à titre personnel, en faire une utilisation concrète dans un futur emploi. C'est pourquoi j'avais donc décidé de proposer ce sujet par initiative personnelle.

Chaque étudiant était responsable et autonome dans son projet respectif. Au terme de notre formation d'ingénieur, être « lancer dans le bain » en autonomie à 100% sur certains domaines inconnus ou peu connus, a prouvé nos capacités de recherches, d'analyse, de développement, d'esprit critique, d'optimisation.

Je tiens à remercier particulièrement Messieurs Ingensand et Guillaume pour leur soutien et aide durant le déroulement de ces 8 semaines de projet de semestre qui précède le travail de bachelor.