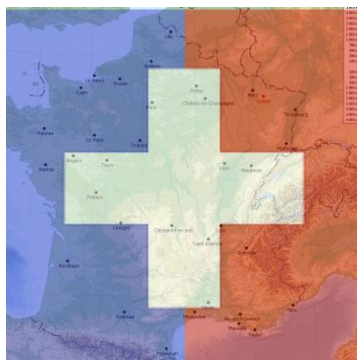


# Projet développement Geo FS



*Auteurs : Pour l'ENSG, Lecomte Hugo et Messiaen Benoit*

*Pour l'HEIG-VD, Della Casa Bruno et Bobillier Quentin*

*Professeurs référents : Pour l'ENSG, Botton Serge, Anna Cristofol*

*Pour l'HEIG-VD, Ingensand Jens, Touzé Thomas et Cannelle Bertrand*

## 1. Introduction

Notre projet consiste à la création d'un géoportail permettant la transformation de coordonnées entre 2 pays (France-Suisse). Il a été établi en collaboration avec 2 écoles, la HEIG-VD en Suisse et l'ENSG en France. Quatre étudiants seront sur le projet, 2 de l'ENSG et 2 de la HEIG-VD. L'enjeu du projet est de veiller à échanger et organiser la création du géoportail à distance.

Ce projet a été commandé par les deux écoles, l'HEIG-VD et l'ENSG, ces dernières sont représentées respectivement par Ingensand Jens, Touzé Thomas et Cannelle Bertrand pour l'HEIG-VD, Cristofol Anna et Botton Serge pour l'ENSG.

Les coordonnées doivent ainsi pouvoir être transformées vers un système de coordonnées cartésien, géographique ou planimétrique projeté dans les différents systèmes géodésiques suivants :

- ETRS89 / RGF93 et IGN69
- NTF et IGN69
- ETRS89 / CHTRS95
- CH1903 et NF02
- CH1903+ et NF02
- CH1903+ et RAN95

Notre WebLogiciel devra également pouvoir transformer la déviation de la verticale entre les systèmes.

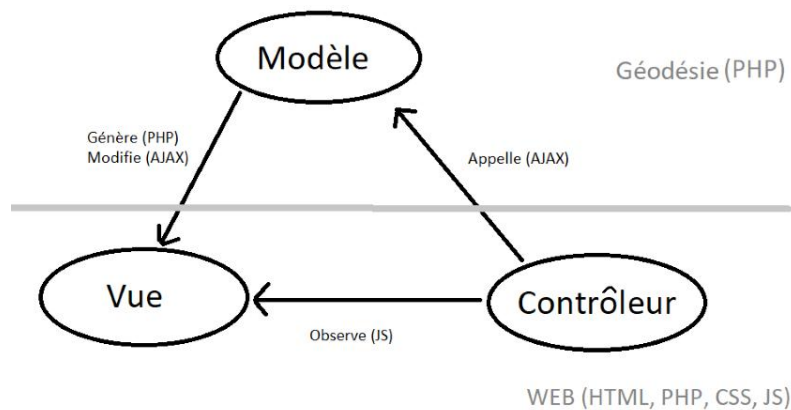
## Contenu

1. Introduction .....	1
2. Organisation du projet .....	4
3. Géodésie .....	5
a. Transformations Françaises .....	6
b. Transformations Suisses .....	8
i. Planimétrie .....	8
ii. Altimétrie .....	9
c. Déviation de la verticale .....	10
i. Formules des matrices de rotations .....	11
d. Gestion des erreurs éventuelles .....	12
e. Tests de validations des transformations .....	12
4. Système d'information géographique .....	13
a. Maquette .....	13
b. Interface du site internet .....	13
c. Données .....	15
d. Base de données .....	15
e. Traitement des données .....	16
i. Import des données de points fixes dans la base de données .....	16
ii. Cartes .....	16
iii. Traitement de la légende .....	17
iv. Transformation de coordonnées .....	17
v. Traitement des points de l'utilisateur pour la carte .....	19
vi. Différence avec la maquette .....	19
vii. Méthode d'organisation des fichiers .....	20
viii. Amélioration possible .....	20
5. Notice d'utilisation des transformations .....	20
a. Onglet transformation de coordonnées .....	20
b. Onglet transformation via fichier .....	21
6. Gestion de projet .....	23
a. Outils de communication et de partage .....	23
b. Outils de suivi .....	23
c. Retour sur expérience technique .....	24
d. Echanges avec les commanditaires .....	24
e. Retour d'expérience « humaine » .....	25

7.	Analyse du projet .....	26
a.	Définition des objectifs .....	26
8.	Conclusion.....	26
9.	Documentations.....	26
10.	Annexes.....	28

## 2. Organisation du projet

Dès le commencement du projet, nous avons identifié l'organisation que nous voulions mettre en place pour le site. Benoit, fort de son expérience a guidé l'organisation de base du site et nous avons choisi d'utiliser un pattern de code Modèle Vue Contrôleur (MVC) :



*Figure 1 MVC*

Nous avons aussi réparti les tâches de chacun pour optimiser l'efficacité de notre travail, tous en collaborant et en connaissant le travail de chacun. Tout ceci suivant notre pattern MVC. Le développement a donc été séparé en deux parties : une partie géodésie et une partie web. L'objectif étant de faire communiquer ces parties au minimum.

Les tâches ont été réparties selon l'illustration ci-dessous :

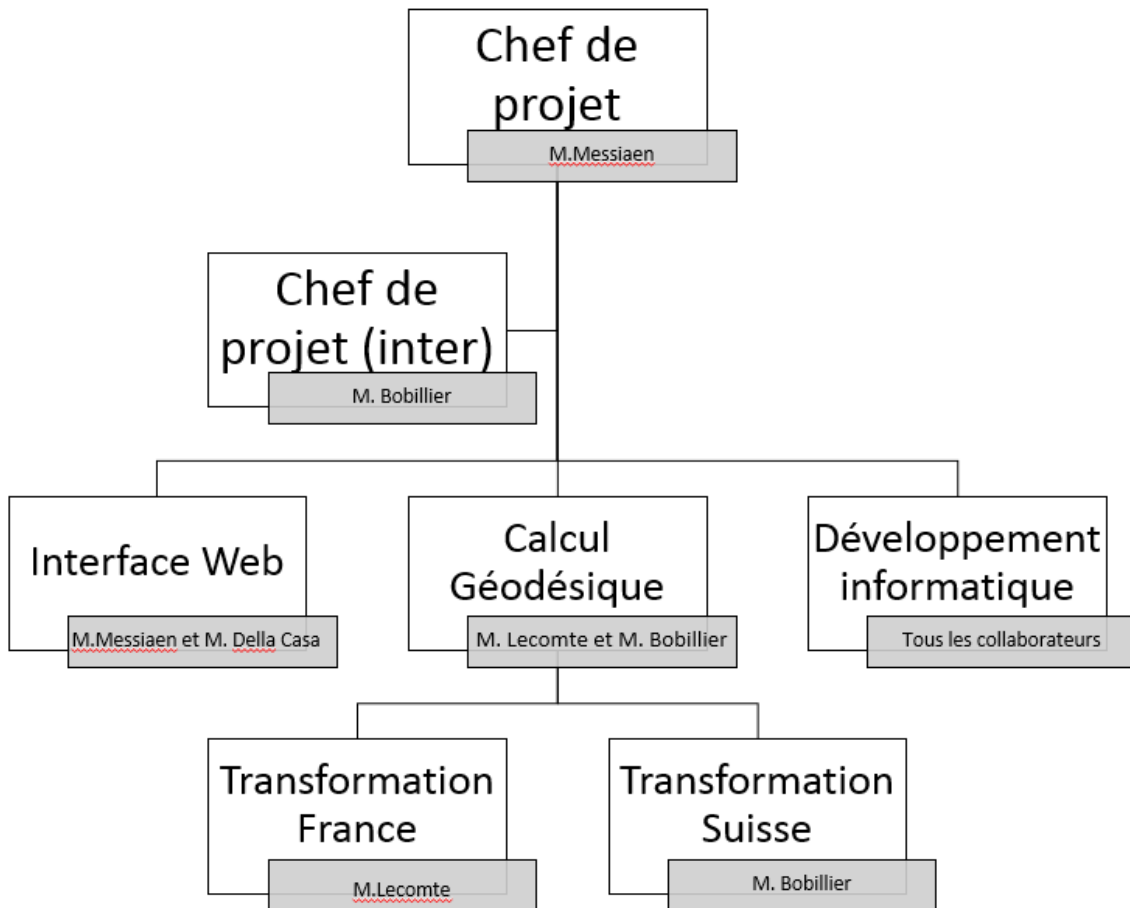


Figure 2 Schéma de la répartition des tâches

### 3. Géodésie

Concernant la partie géodésique du projet, nous nous sommes répartis les tâches en fonction des pays des étudiants respectifs. Quentin avait pour rôle de coder les transformations géodésiques suisses ainsi que le calcul de la déviation de la verticale. Hugo lui devait coder les transformations géodésiques françaises et le protocole de calcul de toutes les transformations.

Pour ce faire, nous avons dû définir « un lien » entre nos deux systèmes. Le système de référence commun est l'ETRS89.

Pour la suisse, nous pouvons considérer aussi que le CHTRS95 à l'ETRS89. Effectivement, le CHTRS95 est de conception tridimensionnelle au sens strict et est supposé identique au système ETRS89. Il utilise aussi l'ellipsoïde GRS80 qui est le même que l'ETRS89.

Selon SwissTopo « *pour être compatible avec les autres géodésies nationales d'Europe et respecter les recommandations de la sous-commission EUREF, seul l'ETRS89 entre en considération comme système de référence global. Mais la situation tectonique complexe des Alpes nécessite le choix additionnel d'un système suisse particulier CHTRS95, strictement identique à ETRS89 en première approximation et à l'époque  $t_0$ . Les faibles écarts (quelques mm par année) entre ETRS89 et CHTRS95 sont décrits par le modèle cinématique CHKM95 inclus au système. Il est ainsi possible au besoin*

*d'utiliser pour la Suisse un modèle cinématique particulier et distinct de celui de l'ETRS89. **A l'avenir, c'est le système CHTRS95 qui devrait être utilisé pour toutes les tâches de la mensuration nationale et pour les besoins des grands projets de génie civil.** »*

Pour la partie « codage » des calculs, nous nous sommes mis d'accord sur le type de programmation. Nous programmerons les transformations en PHP en créant des fonctions pour chaque changement de système, puis nous utiliserons le fichier « transfo\_coord.PHP » qui appellera toutes les fonctions de nos autres fichiers et qui sera mis en lien avec la partie client web du site.

L'objectif de notre code de transformation sera de récupérer un point ou une liste des points à transformer pour les convertir en coordonnées cartésiennes dans le système ETRS89/RGF93/CHTRS95.

Une fois que nous posséderons les coordonnées de tous les points dans ce dernier système de coordonnées, nous pourrons les transformer dans tous les systèmes de coordonnées possibles pour notre site web.

Les coordonnées seront ensuite récupérées par la partie client de notre site sous la forme d'un Json avec une structure définie (objets array que nous transformons en Json).

#### a. Transformations Françaises

En France métropolitaine, nous sommes amenés à travailler avec trois différents types de coordonnées.

- Les coordonnées cartésiennes
- Les coordonnées géographiques
- Les coordonnées projetées

Il existe aussi deux systèmes géodésiques de références différents :

- Le système de la Nouvelle Triangulation Française (NTF)
- Le RGF93 qui est cohérent avec le système ETRS89

La transformation (transformation 8) entre ces deux systèmes s'effectue à l'aide d'une grille de référence qui donne la translation à effectuer. Cette dernière est obtenue par interpolation de la position avec les nœuds de la grille.

Une fois que nous possédons les coordonnées des points dans le système de coordonnées RGF93, nous pouvons donc prendre ses coordonnées pour continuer les transformations du côté Suisse.

On obtient l'organisation suivante pour les calculs planimétriques :

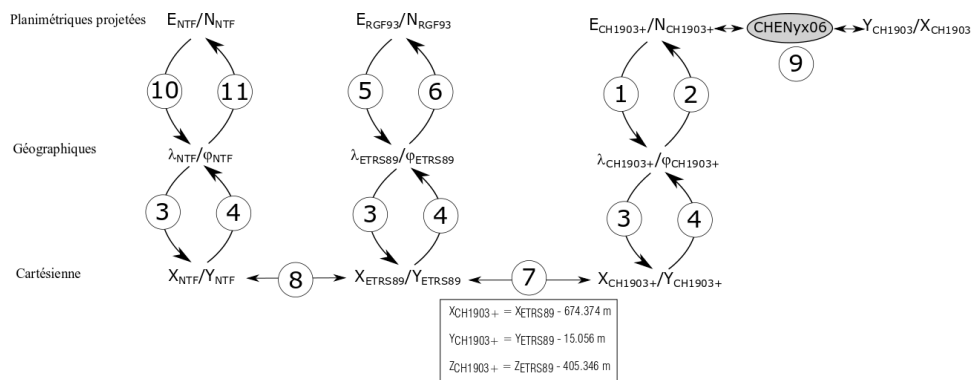


Figure 3 Schéma de transformations planimétriques

Et l'organisation suivante pour les transformations altimétriques :

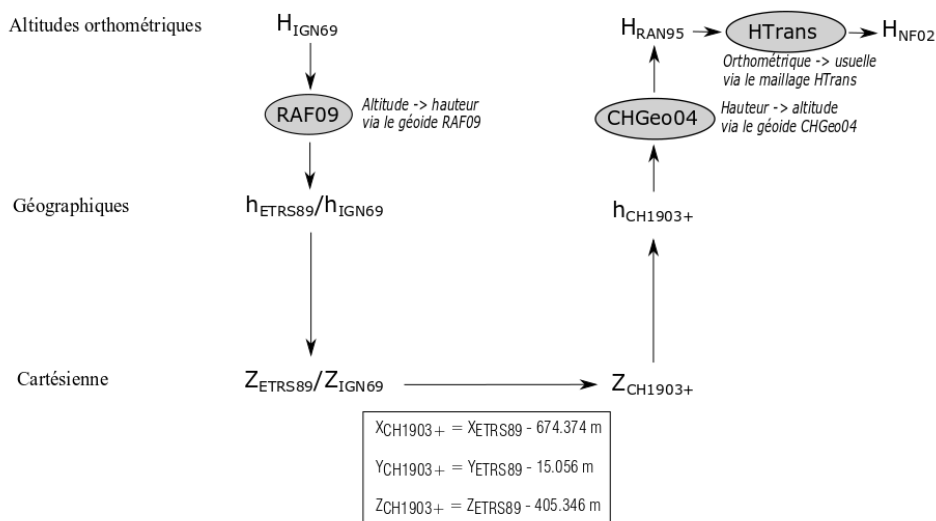


Figure 4 Schéma des transformations altimétriques

Les codes de transformations de coordonnées pour la France sont répartis en quatre codes de transformations et un code qui permet la lecture de fichier texte. Ces transformations ont été codées à partir des algorithmes décrits sur le site [geodesie.ign.fr](http://geodesie.ign.fr).

Le code `alti_fr.PHP` permet de transformer une hauteur ellipsoïdale en altitude dans le système altimétrique IGN69 et inversement à partir de la grille de conversion française RAF09. Les coordonnées sont récupérées sous la forme de coordonnées géographiques dans le système RGF93 pour correspondre à la grille en donnée.

Le code `variable.PHP` définit des objets PHP tels que des ellipsoïdes ou des cônes de projections que nous utiliserons ensuite pour les transformations de coordonnées.

Le code `fonctions_fr.PHP` utilise les objets cônes de projections pour transformer des coordonnées géographiques dans les systèmes NTF ou RGF93 en coordonnées projetées ou inversement. Le code effectue donc les transformations 5, 6, 10 et 11 de la *figure 3*. L'utilisation de l'objet pour ce code est dû au grand nombre de projections possible en France, et ce dans les deux systèmes géodésiques.

Nous avons ainsi des projections sur des cônes tangents ou alors possédant deux parallèles automécoïques (cône sécant à l'ellipsoïde selon deux parallèles).

Le code *cartesiennes.PHP* permet de transformer des coordonnées cartésiennes en coordonnées géographiques et inversement. Ce qui correspond aux transformations 3 et 4. Il utilise l'objet ellipsoïde pour que ce code soit réutilisable pour tous les ellipsoïdes que nous sommes susceptibles d'utiliser pour ce projet. Ce code contient aussi les fonctions de transformations entre les systèmes géodésiques de la NTF et RGF93. Il effectue donc la transformation 8.

Avec ces différents codes nous possédons toutes les briques élémentaires pour effectuer nos transformations de coordonnées du côté français.

## b. Transformations Suisses

### i. Planimétrie

Sur la *figure 3*, nous voyons le chemin « grossier » des transformations à effectuer pour arriver d'un système à l'autre. Les transformations 1 à 4 sont facilement programmables. Pour chaque point, les calculs seront les mêmes (aux coordonnées près). Les valeurs de constante des calculs ne changent pas en fonction de la position de notre point. Ce n'est malheureusement pas le cas pour passer entre nos 2 systèmes projetés (CH1903+ → CH1903). Les constantes de transformations diffèrent en fonction de la position du point. Effectivement, la transformation CH1903+ → CH1903 n'est pas régulière. Elle doit prendre en compte le réseau de maillage de SwissTopo, Fineltra (triangle CHENyx06), qui permet de connaître les paramètres de transformation de chaque point suivant leurs coordonnées respectives.

Pour passer entre ces 2 systèmes projetés, étape 8, nous utilisons une API de Reframe qui va nous permettre de faire les changements de systèmes (voir documentation).

Les formules de transformations de l'étape 1 et 2 sont issues du formulaire de SwissTopo et les étapes 3, 4 et 7 sont issues du document Géodésie appliquée de Messieurs Thomas Touzé, Françoise et Henri Duquenne (voir documentation). Pour les étapes 3 et 4, les paramètres d'ellipsoïde sont différents selon le système vers lequel nous voulons aller.

Ci-dessous, un schéma avec toutes les transformations effectuées pour passer des coordonnées géographiques ETRS89 aux coordonnées suisse CH1903 (MN03). Les fonctions associées à chaque calcul ainsi que les fichiers où se trouve le code sont indiquées sur le schéma.





Figure 5 Schéma des fonctions utilisées pour les transformations planimétriques

## ii. Altimétrie

Pour les transformations altimétriques, nous utiliserons une API de Reframe qui va nous permettre de faire les changements de systèmes (voir documentation), pour passer des hauteurs ellipsoïdales Bessel 1841 à l'altitude RAN95 et RAN95 au NF02. Cela nous permet de passer de la hauteur ellipsoïdale à l'altitude NF02.

Le passage de la hauteur ellipsoïdale GRS80 vers la hauteur ellipsoïdale CH1903+ et vers les hauteurs cartésiennes, se fera à l'aide des mêmes documents que la planimétrie.

Ci-dessous, un schéma avec toutes les transformations effectuées pour passer des hauteurs ellipsoïdales ETRS89 à l'altitude suisse RAN95. Les fonctions associées à chaque calcul ainsi que les fichiers où se trouve le code sont indiquées sur le schéma.

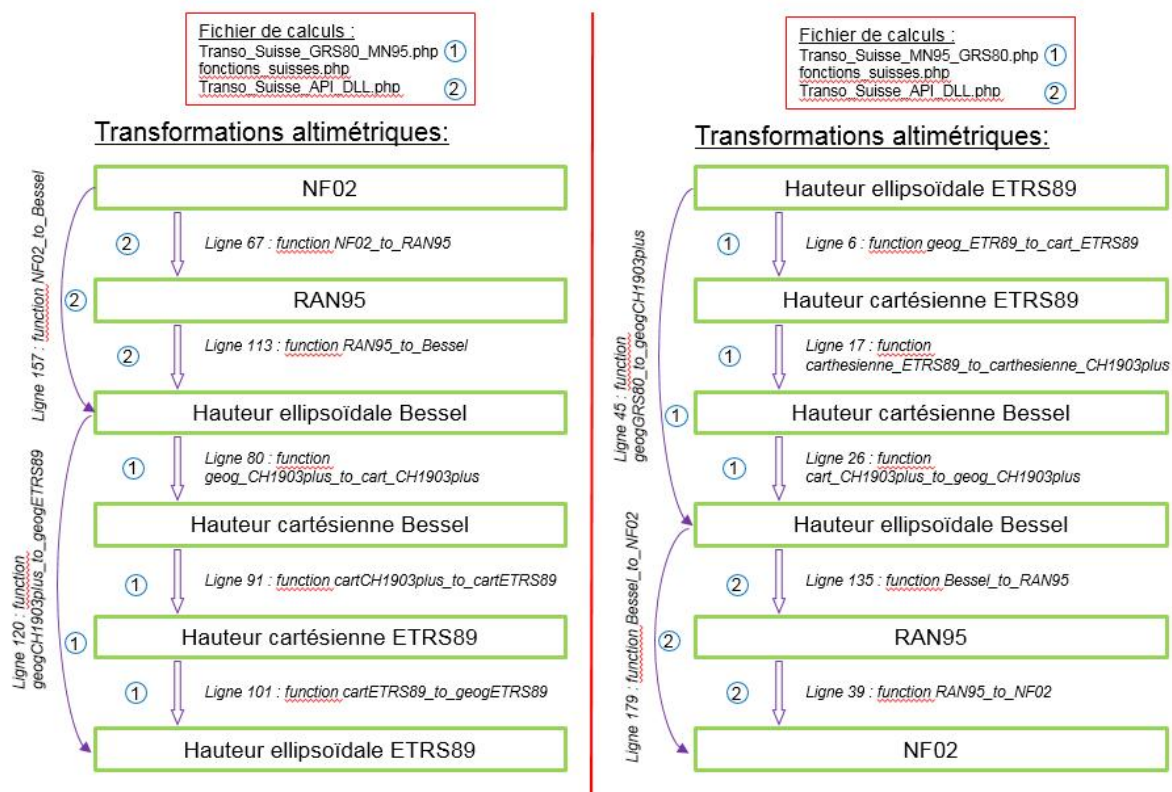


Figure 6 Schéma des fonctions utilisées pour les transformations planimétriques

### c. Déviation de la verticale

La déviation de la verticale correspond à la différence entre l'axe perpendiculaire à l'ellipsoïde et à l'axe de gravitation du lieu. L'axe de gravitation est défini en trait-tillé sur le schéma ci-dessous.

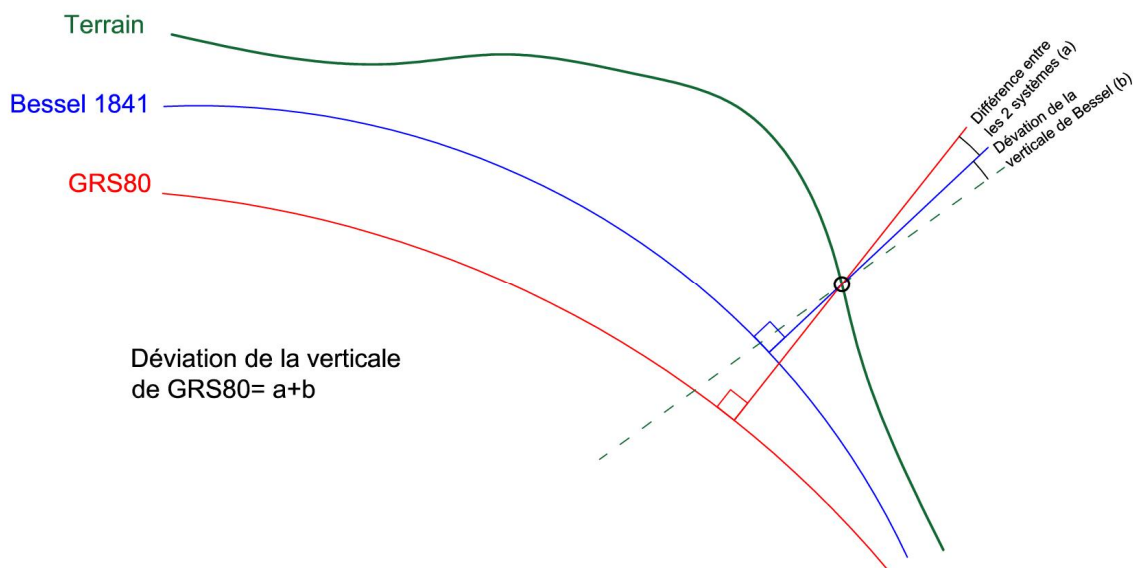


Figure 7 Schéma de la déviation de la verticale

Le but de notre projet est de transformer une déviation de la verticale pour l'ellipsoïde de Bessel vers celui du GRS80 et inversement. Pour se faire, nous devons connaître la position sur l'ellipsoïde de Bessel, du GRS80 ainsi que les paramètres de déviation (êta, ksi, zêta en radians) au point voulu en Suisse ou en France. Ensuite, nous pourrions trouver la direction de la perpendiculaire à l'ellipsoïde passant par le point. Connaissant, la déviation de la verticale nous pouvons donc trouver la direction de l'axe de gravité.

Il nous suffit alors de trouver la différence de rotation entre nos 2 directions et nous avons la déviation de la verticale de l'autre système.

Les données en entrée pour nos calculs sont les suivants différents selon la transformation voulu (ch = Suisse et fr = France).

Pour calculer la déviation en Suisse, nous avons besoin des coordonnées géographiques CH1903+, des coordonnées géographiques ETRS89 (=CHTRS95 et RGF93) et du vecteur français. Pour calculer la déviation en France, nous avons besoin des coordonnées géographiques C

H1903+, des coordonnées géographiques ETRS89 (=CHTRS95 et RGF93) et du vecteur suisse. Les paramètres du vecteur « unitaire » est dans notre cas en radians.

#### i. Formules des matrices de rotations

La matrice de passage recherchée est (selon développement du document « esgtGeodesie... » annexé) :

$$R_{RTG \rightarrow RLG} = \begin{bmatrix} -\sin(\lambda) & \cos(\lambda) & 0 \\ -\sin(\varphi) \cos(\lambda) & -\sin(\varphi) \sin(\lambda) & \cos(\varphi) \\ \cos(\varphi) \sin(\lambda) & \cos(\varphi) \cos(\lambda) & \sin(\varphi) \end{bmatrix}$$

*RTG = Repère terrestre géodésique / RLG = Repère local géodésique*

Nous devons ensuite faire un produit matriciel, en utilisant cette matrice avec et soit depuis le système suisse ou français et sa transposer. Le choix entre le système suisse ou français dépendra du vecteur unitaire et du résultat voulu. Pour terminer le calcul, nous faisons encore un produit

matriciel du résultat précédent avec le vecteur « unitaire »  $\begin{bmatrix} \eta \\ \varepsilon \\ \zeta \end{bmatrix}$ .

Pour calculer la déviation de la verticale en Suisse, nous utilisons la formule ci-dessous :

$$\begin{bmatrix} \eta_s \\ \varepsilon_s \\ \zeta_s \end{bmatrix} = (R_{TG}^{LG(F)} \times (R_{TG}^{LG(S)})^T \times \begin{bmatrix} \eta_f \\ \varepsilon_f \\ \zeta_f \end{bmatrix}$$

La déviation de la verticale en France peut se calculer en faisant des opérations mathématiques sur la formule précédente. La formule finale est la suivante :

$$\begin{bmatrix} \eta_f \\ \varepsilon_f \\ \zeta_f \end{bmatrix} = (R_{TG}^{LG(F)} \times (R_{SG(S)}^{TG})^T \times \begin{bmatrix} \eta_s \\ \varepsilon_s \\ \zeta_s \end{bmatrix}$$

Pour tous les calculs, la valeur de  $\zeta$  est par définition de 1, en réalité, la valeur « vraie » est  $\approx 1$ . La valeur de  $\zeta$  doit, pour un calcul tous à faire rigoureux (voir document « esgtGeodesie... » annexé) être issu de ce calcul :

$$\zeta = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2(\eta) + \tan^2(\varepsilon)}}$$

Cette formule a été utilisée pour nos transformations.

Les calculs de la déviation de la verticale se trouvent dans le fichier : *Deviation\_verticale.PHP*

#### d. Gestion des erreurs éventuelles

Divers problèmes peuvent survenir dans nos calculs de géodésie, nous avons trouvé les suivants :

- Coordonnées en entrée qui ne sont compris dans l'emprise des géoïdes
- Coordonnées en entrée qui ne sont compris dans la grille des triangles CHENyx06 ou de la grille de passage en la NTF et le RGF93
- Le service API Reframe peut être hors service ou indisponible
- Les calculs n'aboutissent pas

Pour ne pas transformer des coordonnées incorrectes, nous avons dû faire tester les coordonnées en entrées selon les différentes transformations. Si les coordonnées ne sont pas conformes aux conditions que nous avons définies, la transformation ne se fait pas et une erreur est renvoyée (*doc\_error.txt*).

La gestion des erreurs a été exécutée en rajoutant des conditions dans notre code de transformation de coordonnées (par exemple if).

#### e. Tests de validations des transformations

Pour vérifier les différents codes, différents outils ont été mis en place.

Côté Suisse, plusieurs coordonnées ont été utilisées (voir fichier *Comparaison\_transfo\_Suisse* pour tous les détails et remarques concernant les comparaisons).

Pour la vérification du passage des coordonnées géographiques ETRS89  $\leftrightarrow$  coordonnées géographiques CH1903+ et vice versa en passant par tous les systèmes demandés, nous avons fait des comparaisons entre les coordonnées de la fiche signalétique de la station AGNES de St-Croix, qui indiquent ses coordonnées dans plusieurs système différents.

Le résultat entre nos transformations en planimétrie et altimétrie est de : 0 mm

Concernant la déviation de la verticale, les résultats sont plus qu'acceptables au vu des précisions de mesures angulaires des instruments sur le marché. L'écart maximum est de 0.3 cc

Côté Français, les transformations ont été comparées à Circé France 4.2. Les tests ont été compilés dans un fichier Excel *testfr.xlsx*.

On cherche une précision submillimétrique pour les transformations dans le système RGF93. Pour les transformations vers ou depuis la NTF on recherche une précision submillimétrique en planimétrie et millimétrique en altimétrie.

Ces critères sont bien vérifiés après la phase de test.

## 4. Système d'information géographique

La partie SIG consiste à la création du WebLogiciel qui permet de rentrer les diverses données de base pour calculer les transformations. Nous devons également créer un support visuel de guichet cartographique pour nos différents points.

### a. Maquette

Afin de ne pas programmer dans le vide, une maquette de notre site a été construite afin d'avoir un fil conducteur tout au long de la construction de notre guichet cartographique de transformation de coordonnées. Cette maquette a été présentée aux professeurs en charge du projet, afin de leur expliquer ce que nous avons prévu de faire. La validation de notre maquette auprès des professeurs, nous a permis d'être sûr d'avoir bien compris la demande du mandat.

La maquette se trouve en annexe ([\*Maquette.pptx\*](#)). Les points qui ont été soulevés par les professeurs lors de la présentation sont :

- Bien préciser les unités à donner et les unités de sorties de nos calculs de transformations.
- Indiquer que les coordonnées données en temps réel de la position de la souris sont approximatives ou les arrondir.
- Se mettre d'accord sur l'unité de travail des formules (Radian / Mètre) lors de la programmation.
- Faire attention à bien différencier les coordonnées approximatives calculées par OpenLayers pour l'affichage des points sur la carte et les coordonnées précises utilisées pour les calculs de transformation et qui doivent s'afficher dans le pop-up sur la carte.

### b. Interface du site internet

Nous avons séparé notre projet en plusieurs dossiers conformément à l'arborescence proposée par Benoit (java, PHP, lib, css, ...). Ces différents fichiers nous permettent d'avoir un tri dans notre travail de codage. En dehors des dossiers, un fichier PHP est créé afin de réunir les différents codes dans un même fichier pour permettre la création de la page de base.

Les modifications d'interface du site se feront à l'aide de la programmation orientée objet (JavaScript). Grâce à ce langage, nous pouvons faire apparaître ou disparaître des éléments en effectuant une action (par ex : cliquer sur un bouton).

Dans un premier temps, nous nous consacrons à la mise en page pour qu'il soit lisible. Nous passerons ensuite à la programmation pour le lancement des différents calculs de transformations.

L'esthétique sera améliorée en deuxième temps, car le but premier est de pouvoir exécuter des calculs. Nous sauterons l'esthétique dans un premier temps pour nous consacrer au cœur de notre projet.

Ci-dessous, nous pouvons voir la maquette de notre projet :

Recherche de points par id (CH/FR)

Changement de coordonnées

Liste des points fixes

**Français:**

- ☒ Points fixes de type 1
- ☐ ...

**Suisse:**

- ☒ PFP 1
- ☐ PFP 2
- ☒ PFP 3
- ☐ ...

Liste des systèmes de coordonnée

**Coordonnées géographiques:**

- ☐ WGS 84 EPSG:4326
- ☐ ETRS89 EPSG:4258

**Coordonnées projetées:**

**Français**

- ☒ RGF93 EPSG:2154
- ☐ ...

**Suisse**

- ☒ CH1903 EPSG:21781
- ☒ CH1903+ EPSG: 2056

**Coordonnées**

Projection : CH1903+ ▼

2517155, 1172993

Transformation de coordonnées

Transformation via fichier

**Système de départ:**

Planimétrie: CH1903+ EPSG:2056

Altimétrie: RAN 95

Est/Long: 2517155 Nord/Lat: 1172993

Altitude/Hauteur: 453

Déviations de la verticale:  $\eta$   $\xi$

Cote du géoïde

**Système d'arrivée:**

Planimétrie: RGF93 EPSG:2154

Altimétrie: ??

Est: Nord:

Altitude:

Déviations de la verticale:  $\eta$   $\xi$

Cote du géoïde

Calculer

Ajouter à la carte

ENSIG Géomatique

HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD

www.heig-vd.ch

Figure 8 Maquette



### c. Données

Pour la Suisse, nous avons demandé les points fixes 1 et 2 à SwissTopo. Suite à leur réponse, nous avons décidé de garder que les points fixes 1 car ils ont le droit sur ces données et peuvent donc nous les transmettre sans problème. Au contraire, les points fixes 2, sont gérés par les cantons. Nous devrions donc demander l'accord des cantons. Malheureusement, nous n'avons pas reçu encore les points fixes et pu les intégrer au projet avant le rendu.

Du côté de la France, il est apparu difficile d'obtenir des données similaires dans la durée du projet. En cas de continuité du projet, la possibilité est laissée de rajouter des points.

### d. Base de données

Nous avons en premier créé une table pour les points fixes suisses que nous allons importer dans notre carte. Cette table est composée l'id automatique du point, son numéro officiel, le type de point (Points fixes planimétriques suisse, ...) ainsi que toutes les coordonnées des différents systèmes que nous voulons pouvoir afficher dans le pop-up de la carte.

id_pf	num_pt	type	Coordonnées des différents systèmes	geom
id auto-incrémenter	Numéro officiel du point	Type de points fixes (PFA1, ...)	Exemple: (ETRS89, MN95,...)	Géométrie du points

La deuxième comprend les points que nous pouvons ajouter à la carte via l'interface de formulaire. Comme pour la table précédente, elle comprend toutes les coordonnées des différents systèmes utiles pour notre projet. Il faut faire attention à mettre les mêmes noms de colonnes afin de bien faire l'affichage de la popup même si ce n'est pas la même table. Nous avons donc remis le même nom pour la table des numéros de points (num\_pt). Les colonnes id\_aleat et aleatoire servent pour les utilisateurs qui ne veulent pas s'enregistrer. Ainsi quand, l'utilisateur se connecte sans pseudo, nous lui attribuons un id unique. Cet id sera alors enregistré dans la table lors de la création des points de l'utilisateur sur la carte. La colonne chantier permet alors de séparer les points des utilisateurs en fonction de quand il a calculé la transformation de coordonnée. Ainsi, lors de la création de points, nous attribuons la date du jour à la colonne chantier.

id_ptsess	num_pt	date_chantier	Coordonnées des différents systèmes	geom	id_aleat	aleatoire	id_sess
id auto-incrémenter	Numéro officiel du point	Date du chantier des points	Exemple: (ETRS89, MN95,...)	Géométrie du points	id aleatoire	aleat/null	Spécifier à quel pseudo il appartient

La dernière table sert à enregistrer les sessions des utilisateurs récurrents.

id_sess	pseudo	password
id auto-incrémenter	Nom de l'utilisateur	mot de passe

De cette manière, nous pouvons enregistrer les points utilisés pendant des sessions en les liants à un compte. Quand un utilisateur se reconnecte avec son compte, il retrouve les points qu'il avait créé auparavant.

## e. Traitement des données

### i. Import des données de points fixes dans la base de données

Vu que nous n'avons pas reçu les points fixes, nous n'avons pas pu faire cette partie. Nous pouvons par contre expliquer notre démarche pour créer ces points facilement. Nous commençons par transformer notre fichier .shp en fichier « text » avec séparateur ';'. Dans ce fichier « text », nous gardons leurs coordonnées dans le systèmes MN95 et leur numéro. Nous calculons alors la transformation des points dans notre WebLogiciel. Les points sont donc enregistrés dans notre table Points\_sessions. Il suffit alors d'exécuter un script pgSQL dans pgAdmin afin de transférer les points dans la table Points\_fixes.

La première requête sert à insérer tous les points dans la table Points\_fixes, il suffit d'en indiquer le numéro de l'id de la session de l'administrateur et le type de point.

La deuxième requête, qu'en a elle, supprimer les points de la table Points\_session afin de l'épurer pour le prochain import de points fixes. Il faut également lui spécifier l'id de la session.

```
INSERT INTO "Points_fixes"(  
  num_pt, "type", "X_ETRS89", "Y_ETRS89", "Z_ETRS89", "long_ETRS89", "lat_ETRS89",  
  "h_ETRS89", "X_CH1903plus", "Y_CH1903plus", "Z_CH1903plus", "long_CH1903plus",  
  "lat_CH1903plus", "h_CH1903plus", "E_CH1903plus", "N_CH1903plus", "E_CH1903", "N_CH1903",  
  "alt_RAN95", "alt_NF02", "E_RGF", "N_RGF", "X_NTF", "Y_NTF", "Z_NTF", "long_NTF",  
  "lat_NTF", "h_NTF", "E_NTF", "N_NTF", "alt_IGN69", geom, "E_NTF_2", "N_NTF_2", "E_RGF_C46",  
  "N_RGF_C46", "E_RGF_C47", "N_RGF_C47", "E_RGF_C48", "N_RGF_C48")  
SELECT num_pt, 'type-de-point', "X_ETRS89", "Y_ETRS89", "Z_ETRS89", "long_ETRS89",  
  "lat_ETRS89", "h_ETRS89", "X_CH1903plus", "Y_CH1903plus", "Z_CH1903plus",  
  "long_CH1903plus", "lat_CH1903plus", "h_CH1903plus", "E_CH1903plus", "N_CH1903plus",  
  "E_CH1903", "N_CH1903", "alt_RAN95", "alt_NF02", "E_RGF", "N_RGF", "X_NTF", "Y_NTF",  
  "Z_NTF", "long_NTF", "lat_NTF", "h_NTF", "E_NTF", "N_NTF", "alt_IGN69", geom, "E_NTF_2",  
  "N_NTF_2", "E_RGF_C46", "N_RGF_C46", "E_RGF_C47", "N_RGF_C47", "E_RGF_C48", "N_RGF_C48"  
FROM "Points_session" WHERE id_sess=num_sess;  
  
DELETE FROM public."Points_session"  
WHERE id_sess=num_sess;
```

Figure 9 Requête pour le transfert des points de fixes

### ii. Cartes

Comme fond de carte, nous avons fixé la carte OSM et bing Satellite afin d'avoir des fonds qui couvrent entièrement les 2 pays. La mise en place des points dans OpenLayers a d'abord été faites avec GeoServer. Par la suite, nous devons pouvoir afficher les points en fonction d'une valeur dans les tables par utilisateur qui peut changer en temps réel en fonction de l'utilisateur.

Nous avons créé les GeoJSON des points via une requête SQL que nous enregistrons dans une variable PHP. Il nous suffit alors d'ajouter le GeoJSON à une couche vecteur d'OpenLayers. Nous pouvons ainsi changer facilement de type de points à afficher en changeant la requête avec une condition WHERE (changement d'utilisateur, changement de chantier, ajouter les nouveaux points sur la carte).



```

$pt_session = pg_query($conn,
"SELECT jsonb_build_object(
  'type',      'Feature',
  'id',        id_ptsess,
  'geometry',  ST_AsGeoJSON(ST_Transform(geom,3857))::jsonb,
  'properties', to_jsonb(row) - 'geom'
) FROM (SELECT * FROM \"Points_session\" WHERE id_sess=\"$id_sess.\" AND
date_chantier=(SELECT max(date_chantier) FROM \"Points_session\" WHERE id_sess=\"$id_sess.\")) row;");

```

Figure 10 Requête pour la création du GeoJSON

### iii. Traitement de la légende

La légende permet d’afficher les points que nous voulons (exemple : PFA1, points du chantier de la date du 17-05-2018, ...). Elle a également pour but de permettre à l’utilisateur de choisir quelle transformation il veut qu’il soit afficher dans la popup comme expliqué dans la maquette.

La seule différence par rapport à la maquette est que nous avons décidé d’augmenter le nombre de possibilité de projection à afficher tel que la projection CC46 du RGF93.

### iv. Transformation de coordonnées

La transformation de coordonnées se fait avec l’aide du formulaire. L’utilisateur peut calculer la transformation pour un point ou pour plusieurs points à l’aide d’un fichier en colonne dans le système de coordonnées qu’il désire.

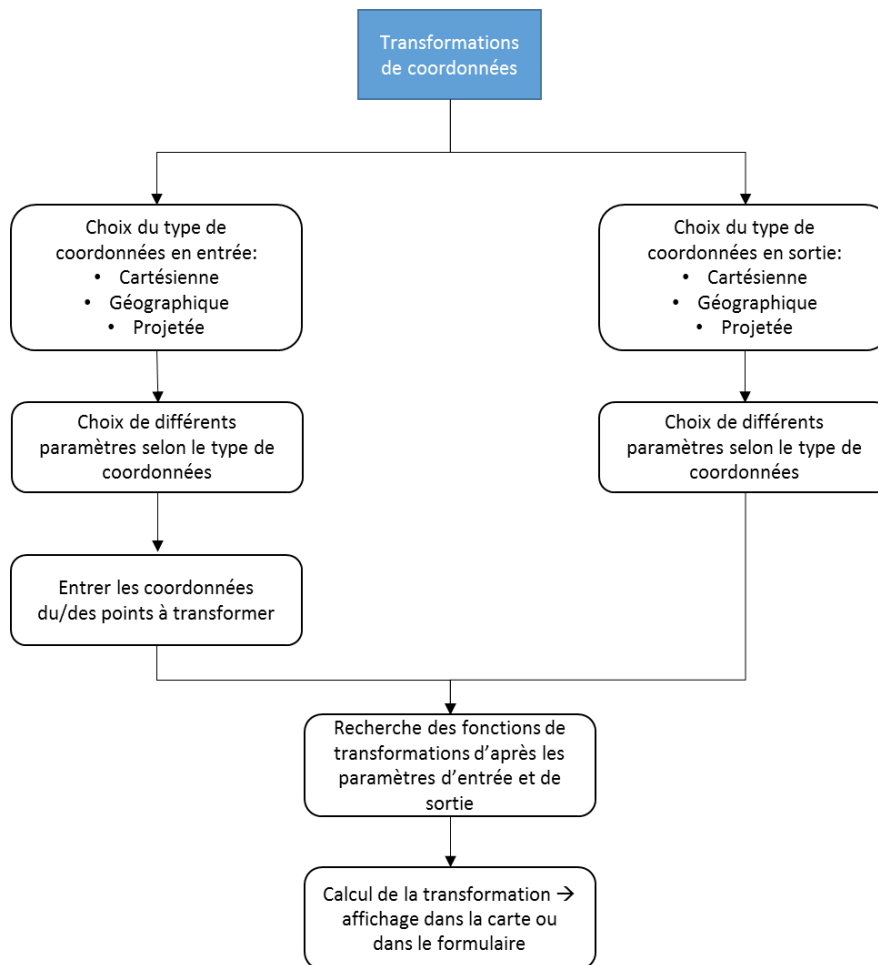


Figure 11 Processus de transformations de coordonnées

L'utilisateur peut importer un fichier en format .txt ou .csv. Il pourra après le calcul télécharger un fichier contenant les coordonnées des points dans le système de coordonnées qu'il aura choisi.

#### v. Traitement des points de l'utilisateur pour la carte

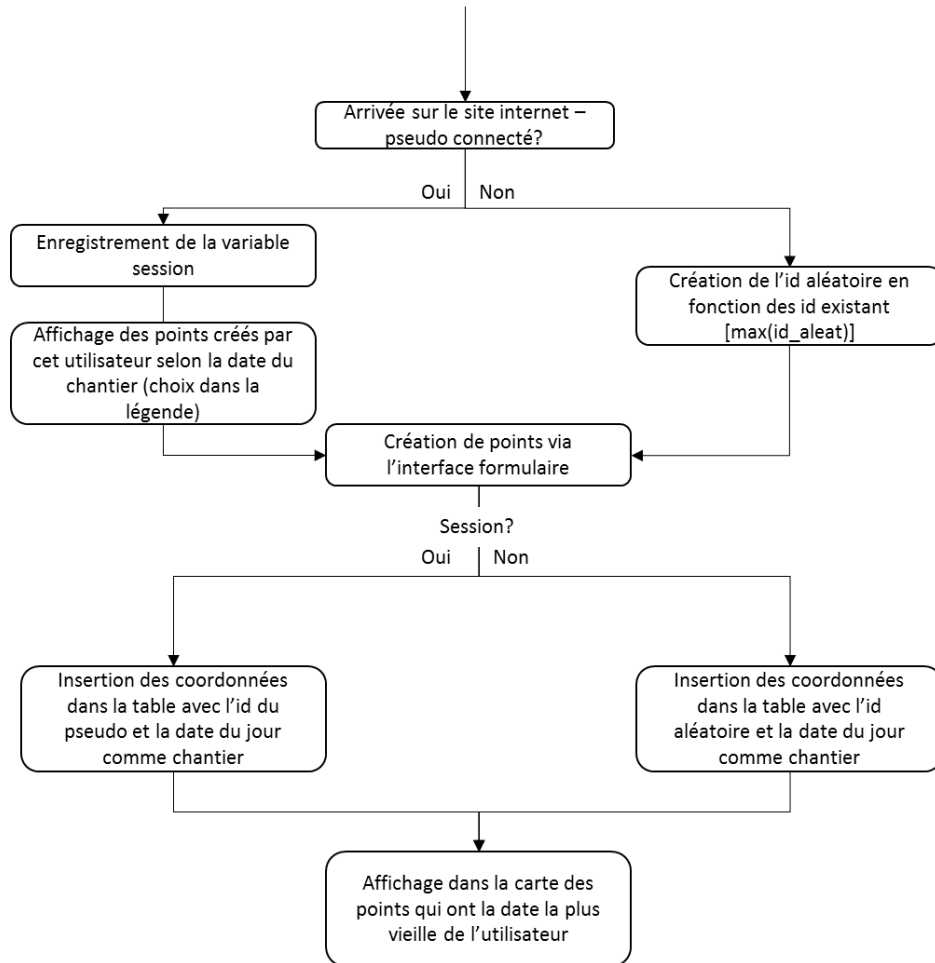


Figure 12 Processus d'affichage des points de l'utilisateur

Donc, comme présenter dans le processus ci-dessus, la première étape est de définir si l'utilisateur s'est connecté ou s'il est un utilisateur lambda. Nous définissons ainsi les variables sessions dans PHP qui permettront d'être stockée durant toute la durée d'utilisation de notre programme par l'utilisateur.

Si l'utilisateur s'est connecté, il faut afficher les différents points qu'il a précédemment enregistrés dans une autre session. Il doit également pouvoir choisir quel chantier il veut afficher à l'aide d'une liste déroulante qui affiche les dates de ces chantiers.

#### vi. Différence avec la maquette

Par rapport à notre maquette, nous avons bien amélioré l'esthétique de notre site. Nous avons également amélioré l'interface du formulaire et le nombre de projection possible sur la carte.

La plus grande différence est que nous avons ajouté la possibilité de se créer un compte et d'avoir ainsi une sauvegarde de points ajoutés à la carte durant une autre session.

Le moins par rapport à la maquette est que nous avons pas pu traiter la recherche des points fixes vu que nous n'en avions pas.

## vii. Méthode d'organisation des fichiers

Vu le nombre de fichier de ligne de code que nous devons écrire pour notre projet, nous avons mis en place une organisation de nos fichiers.

Les fichiers index.PHP est le fichier mère du projet. C'est le fichier d'ouverture de notre site. Nous incluons les autres fichiers à l'intérieur que ce soient du JavaScript ou du PHP.

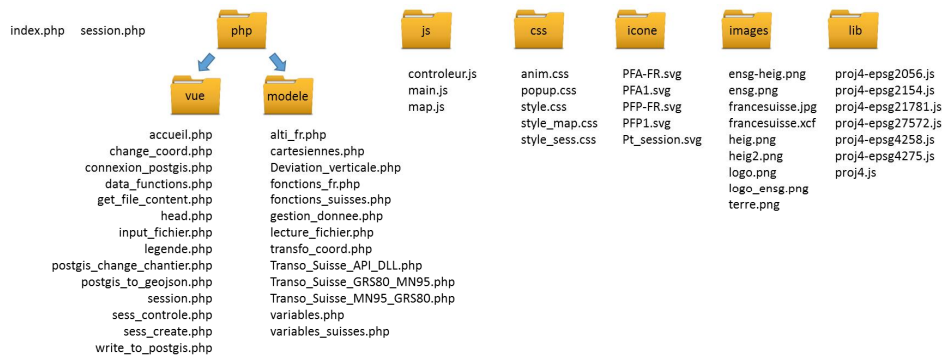


Figure 13 Arborescence de notre site

## viii. Amélioration possible

Nous verrons plusieurs améliorations possibles pour notre site que nous n'avons pas eu le temps d'effectuer :

- Possibilité de changer de mot de passe ou de nom d'utilisateur pour les sessions
- Amélioration du code pour automatiser la création de la légende si nous rajoutons un type de points fixes
- Amélioration du code pour l'administrateur qui pourrait ajouter directement depuis le site les points fixes dans la table → Page d'accès privilégiée de création des points fixes en fonction du pseudo
- Amélioration de la gestion du compte et permettre à l'utilisateur de créer son propre nom de chantier

## 5. Notice d'utilisation des transformations

En arrivant sur la page principale du géoportail, nous avons 2 choix. Le premier est, en cliquant sur l'onglet *Transformation de coordonnées*, de faire des transformations de coordonnées un point après l'autre. Le deuxième, sous l'onglet *Transformation via fichier*, est d'importer un fichier avec plusieurs points et d'appliquer les transformations au fichier lui-même et d'exporter ce dernier.

### a. Onglet transformation de coordonnées

L'onglet est séparé en 2 parties :

Figure 14 Onglet transformation de coordonnées

#### Système de départ :

Nous devons rentrer en premier lieu, le type de coordonnées du point que nous voulons transformer selon la liste déroulante qui nous est proposé. Nous devons également indiquer son système et sa projection. Pour l'altimétrie, il faut préciser s'il s'agit d'une altitude ou d'une hauteur ellipsoïdale ainsi que son système. Une fois ces paramètres introduits, il suffit juste d'introduire les coordonnées de notre point dans les cases qui sont encore vide. En dessus de chaque case est mentionnée la valeur à introduire, tout comme l'unité que doit avoir cette valeur.

Une fois ces opérations effectuées, nous pouvons passer au paramétrage du système d'arrivée.

#### Système d'arrivée :

Pour que la transformation se fasse correctement, il faut indiquer les mêmes paramètres qui différeront légèrement selon le type de coordonnées choisi en sortie.

Une fois tous les cases remplies, vous pourrez cliquer sur « Calculer » pour faire la transformation. Le bouton « Ajouter à la carte » permettra de visualiser vos points sur une carte.

#### b. Onglet transformation via fichier

Dans cet onglet, 4 parties sont à remplir :

The screenshot shows a web application window titled 'Transformation de coordonnées' with a sub-tab 'Transformation via fichier'. The interface is organized into four distinct sections for configuring a file-based coordinate transformation:

- Fichier de départ:** Includes a 'Parcourir' button, a text input 'Déposer un fichier ici...', a 'Séparateur' dropdown set to ';', a 'Début à la ligne' spinner set to '0', and a 'Formatage du fichier' dropdown set to 'Longitude Latitude Hauteur'.
- Système de départ:** Contains four dropdowns: 'Systèmes' (set to 'RGF93'), 'Type de coordonnées' (set to 'Géographiques'), 'Système altimétrique (si altitude)' (set to 'IGN69'), and 'Unité' (set to 'Degrés décimaux').
- Système d'arrivée:** Mirrors the 'Système de départ' section with identical dropdown selections.
- Fichier en sortie:** Includes a 'Nom du fichier en sortie' input (containing 'geofs'), an 'Extension' dropdown (set to '.txt'), and a 'Formatage du fichier' dropdown (set to 'Longitude Latitude Hauteur').

At the bottom of the window are two prominent orange buttons: 'TELECHARGER' and 'AJOUTER À LA CARTE'.

Figure 15 Onglet transformation via fichier

#### Fichier de départ :

Cette partie nous permet de télécharger notre fichier sur le géoportail. C'est ici qu'il faudra spécifier le type de séparateur, de sélectionner l'ordre des colonnes du fichier dans la liste déroulante et 1 ou 2 paramètre supplémentaire suivant le type de coordonnées choisit.

Il est possible que la liste déroulante ne contienne pas le format de votre fichier. Cela provient sans doute du fait que le type de coordonnées, dans la partie du système de départ n'est pas le bon. Dans ce cas, il faut d'abord définir le système de départ avant de télécharger notre fichier.

#### Système de départ :

Dans cette partie, nous devons définir nos paramètres de départ tels que : type de coordonnées, système, projection et système altimétrique au besoin.

#### Système d'arrivée :

Les mêmes informations que pour la partie citée juste au-dessus doivent être indiquées.

#### Fichier en sortie :

Avant d'opérer les transformations, nous devons donner un nom de fichier, un séparateur, le format et quelques autres paramètres suivant la transformation choisie.

Une fois toutes les cases remplies, vous pourrez cliquer sur « Télécharger » pour faire les transformations. Le bouton « Ajouter à la carte » permettra de visualiser vos points sur une carte.

## 6. Gestion de projet

La plus grande difficulté du projet était de se coordonner entre les 2 groupes d'étudiants. Effectivement, la distance séparant Paris d'Yverdon-les-Bains ne nous a pas permis d'avoir des contacts « physique » entre les étudiants.

### a. Outils de communication et de partage

Pour communiquer dans le groupe, nous avons dû mettre en place divers systèmes de communications et de partage de fichiers, les voici :

- Création d'un groupe WhatsApp pour les échanges courants
- Utilisation et mise en place de visioconférence Skype hebdomadaire
- Utilisation de Repository GitHub pour le stockage des fichiers
- Utilisation de la machine virtuelle mise en place pour le projet par la HEIG-VD pour les débogages, base de données, pour les contrôles et test
- Echange par e-mail avec les contacts externes aux étudiants
- Un Google-Doc pour l'amélioration du site et la correction des bugs

Nous avons aussi réparti les tâches de chacun pour optimiser l'efficacité de notre travail, tous en collaborant et en connaissant le travail de chacun. La répartition est celle montrée dans la *figure 2* du rapport.

Pour pouvoir nous identifier facilement, il nous était demandé de donner un nom de projet et de créer un logo. Comme vous l'avez vu, le projet se nomme Geo FS.

Tous les outils ont été utilisés, on notera cependant que la machine virtuelle aurait pu ne pas être déployée. Son utilisation n'étant pas cruciale pour le projet.

### b. Outils de suivi

Tous le long du projet, nous avons également utilisé des outils de planification et de suivi de projet. Nous avons donc mise en place un GANTT et un PERT en collaboration. Une matrice de suivi des risques a été mise en place et un descriptif des rendus a été tenu à jour. Le protocole de vérification du site a aussi été réalisé et vérifié.

En plus de cela, après chaque visioconférence hebdomadaire, nous faisons un PV de la séance avec ce qui a été discuté ainsi que les tâches à effectuer pour la suite du bon déroulement du projet. Ces visioconférences ont été tenues toutes les semaines à partir du moment où le projet a été mis en place malgré les différentes vacances de chacun. Ceci a permis à tous de pouvoir tenir au courant nos commanditaires ainsi que d'avancer sa tâche en ayant conscience des besoins immédiats des autres membres du projet.

Ici, nous sommes proches de la méthode agile avec ces réunions de début de séance. Mais nous en différons dans le fait que nous n'avions pas de support à améliorer point par point au cours du projet et que les tâches ont souvent été codées sur plusieurs semaines.

Le GANTT a été géré par Benoit et mis à jour à chaque visioconférence hebdomadaire. Le PERT lui a été abandonnée après que nous ayons vu le peu d'information qu'il nous apportait sur le projet du fait de la linéarité de la programmation. Dans l'ensemble, le GANTT a très bien été respecté sur le début du projet. La phase de débogage et de mise en fonctionnement du site a été plus longue qu'attendue mais nous avions prévue de l'avance sur le projet ce qui nous a permis d'être dans les temps pour les rendus.

Le dernier problème que nous avons eu est la grande pluralité des rendus à mettre en place sur la fin du projet. Il nous a donc fallu beaucoup de temps de production des rendus. Un nouvel événement est rentré dans le projet quand Serge Botton et Bertrand Cannelle ont été informés que le site intéressait des entités extérieures aux écoles. De ce fait, il a fallu produire une documentation utilisateur et programmeur non prévu à la base dans le projet. De plus, le rapport produit par les deux écoles n'était pas attendu de la même forme. Côté ENSG, nous avons dû nous montrer plus précis sur la gestion de projet et plus technique sur quelques outils de mise en place.

Côté plus technique de la gestion de projet, nous avons produit une présentation de notre organisation le 14 mars pour le COPIL. Avec tous les élèves et les commanditaires de présents. De même, nous avons produit une présentation de nos outils de gestion de projet pour les personnes nous encadrant sur ce point pour la journée de présentation du 17 mai.

#### c. Retour sur expérience technique

Au long du projet, nous avons été confrontés à des problèmes que nous n'aurions pas soupçonné du fait de la distance entre nous. Dans un premier temps, nous avons été confrontés à la diversité de nos façons de coder. Les élèves Suisses codent d'une manière moins technique que nous. De ce fait, nous avons dû leur donner quelques techniques et formes à respecter. De ce point de vue, cela a été très instructif pour nous.

Deuxièmement, nous nous sommes rendu compte que nous n'avions pas exactement précisé les versions des logiciels que nous utilisons. Cela n'a pas engendré de grand problème mais c'est encore un autre enseignement du projet.

Le fait que les élèves Suisses ne sachent pas utiliser GitHub les a handicapés pour une journée, mais du fait de leur grande adaptabilité, ils se sont très bien débrouillés avec le logiciel.

#### d. Echanges avec les commanditaires

Au commencement du projet nous avons participé à plusieurs visioconférences avec les professeurs des 2 écoles pour définir les objectifs définitives et l'organisation du projet. Lorsque qu'un problème était soulevé, il était directement remonté aux commanditaires respectifs concernés du fait de leur proximité.

Côté Suisse, les séances sur le projet se faisant en classe entière avec les professeurs commanditaires du projet, le suivi était très régulier et fait à chaque séance.



Côté Français, les journées de travail se passaient en L401 ce qui permettait de signaler le moindre problème à Serge Botton du fait de sa proximité.

La maquette du site a été soumise aux commanditaires qui ont fait des retours assez similaires. Ces retours ont été rassemblés et mis en cohérence pour qu'ils soient respectés. Nous avons fait de même quand une première version du site a été possible.

Par la suite, d'autres séances avec les commanditaires ont dû être effectuées pour régler les problèmes liés aux transformations de coordonnées entre les 2 pays. Suite à cela, les élèves Suisses sont allés faire des mesures statiques au GNSS de 2h30 sur 2 points simultanément à l'Auberson (CH) et au Fourgs (FR). Ces mesures ont été envoyées à l'ENSG. Ils ont pu échanger avec les autorités des Fourgs sur le projet et un communiqué de presse a été fait par M. Touzé. Un article a paru dans un journal local (L'est républicain). L'article est mis en annexe. Les échanges ont toujours été constructifs.

#### e. Retour d'expérience « humaine »

Le retour d'expérience suite à ce projet est positif. Nous avons à notre sens rempli les objectifs du projet autant du côté du produit rendu que dans la collaboration avec nos collègues de l'HEIG-VD. Chaque étudiant a pu à un moment ou un autre apporter ces connaissances et expérience dans le projet pour l'améliorer.

Le groupe c'est depuis le début jusqu'à la fin très bien entendu. La collaboration a été saine et chacun a fait le travail. La communication a aussi été bonne. Tout le groupe s'écoutait, proposait des solutions et s'entraidait.

Au niveau des connaissances de chacun, nous avons appréhendé sur le niveau de programmation des élèves Suisses. Divers langages qu'ils ne connaissaient pas, tels que l'AJAX nous ont bien aidés pour le projet. La structure de programmation, termes employés, structure du code est bien plus poussée et cela était presque inconnu pour eux. Ils ont dû se « conformer » à la structure proposée par Benoit qui possédait déjà du bagage dans la création de site web. Pour eux, c'est « un mal pour un bien », car grâce à cela ils ont eu l'impression d'être devenu un peu plus structuraux et rigoureux en programmation.

Le projet vu par les élèves de l'ENSG était un projet « technique » avec une interface web avec des boutons. Du côté Suisse, l'utilisation de carte (Webmapping) a été proposée. Les Suisses ont pu nous transmettre une partie de leurs connaissances sur le sujet.

Le gros point noir du projet de notre côté était un problème de concordance de calendrier académique. Nous avons commencé deux semaines après les élèves Suisses. Nous n'avions que peu de temps à mettre sur le projet (1 jour par semaine max). De plus nous avons deux semaines de vacances qui n'étaient pas les mêmes qu'eux. Ils ont eu une semaine de vacance juste avant la nôtre ce qui a compliqué et ralenti le développement de notre projet (pas pris en compte). Par contre, nous avons eu 2 semaines à temps pleins, qui étaient réservées pour le développement de ce projet en fin de semestre. Malheureusement, ces 2 semaines sont en même temps que les révisions d'examens et les examens Suisses. Par conséquent, ils ne pouvaient plus consacrer de temps au projet. Peut-être faudrait-il optimiser ces quelques points noirs si l'expérience est renouvelée.

On notera aussi les demandes de rendus qui étaient un peu flou au départ du projet. Bien sûr, ce projet était aussi une nouvelle expérience pour les commanditaires des deux écoles.

## 7. Analyse du projet

A notre sens, le projet a été mené à bien. Nous pouvons calculer nos transformations ce qui était le but principale. Nous avons également pu rajouter une option de session qui permet de conserver ses calculs sur la carte.

Les programmations des formules géodésiques en PHP fonctionnent et ont été contrôlée avec des points de référence.

Nous avons su nous répartir le travail équitablement. Chacun prenant connaissance du travail des autres afin que chacun comprenne le fonctionnement de l'entier du projet. Malgré les problèmes rencontrés, nous avons su communiquer et nous organiser en conséquence.

### a. Définition des objectifs

Les objectifs ont été atteints. Toutes les transformations sont disponibles. Par contre, la transformation par fichier ne fonctionne qu'avec 10 points au maximum. Si nous mettons plus de points, la transformation via l'API de SwissTopo plante.

Nous n'avons pas mis en place l'outil de recherche de points car n'ayant pas de points fixes, cela était inutile à notre sens. Une session d'utilisateur est par contre disponible.

## 8. Conclusion

Notre projet s'est bien déroulé. Nous aurions aimé pouvoir y passer plus de temps afin de finaliser les derniers petits détails mais la grande diversité des rendus nous a empêcher de pouvoir consacrer le temps de la fin du projet au site. De plus, les élèves Suisses étant en période de partiel à la fin du projet, ils ont de manière normale diminuer leur participation alors que du côté Français, tous notre temps était consacré à finir le projet. Nous trouvons quand même que notre travail est bon et que les résultats sont cohérents.

Nous avons réussi à réunir les 2 matières que sont le SIG et la géodésie dans un seul projet et à les faire communiquer entre elles. La combinaison de ces 2 branches n'est pas aisée, mais une fois réalisé, est très efficace.

Le projet est assez facilement récupérable pour l'étendre à d'autres pays.

## 9. Documentations

Formules de transformations de coordonnées dans les systèmes géodésiques français

<https://geodesie.ign.fr/index.PHP?page=algorithmes>

NTG\_88

Formules de transformations de coordonnées géographiques ch1903+ ↔ mn95

[www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/online/calculation-services/\\_jcr\\_content/contentPar/tabs/items/documents\\_publicatio/tabPar/downloadlist/downloadItems/14\\_1467103550482.download/refsys\\_f.pdf](http://www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/online/calculation-services/_jcr_content/contentPar/tabs/items/documents_publicatio/tabPar/downloadlist/downloadItems/14_1467103550482.download/refsys_f.pdf)

Formules de transformations de coordonnées géographiques GRS80  $\leftrightarrow$  coordonnées géographiques CH1903+

[www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/online/calculation-services/\\_jcr\\_content/contentPar/tabs/items/documents\\_publicatio/tabPar/downloadlist/downloadItems/14\\_1467103550482.download/refsys\\_f.pdf](http://www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/online/calculation-services/_jcr_content/contentPar/tabs/items/documents_publicatio/tabPar/downloadlist/downloadItems/14_1467103550482.download/refsys_f.pdf)

tst-Geodesie-Geometrique.pdf

Formules des composantes de la déviation de la verticale (matrice)

esgtGeodesie-duquenne---techniquesTerrestresGeodesie.pdf

api Reframe

[www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/online/calculation-services/m2m/\\_jcr\\_content/contentPar/tabs/items/dokumente\\_und\\_public/tabPar/downloadlist/downloadItems/55\\_1489059323854.download/Report16-03.pdf](http://www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/online/calculation-services/m2m/_jcr_content/contentPar/tabs/items/dokumente_und_public/tabPar/downloadlist/downloadItems/55_1489059323854.download/Report16-03.pdf)

Système de référence chtrs95 / etrs89

[www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/topics/survey/reference-frames/\\_jcr\\_content/contentPar/tabs/items/dokumente\\_publicatio/tabPar/downloadlist/downloadItems/295\\_1466773230951.download/ltber08-fr.pdf+&cd=5&hl=fr&ct=clnk&gl=ch](http://www.SwissTopo.admin.ch/content/SwissTopo-internet/fr/topics/survey/reference-frames/_jcr_content/contentPar/tabs/items/dokumente_publicatio/tabPar/downloadlist/downloadItems/295_1466773230951.download/ltber08-fr.pdf+&cd=5&hl=fr&ct=clnk&gl=ch)

## LES FOURGS

# Pour aider les géomètres à y voir clair des deux côtés de la frontière

Vous avez peut-être remarqué ces deux hommes occupés à des relevés topographiques au milieu du village. Ils participent à une action destinée à harmoniser les données cartographiques entre la Suisse et la France, sur les zones frontalières.

Une animation inhabituelle a regroupé quelques curieux sur la place du village des Fourgs, en cette fin de semaine. Deux hommes manipulaient outils de géomètre et feuillets devant la mairie. Étrange...

Le professeur Thomas Touzé, assisté de l'étudiant Quentin Bo-

billier a levé le voile sur ce mystère, donnant volontiers des explications aux badauds avides d'en savoir plus : « Un géomètre sait manipuler les positions et les altitudes des points sur la carte de son pays. Ce n'est pas forcément évident, d'où la nécessité de solides formations dans ce domaine pour assurer la cohérence d'un bout à l'autre du pays. En revanche, la tâche se complique lorsqu'il s'agit en zone frontalière d'exploiter les données cartographiques d'un autre pays, car elles sont définies de manière différente. »

## Un travail de longue haleine

Voilà le contexte posé. Et le professeur Thomas Touzé de poursuivre en levant le voile sur son activité en cours : « Nous menons un travail de longue haleine : deux étudiants suisses, Bruno Della Casa et Quentin Bobillier, de la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud (HEIG-VD) à Yverdon-les-Bains, et deux Français, Benoît Missiaen et Hugo Leconte, de l'École Nationale des Sciences Géographiques (ENSG) à Marne-la-Vallée, ont relevé le dé-

Dans le cadre d'un travail de semestre commun entre ces deux écoles d'ingénieurs, ils doivent développer un site internet permettant d'effectuer le lien (les transformations de coordonnées) entre les deux systèmes nationaux.

Les deux groupes d'étudiants travaillent, chacun, dans leur école respective, avec des outils numériques collaboratifs. Ils ne se rencontreront physiquement que le 17 mai, lors de la présentation du projet à l'ENSG.

En vue de disposer de données exactes pour valider le bon fonctionnement de leur outil bientôt en ligne, des mesures GPS de précision millimétrique ont été réalisées simultanément aux Fourgs (en France donc) et à L'Auberson (Suisse). Des repères géodésiques des deux pays pourront fournir des positions en 3D dans le système national du pays voisin.

Ce projet a reçu le soutien de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) et son équivalent suisse SwissTopo. Un outil de ce type apportera une aide aux géomètres des deux pays, amenés à intervenir près de la frontière.



Thomas Touzé et Quentin Bobillier en train de relever des données aux Fourgs.

« Actuellement la tâche se complique lorsqu'il s'agit en zone frontalière d'exploiter les données cartographiques d'un autre pays, car elles sont définies de manière différente »  
Thomas Touzé

## Fichier rendus

Tous les fichiers de codes pour la réalisation du site

Le contenu de la base de données de base dans un fichier .backup

Documentation utilisateur

Documentation programmeur pour une reprise du projet

Description des rendus

Protocole de vérification

Les fichiers de tests

Les PVs de séances