

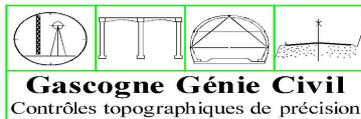
RAPPORT DE STAGE 2007

I. PRESENTATION.....	2
1) INFORMATIONS GENERALES.....	2
2) ROUTE DES TAMARINS.....	2
II. TRAVAIL EFFECTUE.....	4
1) PROJECTION ET SYSTEME GEODESIQUE.....	4
2) TRAVAIL DE TERRAIN.....	4
1.1 Nature des opérations.....	4
1.2 Terrains naturels.....	5
1.3 Implantations.....	5
1.4 Contrôles de finitions.....	5
1.5 Profils dans les tunnels.....	6
1.5 polygonations.....	6
3) TRAVAIL DE BUREAU.....	7
2.1 Introduction.....	7
2.2 Travail sur les clothoïdes.....	7
2.3 Travail sur les cercles.....	8
2.4 Travail sur les paraboles.....	8
III. CONCLUSION.....	10

I. Présentation

Tout d'abord je tiens à remercier chaleureusement l'entreprise Gascogne Génie Civil, ainsi que tous ses éléments, qui m'ont accueilli durant deux mois au sein de leur succursale de la réunion.

1) Informations générales

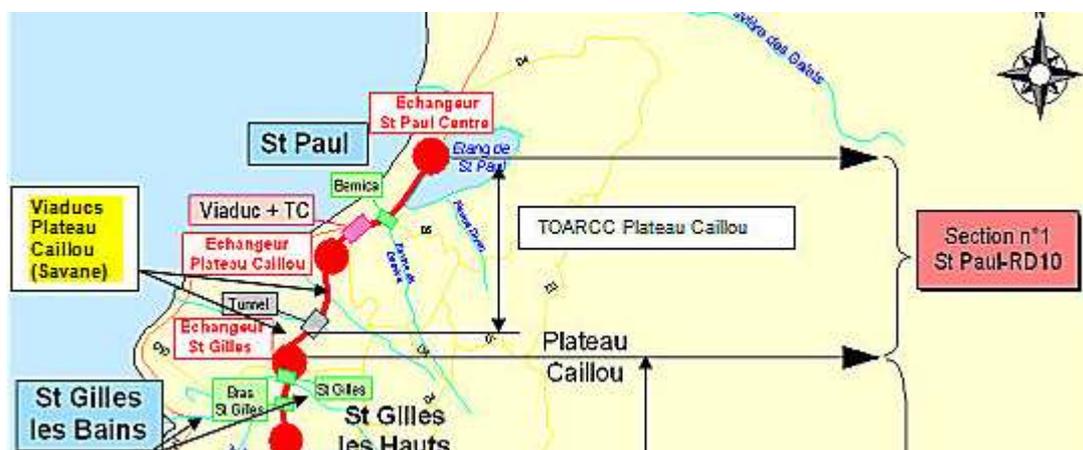


J'ai effectué mon stage sur l'île de la Réunion (Océan Indien) dans l'entreprise Gascogne Génie Civil chargé depuis le début des travaux du contrôle extérieur de la DDE (maître d'ouvrage) sur toute la première section de la route (Saint Paul / Saint Gilles). Cela a été une véritable expérience pour moi car c'était la première fois que je quittais le territoire de la métropole pour découvrir un monde nouveau.

2) Route des Tamarins

Afin d'assurer une liaison continue de type autoroutier entre les différentes parties du territoire réunionnais, un projet de liaison à 2x2 voies reliant Saint-Paul à l'Étang-Salé par les premières pentes des Hauts de l'ouest a été élaboré dès le milieu des années 80.

Cet axe de 32 km dont les travaux préliminaires ont été entamés en 2003 permettra de réaliser une liaison continue en 2x2 voies entre Saint-Denis au nord et Saint-Pierre dans le sud.



Au total, la route des Tamarins franchira plus de 120 ravines, dont vingt par le

biais d'ouvrages d'art non courants et trois par le biais de constructions exceptionnelles, par exemple à hauteur de Trois-Bassins.

Au nord, elle commencera par un viaduc dont les travaux ont commencé en novembre 2005. Long de 756 mètres et large de 27 mètres, il reliera par une 2x3 voies et selon une pente de 6% l'étang de Saint-Paul à Plateau-Caillou. Son pilier le plus haut culminera à 35 mètres. Il sera prolongé par un tunnel de 150 mètres dans la falaise.

La livraison de l'axe est prévue dans le courant de l'année 2008. Il préfigurera alors une route faisant le tour de l'île par les Hauts voulue en son temps par le gouverneur Louis Henri Hubert Delisle.

Extrait d'un article de Wikipédia



Exemple de ravine traversée par la route de Tamarins.

C'est durant la saison chaude vers décembre que les précipitations sont tellement importantes qu'elles deviennent très dévastatrices.

Photo de la ravine des trois bassins.

II. Travail effectué

Durant la période de stage j'ai effectué différentes opérations qu'il conviendra de diviser en deux parties :

- Une partie terrain qui comporte les manœuvres sur le terrain jusqu'à la sortie pour la D.D.E..
- Une autre partie qui concerne le travail de bureau avec la programmation de macros sur le programme Excel.

1) Projection et système géodésique

Le système géodésique réglementaire sur l'île de la Réunion est le RGR92, cousin du RGF93 en métropole. La projection appliquée à ces coordonnées est une projection Mercator Transverse fuseau 40 sud.

Pour l'altimétrie c'est le système IGN 1989, niveau moyen des mers à Saint-Denis.

A noter que l'ancien système géodésique dit projection Python des Neiges est toujours utilisé par un grand nombre de géomètres locaux et aussi par le chantier de la route des tamarins.

2) Travail de terrain

1.1 Nature des opérations

L'entreprise Gascogne Génie Civil (G.G.C.) est chargée depuis le début des travaux d'effectuer les contrôles extérieurs de la D.D.E.. Lors d'une opération d'une telle importance la moindre erreur pourrait entraîner des retards considérables ainsi que des frais incommensurables. C'est pour cela qu'il n'y a pas moins de quatre contrôles au cours de chaque phase (contrôle interne de l'entreprise, contrôle externe de l'entreprise, contrôles de la D.D.E., contrôles par Gascogne Génie Civil).



1.2 Terrains naturels

L'intérêt de levé le terrain naturel c'est de vérifier les cubages des terrassements car la D.D.E. paye en fonction du volume. Certaines personnes non scrupuleuses pourraient être tentées de relever de 15cm une zone de déblais... Pour ce travail il n'y a que le contrôle de G.G.C. en plus du devis de l'entreprise.

Autrement durant le stage on a effectué un contrôle contradictoire entre l'entreprise et G.G.C. sur une réserve de pierre d'environ 2500 m³ pour une utilisation dans les remblais.

Dans cette rubrique nous pouvons également traiter les contrôles de fouille. En général dès qu'une fouille était achevée nous la levions afin de déterminer si elle était conforme aux plans et que les ouvriers puissent couler le béton de propreté.

1.3 Implantations



Dans un projet autoroutier la bonne implantation des éléments maçonnés est d'une importance capitale, pendant mon stage j'ai effectué pas moins d'une dizaine de contrôles d'implantations à différent stade de leurs élaboration.

Les premières étapes sont de contrôler les axes et les sommets de la future partie d'ouvrage, puis par la suite de vérifier le bon positionnement des ferrailages.

1.4 Contrôles de finitions

Une fois les ouvrages réalisés par les entreprises et avant que la D.D.E. les payes il est nécessaire que le contrôle extérieur intervienne pour valider les dimensions et la position correcte de l'ouvrage. Ainsi il n'y aura aucun problèmes par la suite dans le déroulement des opérations. Les éléments contrôlés peuvent être une simple culée de pont,



une pile, un mur de soutènement, ou même un pont entier.

Un contrôle continu permet une bonne gestion du chantier et des raccords au cm !

1.5 Profils dans les tunnels

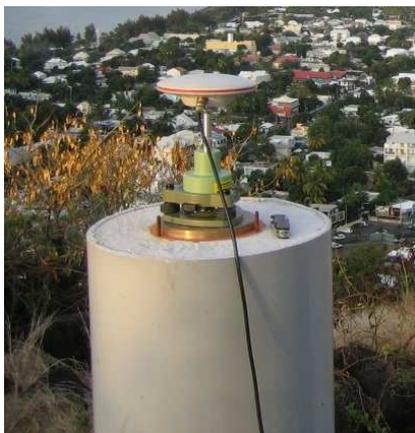


Durant cette période j'ai exécuter quelques manœuvres aux profilomètre pour contrôler l'avancement correcte des marteaux piqueurs.

Au final le tunnel Est c'est percé en totalité 2 jours avant mon départ, j'ai pu apprécier cet instant et la précision du raccord car le problème dans un tunnel c'est que l'on est en

antenne, pas de possibilité d'avoir une fermeture digne au fond !

1.5 polygonations



Malgré une couverture très dense des points de polygonation certaines zones était relativement maigre. C'est pour cela qu'une polygonation complémentaire a été ordonné. Conjointement avec l'entreprise nous avons décider où mètres les points, une fois les stations posé nous avons fait deux cheminements polygonaux de haute précision (4 paires de séquences) à la station totale.

Station principale sur la route des tamarins (section 1)

3) Travail de bureau

2.1 Introduction

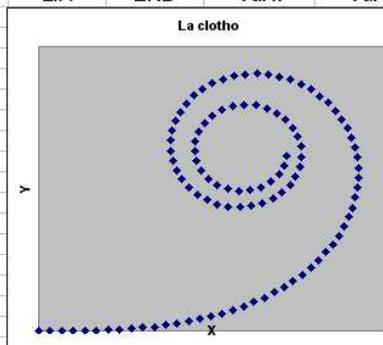
Pendant la période du stage M. Butin, mon maître de stage ma fait part de quelques problèmes d'ordre mathématique à résoudre afin améliorer l'ensemble des programmes de calcul. C'est avec une certaine curiosité que je m'en suis occuper, car il est toujours instructif de voir d'autres modes de programmation notamment sur Excel.

2.2 Travail sur les clothoïdes

Là il est question de développer une formule permettant le calcul des coordonnées d'un point sur une clothoïde avec une grande précision. Comme la précision d'un point sur une clothoïde dépend exclusivement du nombre d'élément que contient la formule il était donc nécessaire d'établir une corrélation entre le nombre d'élément et la valeur de $(X_n, Y_n) - (X_{n-1}, Y_{n-1}) < \text{erreur acceptable}$.

Une fois le problème résolu la programmation elle se révéla très intuitive.

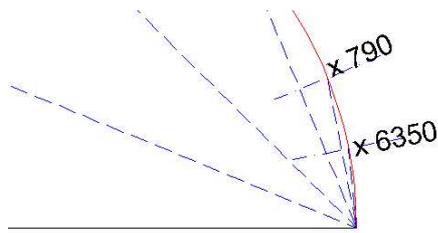
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	L	A	X	Y	L/A	END	Val x	Val y
2	0	100	-	-				
3	5	100	5,000	0,002				
4	10	100	10,000	0,017				
5	15	100	15,000	0,066				
6	20	100	19,999	0,133				
7	25	100	24,998	0,260				
8	30	100	29,994	0,450				
9	35	100	34,987	0,714				
10	40	100	39,974	1,066				
11	45	100	44,954	1,518				
12	50	100	49,922	2,081				
13	55	100	54,874	2,768				
14	60	100	59,806	3,592				
15	65	100	64,711	4,563				
16	70	100	69,581	5,692				
17	75	100	74,409	6,992				
18	80	100	79,185	8,471				



La macro sur Excel est si précise que l'on peu même enrouler la clothoïde.
(cas extrêmement rare en projet routier)

2.3 Travail sur les cercles

Un autre problème posé mais relativement simple c'est l'extraction du rayon d'un cercle en ne connaissant uniquement la corde et le développement. Parfois en projet routier on n'a que les x , y , z et l'abscisse de chaque points donc on retrouve facilement le rayon et par variation les clothoïdes. Pour une raison évidente de transcendance il n'existe aucune formule directe pour l'obtenir, d'où l'utilisation de la méthode itérative de Newton.



Le problème de cette formule c'est avec la précision des éléments donnés nous pouvons avoir une très grande incertitude sur le résultat (vers les angles faibles corde \sim développement presque identiques).

Pour un angle de 5° et une précision de départ de

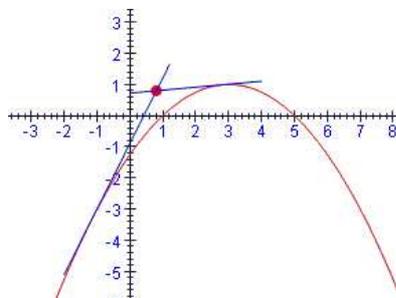
1mm on aura R avec + ou - 6m

2.4 Travail sur les paraboles

Pour ces problèmes il a fallu réfléchir un peu et même beaucoup je dois l'admettre. En effet même si les équations des paraboles sont très simples il est très facile d'oublier un terme et avec le nombre de paramètres il est préférable de recommencer les calculs.

L'utilisation final de ces formules est destinée aux projet routiers en particulier pour les calculs d'axes dans les plan verticaux.

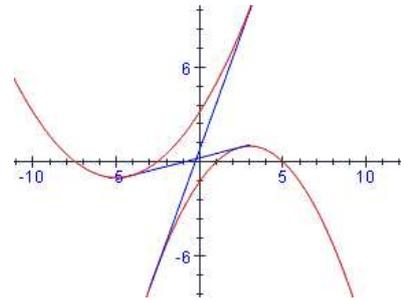
Le premier problème : 1 point et une parabole



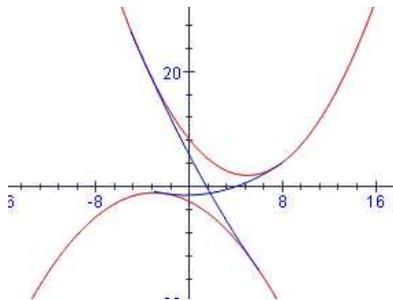
Les solutions de tangences entre 1 point de l'espace et une parabole est donnée par la double égalité (dérivée et courbe) entre l'équation de la droite et celle de la parabole. La résolution est directe.

Le deuxième problème : 1 droite et 2 paraboles

Ici on a deux paraboles connues et on souhaite faire passer une droite qui soit tangente aux paraboles. Mathématiquement cela revient à trouver une droite 'coupant' les paraboles avec la même tangence.



Le troisième problème : 1 parabole et 2 paraboles



Le problème ici est de rendre tangente une parabole dont on a que le rayon de courbure en son sommet à deux autres paraboles connues.

Pour plus de détail sur la résolution des problèmes mathématiques rendez-vous sur mon site internet :

<http://mel.eleves.esgt.cnam.fr/~cregnier/projets/projet2006/>

III. Conclusion

En tout point ce stage a été pour moi très enrichissant tant sur le plan professionnel que sur le plan humain. Durant toute ma carrière c'était la première fois que j'étais sur un chantier de génie civil d'une telle importance. J'ai effectué toutes sortes de contrôles topographiques et levés de T.N. aux ouvrages finis. Un autre point important c'est que durant toute ma scolarité j'ai entendu souvent certains élèves dire « les maths on ne s'en servira jamais », j'ai eu la chance d'avoir pu résoudre quelques petits problèmes mathématiques concrets.

D'un point de vue humain ce stage m'a apporté énormément, l'île de la Réunion est certes un département français mais est avant tout une Réunion d'une multitude de cultures. C'est dans cette atmosphère que j'ai pu découvrir une France différente et humaine.