



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

Faculté : Science de Technologie

Département : de Génie Civil

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

- BESSAS MOSAAB
- HAMDANI YUCEF

Encadré par :

- Mr. ABDELKADER BENCHEHIDA

DOMAINE : Science de Technologie

FILIERE : Génie Civil

OPTION : Sciences et Techniques Topographiques

Thème

Développement D'un Logiciel De Calculs Topographiques

TopoCAL

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr. MAKHLOUFI ZOUBIR	MCA. Université LAGHOUAT	Président
Mr.KADERI CHADELI BENJDIDE	MAA. Université LAGHOUAT	Examineur

Promotion : Juin - 2015

Dédicace

Je dédie cette mémoire à mes chers et respectueux parents ma mère et mon père pour leurs patience, leur amour leur soutiens et leurs encouragements. Vraiment aucune dédicace ne saurait exprimer mon attachement, ma gratitude mon amour et mon affection, je vous offre ce modeste travail comme symbole de la reconnaissance de votre efforts en témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous m'avez toujours su me combler.

Qu'Allah vous préservé et vous 'accorde bonne santé et longue vie.

A ma sœur et mon frère MOUATEZ.

A mon cher oncle BACHIR, en témoignage de mon profond respect

A tous mes amies et mes camarades qui m'ont soutenu et qui m'ont aidée.

Bessas Mosaab.

Je tiens en tout premier lieu à dédie ce mémoire à mes parents, Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude. Et Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutient permanent venu de toi.

Mes frères et ma sœurs : qui m'ont assisté dans ces moments difficiles.

Mes professeurs durant les années d'étude qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Hamdani Youcef.

Remerciements

Nous saisissons l'occasion à travers cette mémoire pour faire passer :

*Un grand merci à Mr. **ABDELKADER BENCHÉHIDA**, notre Professeur encadreur qui a fait preuve d'expertise, de disponibilité, de conseiller, pour sa contribution à l'élaboration de ce travail et qui malgré la distance et les occupations de sa vie, nous permettre de travailler dans les meilleures conditions et de finir le mémoire dans le temps. Ainsi que pour son aide et ses précieux conseils lors de la rédaction de ce mémoire. Sa patience et sa persévérance dans le suivi.*

Nous lui exprimons notre sincère reconnaissance.

*Nous associons à ces remerciements les membres de notre jury de mémoire, président **Mr.MAKHLOUFI ZOUBIR** des jurys et l'examineur **Mr.KADERI CHADELI BENJDIDE**, Ainsi que pour nos professeurs qui nous ont enseigné durant les années des études. Et qui n'ont ménagé aucun effort pour nous transmettre leurs connaissances et leurs expériences dans les différentes matières.*

Nous tenons à remercier tous nos collègues d'études. En particulier notre promotion.

Enfin nous adresser nos plus sincères remerciements à tous nos proches familles et amis qui nous toujours soutenu et encouragé au cours de nos parcours.

Résumé

La topographie existe et intervient en plusieurs domaines, tels que là où est la base à partir de laquelle ces domaines émettent. Prenons l'exemple de la "génie civil" en général, aussi bien toutes les spécialités filiales comme (bâtiment et des travaux publics, hydraulique, aménagement urbain, routes...).

De là, nous partons dans notre travail, ce mémoire qui vous informe sur des notions de base et les formations proposées au sein de la spécialité topographie.

En complément, une partie théorique très complète et riche en contenu des termes et définitions les étapes des travaux et de calculs.

Comme il est évident aujourd'hui, nous sommes dans l'ère de la vitesse et avec toutes les technologies modernes, en vertu de laquelle plusieurs appareils et matériels ont vu le jour, n'oubliez pas les applications et les programmes de son propre. Qui est en constante évolution et de progrès.

Il existe un grand nombre de logiciels de calculs topographiques sur le marché actuel. Ces logiciels disposent de multiples fonctions de calcul et d'aide au dessin et à la conception de projets impliquant des mesures topographiques. Ils sont majoritairement utilisés par des bureaux d'études, des cabinets de géomètres topographes, ou des organismes publics.

Alors nous avons conçu notre logiciel **TopoCAL** de calculs topographique, avec la plateforme (visuel studio.net), et en a choisi le **vb.net** comme langage de programmation. Comme nous avons essayé de recueillir le plus grand nombre possible de méthode. Ceci est pour qu'une importance et du contenu distincte des autres. En outre, nous avons additionné une liaison avec l'AutoCAD qui est un logiciel de conception et de dessin, le but de sa c'est d'obtenir une vue d'ensemble du travail et d'autres moyens pour aider à l'échange de calcul et de représentation.

Mots Clé : Topographie, TOPOCAL, Visuel Studio.Net, logiciel, langage de programmation VB, AutoCAD.

Table de matière

Dédicace.....	I
Remerciements.....	I
Résumé.....	I
Table de matière.....	I
Liste des figures.....	I
Liste des tables.....	I
La liste des Acronymes.....	I
Introduction.....	1

CHAPITRE I : TOPOGRAPHIE GENERALE (Classique)

I.1 Généralités.....	5
I.1.1 La Science Géodésique (Géodésie).....	5
I.1.1.1 La Topométrie.....	6
I.1.1.2 La Géodésie.....	6
I.1.1.3 La Topographie.....	6
I.1.1.4 La Cartographie.....	6
I.1.1.5 L'astronomie Géodésique.....	7
I.2 La Topographie Généralités.....	7
I.2.1 Définition de la Topographie.....	7
I.2.2 Objet de la Topographie.....	7
I.2.3 Divisions de la Topographie.....	7
I.2.3.1 La Planimétrie.....	7
I.2.3.1.1 L'ellipsoïde.....	8
I.2.3.2 L'altimétrie.....	8
I.2.3.2.1 Géoïde.....	8
I.2.3.3 Canevas.....	9
I.3 Carte Et Plan.....	9
I.3.1 Carte Topographique.....	9
I.3.2 Carte Thématique.....	10
I.3.3 Carte Géographique.....	10
I.3.4 Plans Cadastraux.....	11
I.3.5 Plans D'ensemble.....	12
I.4 Définition d'un Levé Topographique.....	12
I.4.1 Lever de Détails.....	12
I.5 Les Tolérances.....	12

CHAPITRE II : TOPOGRAPHIE MODERNE

II.1 Introduction.....	14
II.2 La Télédétection.....	14
II.2.1 Les Applications de la Télédétection.....	14
II.2.2 L'apport de la Télédétection à la Topographie.....	14
II.3 Photogrammétrie.....	15
II.3.1 L'apport de la Photogrammétrie à la Topographie.....	15
II.3.2 La Restitution.....	16

II.3.2.1	Les Problèmes de la Restitution	17
II.3.2.1.1	L'orientation Interne	17
II.3.2.1.2	L'orientation Relative	18
II.3.2.1.3	L'orientation Absolue	19
II.3.3	Utilisation du GPS en Photogrammétrie	20
II.4	Système "GPS".....	20
II.4.1	Procèdes GPS utilises en Topographie	21
II.4.1.1	Positionnement Relatif En Mode Statique.....	21
II.4.1.2	Mode Statique Rapide	21
II.4.1.3	Mode Semi- Cinématique "STOP & GO".....	21
II.4.1.4	Mode " RTK "	22
II.4.2	Les Modes D'utilisations de GPS.....	22
II.4.3	L'avantage du GPS dans la Topographie	23

CHAPITRE III : Calcules Topographique (Méthodes et Applications)

III.1	Outils Et Matériels Utilisé	25
III.2	Description de Logiciel (Guide de l'utilisateur).....	26
III.2.1	Le Rapport de calcule.....	26
III.2.2	Barre de Menu	26
III.2.2.1	Fichier	26
III.2.2.1.1	Importer fichier.....	27
III.2.2.1.1.1	Comment importer les données pour le calcule	28
III.2.2.1.1.2	Importer les coordonnées pour le calcule	28
III.2.2.1.1.3	Importer les angles depuis l'AutoCAD	30
III.2.2.1.1.4	Importer les distances.....	31
III.2.2.1.2	Enregistrer sous.....	33
III.2.2.2	Edition.....	34
III.2.2.2.1	Tout copier.....	34
III.2.2.2.2	Tout effacer.....	34
III.2.2.3	Topo.méthodes	35
III.2.2.3.1	Intersection	35
III.2.2.3.1.1	Méthode de calcule	35
III.2.2.3.1.2	Application sur le logiciel.....	36
III.2.2.3.2	Relevement.....	37
III.2.2.3.2.1	Méthode de calcule	37
III.2.2.3.2.2	Méthode de Gauss.....	38
III.2.2.3.2.3	Méthode Italienne.....	40
III.2.2.3.2.4	Méthode de Delambre.....	41
III.2.2.3.2.5	Application sur le logiciel.....	43
III.2.2.3.3	Calcule de gisement	44
III.2.2.3.4	Cheminement Fermé (Ordinaire).....	44
III.2.2.3.4.1	Méthode de calcule	44
III.2.2.3.4.2	Application sur le logiciel.....	48
III.2.2.3.5	Cheminement Encadré.....	49
III.2.2.3.5.1	Méthode de calcule	49
III.2.2.3.5.2	Application sur logiciel.....	51

III.2.2.3.6 BILATERATION	52
III.2.2.3.6.1 Méthode de calcul	52
III.2.2.3.6.2 Application sur logiciel.....	54
III.2.2.3.7 RABATTEMENT	55
III.2.2.3.7.1 Méthode de calcul	55
III.2.2.3.7.2 Application sur logiciel.....	56
III.2.2.4 Topo.Calculs	57
III.2.2.4.1 Calcul de triangle	57
III.2.2.4.1.1 Méthode de calcul	57
III.2.2.4.1.2 Application sur logiciel.....	58
III.2.2.4.2 Calcul des Surfaces	59
III.2.2.4.2.1 Méthode de calcul	59
III.2.2.4.2.2 Par les coordonnées rectangulaires	59
III.2.2.4.2.3 Par coordonnées polaire	60
III.2.2.4.2.4 Application sur logiciel.....	61
III.2.2.4.2.5 Par les coordonnées rectangulaires	61
III.2.2.4.2.6 Par coordonnées polaire	62
III.2.2.4.3 Distance Entre Deux Point Inaccessible	62
III.2.2.4.3.1 Méthode de calcul	62
III.2.2.4.3.2 Application sur logiciel.....	63
III.2.2.5 A propos	64
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	66
BIBLIOGRAPHIE	68

Liste des figures

Figure I.1 Surface de Référence (Géoïde)	8
Figure I.2 Carte Topographique.....	10
Figure I.3 Carte Thématique	10
Figure I.4 Carte Géographique	11
Figure I.5 Plans Cadastraux.....	11
Figure II.1 Appareil De Restitution Photogrammétrique	16
Figure II.2 L'ORIENTATION RELATIVE.....	19
Figure II.3 Utilisation du GPS en Photogrammétrie Aérienne.....	20
Figure III.1 Fenêtre principal de logiciel	26
Figure III.2 Barre des menus	26
Figure III.3 Menu de fichier	27
Figure III.4 Menu de fichier – Import fichier.....	27
Figure III.5 fenêtre d'importer fichier.....	27
Figure III.6 Fenêtre de charge le point depuis le fichier sauvegardé ou l'AutoCAD.	28
Figure III.7 Exemple de chargement de point depuis le fichier sauvegarde.....	29
Figure III.8 Exemple de chargement de point depuis l'AutoCAD - 1	29
Figure III.9 Exemple de chargement de point depuis l'AutoCAD - 2	30
Figure III.10 Exemple de chargement d'angle depuis l'AutoCAD.....	30
Figure III.11 Sélectionné le sommet de l'angle.....	31
Figure III.12 Sélectionné les deux reste point	31
Figure III.13 Exemple de chargement de la distance depuis l'AutoCAD.....	32
Figure III.14 Sélectionné les deux point de la droite	32
Figure III.15 Menu de fichier – Enregistrer sous.....	33
Figure III.16 Fenêtre d'enregistrement	33
Figure III.17 Menu d'Edition	34
Figure III.18 Copier le rapport.....	34
Figure III.19 Effacer le rapport.....	34
Figure III.20 Menu de Topo.méthodes	35
Figure III.21 Méthode d'intersection	36
Figure III.22 Menu de Topo.méthodes - Intersection	36
Figure III.23 Exemple de calcul de la méthode d'intersection	37
Figure III.24 Relèvement (Méthode de Gauss)	38
Figure III.25 Relèvement (méthode italienne).....	40
Figure III.26 Relèvement (méthode Delambre)	42
Figure III.27 Menu de Topo.méthodes - Relèvement.....	43
Figure III.28 Exemple de calcul de la méthode de relèvement	43
Figure III.29 Menu de Topo.méthodes – Calcule de gisement	44
Figure III.30 Exemple de calcul de la méthode de calcul du gisement	44
Figure III.31 Cheminement Fermé.....	45
Figure III.32 Menu de Topo.méthodes – Cheminement fermé.....	48
Figure III.33 Exemple de calcul de la méthode de Cheminement fermé	48
Figure III.34 Cheminement Encadré (tendu)	49
Figure III.35 Menu de Topo.méthodes - Cheminement encadré.....	51
Figure III.36 Exemple de calcul de la méthode de Cheminement encadré.....	52
Figure III.37 Bilatération.....	53
Figure III.38 Menu de Topo.méthodes - Bilatération.....	54

Figure III.39 Exemple de calcul de méthode de Bilatération	54
Figure III.40 Méthode de Rabattement	56
Figure III.41 Menu de Topo.méthodes - Rabattement.....	56
Figure III.42 Exemple de calcul de la méthode de Rabattement	57
Figure III.43 Menu de Topo.Calculs.....	57
Figure III.44 Calculs du Triangle.....	58
Figure III.45 Menu de Topo.Calculs - Calcule de triangle.....	58
Figure III.46 Exemple de calcul de Calcule de triangle.....	59
Figure III.47 Calcule De Surface Par Les Coordonnées Rectangulaire	60
Figure III.48 Calcule De Surface Par Les Coordonnées polaire.....	60
Figure III.49 Menu de Topo.Calculs - Calcule des Surfaces (Rectangulaire).....	61
Figure III.50 Exemple de calcul de Calcule des Surfaces (Rectangulaire).....	61
Figure III.51 Menu de Topo.Calculs - Calcule des Surfaces (Polaire)	62
Figure III.52 Exemple de calcul de Calcule des Surfaces (Polaire)	62
Figure III.53 Distance Entre deux Point Inaccessible.....	63
Figure III.54 Menu de Topo.Calculs - Distance Entre Deux Point Inaccessible	63
Figure III.55 Exemple de calcul de la Distance Entre Deux Point Inaccessible	64
Figure III.56 Fenêtre de L'informations sur le logiciel.....	64

Liste des tables

Tableau I.1 Modes D'utilisation de "GPS"	22
--	----

La liste des Acronymes

A_z : L'azimut d'une direction (angle, mesuré dans le sens horaire)

Courbe de niveau: Lieu des points d'une surface ayant même altitude.

Ca : Compensation angulaire d'un cheminement

DGPS : En anglais Differential Global Positioning System

fa : Fermeture angulaire d'un cheminement

H : Altitude d'un point en référence au Géoïde

H_z : Angle horizontal

IMEL : Instrument de Mesure Electronique des Longueurs

GPS : Le Global Positioning System

GRADE (gr): Unité de mesure d'angle (de 0 à 400 gr) utilisée en topographie.

LIDAR : En anglais (Light Détection And Ranging)

M.N.T. : Modèle Numérique de Terrain.

M.N.S. : Modèle Numérique de surface.

SGBDR : Système gestion de base de données relationnelle

UTM : La projection Transverse universelle de Mercator

Vb: Visual Basic

WGS84: World Geodetic System 1984

3D : Trois dimensions ou tridimensionnel

Introduction

Introduction

Depuis longtemps et jusqu'à présent, la topographie et est toujours occupé une place très importante dans la vie quotidienne de l'homme sur tous dans les domaines d'établissement des constructions de son propre villes et projets dans lesquelles ils vivent.

La topographie nécessite un état d'esprit où la rigueur, la précision, la clarté et la conscience professionnelle sont indispensables. Pour trouver des solutions et atteindre la perfection des résultats ou l'intérêt pour l'individu et la société.

La profession de l'ingénieur topographe embrasse un nombre diversifié de secteurs d'activités. Cela ce qu'il fait face à plusieurs difficultés qui implique un certain nombre de problèmes sur le terrain, aussi aux niveaux de qualité des mesures et des calculs. Les plus importants sont l'équipement géodésique, la cartographie à différentes échelles, le levé topographique, le cadastre, le traitement et la présentation de l'information spatiale en matière de l'aménagement du territoire et de la gestion des ressources.

Dans une première partie, nous rappellerons les notions de base et concepts de la topographie et la géodésie (générale) nécessaire. Après nous nous intéresserons ensuite aux l'état actuelle avec les méthodes utiliser pour une conception différente du travail sur le terrain, de dernière partie le logiciel de calculs topographiques dénommé TopoCAL. Ce logiciel, qu'on à développer par des méthodes topographiques, dispose de nombreux outils permettant un bon résultat des calculs et d'analyse des observations terrain.

L'objet de ce mémoire est de balayer l'ensemble des méthodes et techniques à la disposition des topographes et bureaux d'études pour acquérir des informations à la fois. et faciliter les taches qu'on veut les achevées.

Chapitre 01 consiste à doter le topographe avec une connaissance générale des initiations de base de la topographie élémentaire et de lui faire apprendre à faire des mesures topographiques, destinés pour élaboration des plans topographiques dans la réalisation des travaux en construction sur le chantier ou bien dans l'élaboration des études dans un bureau d'étude. Tous ca par l'élaboration des résumé de théorie et guide de travaux pratique pour but qu'en assure une bonne : "utilisation adéquate des instruments et matériel de topographie - réaliser les différentes mesures topographiques - lecture correcte des mesures.

Aussi, et concernent le deuxième chapitre 02 avant d'apprendre de l'évolution qui caractérise les moyens techniques et les méthodes utilisés dans les domaines des sciences géodésiques et topographique , la formation intègre régulièrement les différents aspects concernant la maîtrise des technologies

nouvelles ,ou en peut dire les disciplines soumis notamment en matière de positionnement par satellites GPS, de l'utilisation de l'imagerie satellitaire TLD, de la photogrammétrie numérique et des systèmes d'information géographique. Ou ce qui est connue 'la topographie moderne".

Dans le chapitre 03 de ce mémoire intitulée (calcul topographique méthodes et application) propose notamment un outil très intéressant, présentera la description des quelques méthodes topographiques, on lui a fait une démonstration avec ou comment ça marche dans notre logiciels.

CHAPITRE I

TOPOGRAPHIE GENERALE

(Classique)

I.1 Généralités

On appelle topographie, la représentation graphique d'un terrain avec son relief sur un plan.

La topographie est nécessaire pour la connaissance du terrain, ses limites, son relief, le bâtiment. Elle permet à l'architecture de donner des instructions de précisions (géomètre, experts, arpenteur ...).

I.1.1 La Science Géodésique (Géodésie)

La géodésie est la science qui a pour objet l'étude de la forme de la terre et la mesure de ses dimensions, en donnant la position de points remarquables et durables, tenant compte des éléments de déformation et d'autre part de déterminer en direction et en intensité, le champ de pesanteur terrestre dans le plus de lieux possibles, et la représentation du géoïde.

La science géodésique, aussi appelée la géo-métronique, est la discipline qui globe toutes les méthodes d'acquisition et de traitement des dimensions physiques de la terre et de son entourage.

Si l'on veut satisfaire aux exigences de la vie moderne, on ne peut se dispenser de la science géodésique. On y a recours pour:

- Cartographier de la terre, tant au- dessous du sol, et au fond des mers;
- Dresser des cartes de navigation aérienne, terrestre et maritime;
- Etablir les limites de propriétés tant publiques que privées;
- Créer des banques de données relatives aux ressources naturelles et à l'utilisation des terres;
- Déterminer la forme et les dimensions de la terre, de même que l'étude de la gravité et du champ magnétique;
- Dresser des cartes de notre satellite naturel et, éventuellement, des autres planètes.

La science géodésique joue un rôle extrêmement important dans plusieurs branches du génie. Par exemple, elle est requise avant, pendant et après la planification et construction d'autoroutes, de chemins de fer, de tunnels, de canaux, de ponts, de bâtisses, de systèmes d'aqueduc et d'égout, de galeries de mine, d'oléoducs, de sites de lancement de fusées, de stations de repérage et de poursuite de satellites, et le reste.

La science géodésique comprend: la topométrie, la géodésie, la topographie, la photogrammétrie, l'astronomie géodésique. [2]

I.1.1.1 La Topométrie

La topométrie (des grecs topos = lieu et metron = mesure) est l'ensemble des techniques de mesurage géométriques servant à déterminer la forme et les dimensions d'objets et des lieux, sans tenir compte de la courbure de la terre.

Il faut noter que la topométrie sert les domaines suivants : (topométrie de construction - routière - cadastrale - souterraine-hydrographique - industrielle...). [3]

I.1.1.2 La Géodésie

La géodésie tire son nom des mots grecs géo (terre) et désire (je divise).

La géodésie est la science qui a pour objet l'étude qualitative et quantitative de la forme de la terre et de ses propriétés physique (la gravité, le champ magnétique, etc.).

La géodésie permet de localiser, avec une grande précision, des points géodésiques servant d'ossature aux levés topographiques. Les opérations de base, en géodésie, sont la triangulation, la trilatération, le cheminement de précision et le nivellement de précision. Comme les étendues sont assez grandes, on doit tenir compte de la courbure de la terre. [1]

I.1.1.3 La Topographie

La topographie (du grec graphien = dessiner) est l'art de représenter graphiquement un lieu sous forme de plans ou de cartes. La confection proprement dite de ces cartes ou de ces plans relève de la cartographie. Une carte ou un plan est la représentation graphique, à une certaine échelle, de la projection orthogonale de détails de la surface de la terre, qu'ils soient naturels (rivières, montagnes, forêts, etc.), artificiels (bâtisse, routes, etc.) Ou conventionnels (limites administratives). [10]

I.1.1.4 La Cartographie

C'est l'ensemble des études et opérations scientifiques, artistiques et techniques intervenant à partir d'observations directes ou de l'exploitation d'un document en vue d'élaborer des cartes, plans et autres moyens d'expression.

I.1.1.5 L'astronomie Géodésique

Basée sur des principes d'astronomie et de trigonométrie sphérique, l'astronomie géodésique permet, à partir d'observations relatives aux astres, de déterminer la position absolue de points et la direction absolue de lignes sur la surface de la terre. La position absolue est donnée par la latitude et la longitude par rapport à l'équateur et à la méridienne origine de Greenwich, et la direction absolue par l'angle que fait la ligne par rapport au méridien du lieu. [1]

I.2 La Topographie Généralités

I.2.1 Définition de la Topographie

La topographie est l'art de représenter sur un plan ou sur une carte la configuration d'un terrain avec tous les détails et ondulations qui se trouvent à sa surface.

C'est une phase de l'établissement des cartes. Elle consiste en un ensemble d'opérations : de mesures sur terrain, calculs et dessin.

I.2.2 Objet de la Topographie

La topographie comprend deux disciplines:

- La topométrie qui est la technique d'exécution des mesures du terrain.
- La topologie ou science des formes de ce terrain, directement lié à la géographie physique. C'est l'étude de l'efficacité des parcours par l'optimisation des tracés qui déterminent des réseaux de communication au niveau du sol, des cours d'eau, de la mer et des fonds sous-marins, ainsi que dans l'espace ; elle est aussi l'étude de toutes les combinaisons et intersections possibles entre ces différents tracés.

I.2.3 Divisions de la Topographie

I.2.3.1 La Planimétrie

C'est un ensemble des opérations qui ont pour objet de déterminer la position exacte de détails d'une partie réduite de la surface terrestre considérée comme plane.

C'est la technique qui consiste à exécuter les levés dans lesquels la position de tout détail est calculée et reportée sur le plan par des coordonnées. Elle exige les mesures de longueurs et d'angles horizontaux sur le terrain.

I.2.3.1.1 L'ellipsoïde

L'ellipsoïde de révolution représente la dernière surface. Modèle mathématique défini pour faciliter les calculs et pour qu'il soit le plus près possible du géoïde, il peut être local ou global, selon le champ d'application souhaité du système géodésique auquel il est associé (couverture mondiale ou d'un territoire seulement). [4]

I.2.3.2 L'altimétrie

C'est la partie de la topographie qui traite le relief du sol et permet sa présentation sur le plan et sur la carte. Qui est aussi les représentations des altitudes des points par le dessin de courbes de niveau. [1]

I.2.3.2.1 Géoïde

La surface de niveau c'est le niveau moyen des mers, supposé prolonger sous les continents et prend l'appellation de géoïde.

C'est le niveau zéro qui correspond à la moyenne des hauteurs relevées dans le port choisi pour origine des nivellements à l'aide d'un marégraphe.

Le géoïde est une surface équipotentielle particulière du champ de pesanteur terrestre et sert de référence pour la détermination des altitudes. On peut se représenter le géoïde comme étant le niveau moyen de la mer prolongé sous les continents.

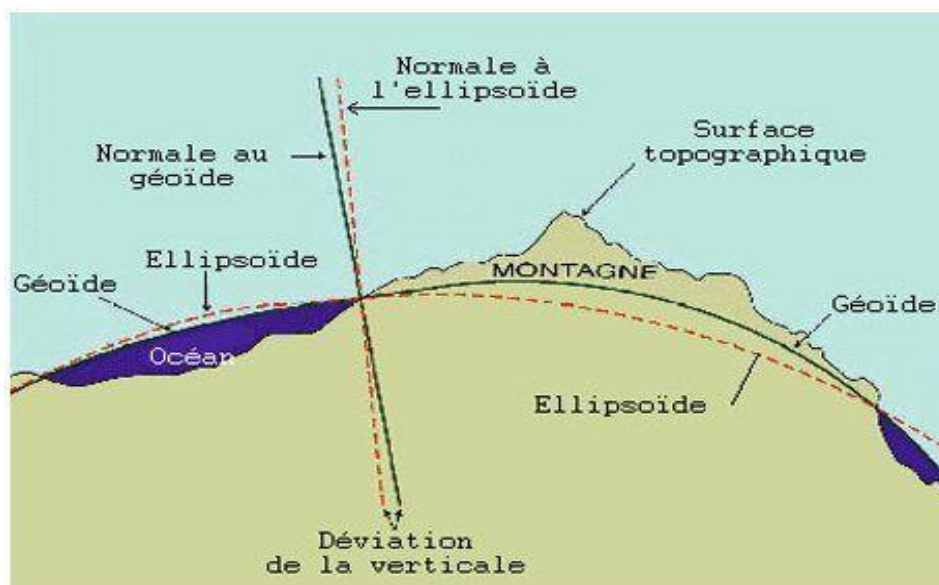


Figure I.1 *Surface de Référence (Géoïde)*

I.2.3.3 Canevas

C'est l'ensemble des points connus en planimétrie et/ou en altimétrie avec une précision absolue homogène.

Le canevas est la charpente sur laquelle on va bâtir le lever. C'est un ensemble de points qui sont déterminés par des mesures effectuées sur le terrain (observations angulaires et mesures de longueurs), et dont on calcule les coordonnées XY dans un système unique.

Un canevas est nécessaire quelle que soit l'étendue du lever. Lever d'une propriété, d'une route, d'une voie ferrée, d'un îlot bâti, d'une ville, ou lever de tout un territoire (canevas de précision). [11]

I.3 Carte Et Plan

C'est une représentation plane d'une partie de la surface terrestre.

Lorsque le terrain à relever est d'une superficie assez restreinte et qu'il est possible de représenter tous les détails à échelle, qui est toujours assez grande, la représentation est appelée plan (plan parcellaire, plan d'aménagement, ...).

Par contre, lorsque la surface est assez grande et qu'on doit représenter certains détails par les signes conventionnels, à cause de la petite échelle requise, cette représentation est appelée carte. [1]

- On distingue trois types de cartes :

I.3.1 Carte Topographique

Les cartes topographiques (aspect descriptif de la physionomie du terrain, échelles du 1:5000 au 1:100000). Sur ce type de cartes figurent essentiellement les résultats des observations directes concernant la position planimétrique et altimétrique, la forme, la dimension et l'identification de phénomènes concrets fixes et durables existant à la surface du globe.

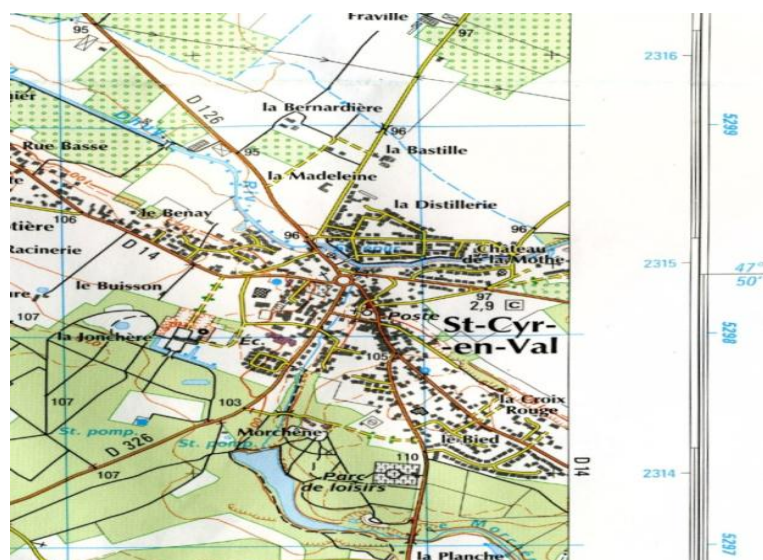


Figure I.2 *Carte Topographique*

I.3.2 Carte Thématique

Les cartes thématiques : il s'agit de la représentation sur un fond repère d'une information spécifique. Cette information peut être physique, économique ou, concerner la géographie humaine et la géographie générale.

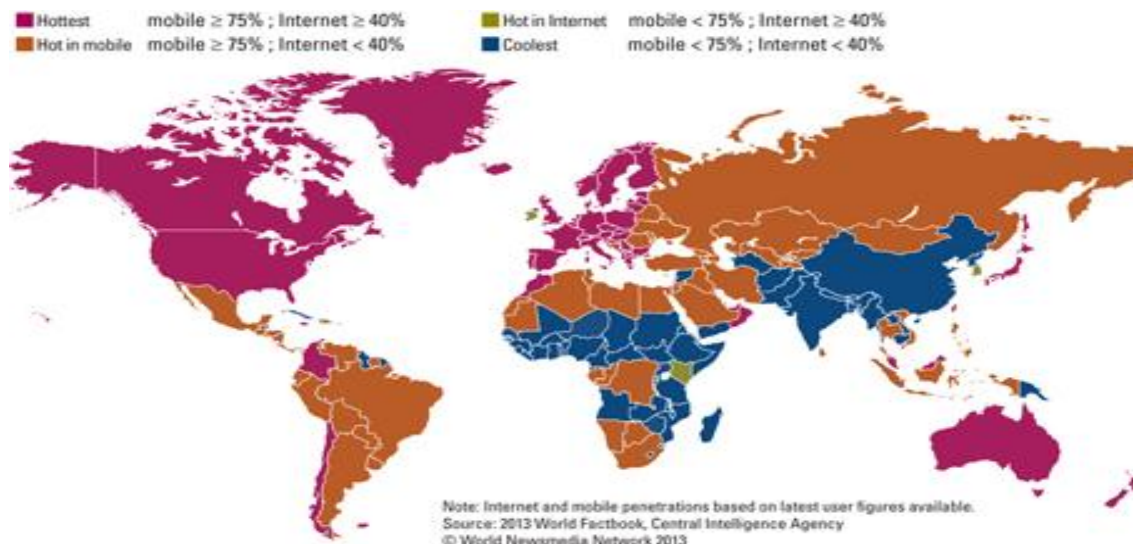


Figure I.3 *Carte Thématique*

I.3.3 Carte Géographique

Echelle suivant l'étendue de la représentation, de (1:200000 à 1:100000000). Les situations correspondent schématiquement à la réalité. Vu les dimensions des cartes géographiques, on y mentionne les noms de villes importantes, les limites des pays. [12]



Figure I.4 *Carte Géographique*

I.3.4 Plans Cadastraux

(Echelle 1:250, 1:500, 1:1000, 1:5000) on représente sur ces plans les limites de propriétés les bâtiments, les murs importants, les ouvrages d'art, les ruisseaux.

Ce sont les documents qui servent de base pour la conservation foncière et qui font foi.

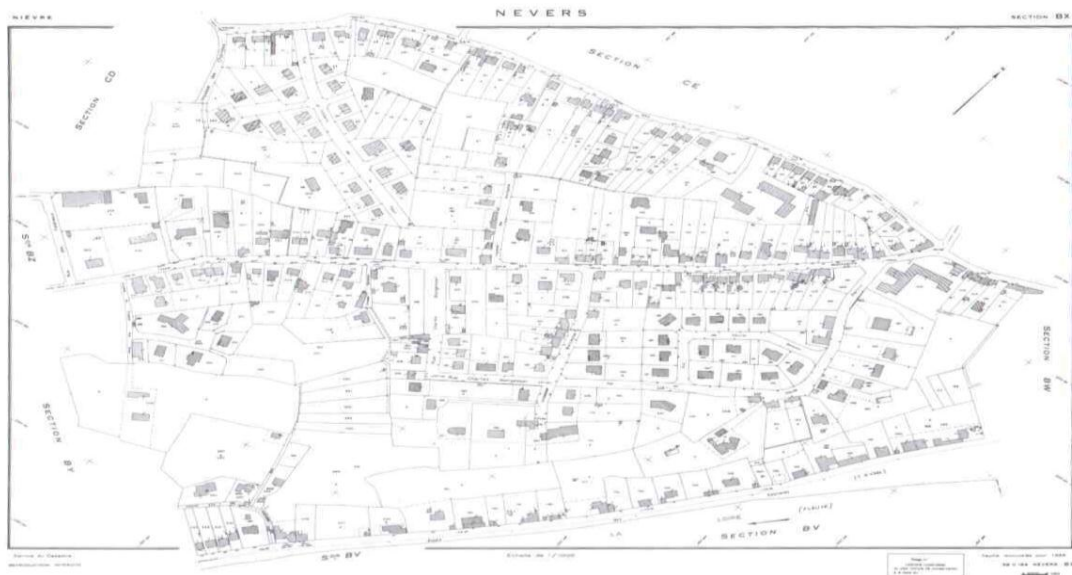


Figure I.5 *Plans Cadastraux*

I.3.5 Plans D'ensemble

(Echelle 1:5000 1:10000) ils représentent la situation déjà schématisée avec les courbes de niveau donnant le relief du terrain. On y trouve la représentation d'arbres, de talus ou autres permettant une bonne orientation. [13]

I.4 Définition d'un Levé Topographique

C'est l'ensemble d'opérations permettant une représentation plane d'un territoire.

I.4.1 Lever de Détails

On appelle levé topographique l'ensemble des opérations permettant la mesure (des angles, des distances et des dénivelés...) A l'aide des instruments et appareil topographique et ses accessoires.

Les méthodes permettant de lever des objets sur le terrain ont considérablement évolué au cours des dernières années. Le but final étant l'exécution d'un plan parfois graphique mais presque toujours numérique.

* on distingue deux types de levés : (levé planimétrique - levé altimétrique).

Les levés diffèrent entre eux par :

- L'objet représenté.
- La précision exigée pour le levé.
- L'échelle de représentation.
- La rapidité d'exécution.

[14]

I.5 Les Tolérances

On possède des tolérances, dont les valeurs sont contenues dans des « tables de tolérances » éditée par l'office de la topographie et de la cartographie. Ces tolérances permettront à l'opérateur de compenser les résultats si un écart compris dans les tolérances se présente. Les tolérances sont établies pour la triangulation, la polygonation, les levés de détails, les calculs de surfaces, les plans d'ensemble... $\{TOL = 2,7 \sigma\}$. [15]

CHAPITRE II

TOPOGRAPHIE MODERNE

II.1 Introduction

Avant d'aborder ce chapitre, en ce qui concerne la topographie classique le problème que présente, est la nécessité d'inter-visibilité, ce qui augmente considérablement le temps d'observation et diminue du même coup le rendement. Les instruments utilisés aussi sont limités à un niveau de précision et de vision l'évolution des appareils vers une automatisation et les logiciels a rendu les mesures et les résultats fiable en terme de gestion et de la sécurité.

Cette partie a pour objet de positionner les différentes matières qui poursuivent la topographie moderne, en s'attachant à définir les concepts associés et les caractéristiques avec les étapes à suivre dans chaque discipline. S'en oublier l'apport de ces derniers à la topographie.

II.2 La Télédétection

Le mot télédétection (en anglais « remote sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes.

« La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la terre (y compris l'atmosphère et les océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information qu'il représente, pour ensuite mettre en application cette information.» [5]

II.2.1 Les Applications de la Télédétection

Se sont multipliées, dans de nombreux domaines de la météorologie et de la climatologie, de l'océanographie, de la cartographie ou de la géographie et dans l'agriculture. Quel que soit le domaine d'applications considérées, une bonne interprétation des documents de télédétection ou une bonne utilisation des données numériques nécessite la compréhension des principes physiques sur lesquels est fondée la technique de télédétection.

II.2.2 L'apport de la Télédétection à la Topographie

Le premier intérêt de la télédétection est de fournir des images de l'espace géographique. Elle fournit des documents pour la 'simple' illustration pour des régions et villes, des images pour s'orienter aussi et établir des cartes topographiques, et des images pour mener des inventaires de la plupart des ressources. Créer ou mettre à jour des cartes topographiques ou des plans cadastraux. A un autre niveau d'utilisation, la télédétection est un puissant outil cartographique pour appréhender des questions extrêmement variées et toujours plus nombreuses relevant entre autres, de la géographie rurale (ex : société

rurale appréhendée par ses composantes paysagères comme le parcellaire ou la pratique du brûlis), , de la géographie urbaine depuis la possibilité de la très haute résolution visible, produire et distribuer rapidement de l'information géographique (cartes ,bases de données). D'une façon générale, elle permet de dater l'inscription d'un fait dans le paysage, d'en apprécier le contenu, la forme, le sens et le rythme d'évolution. A un autre niveau encore, la télédétection peut être utilisée afin de nourrir un débat conceptuel. Par exemple, les concepts d'étalement et de compacité de la ville peuvent être discutés sur un corpus comparatif d'images satellitaire. Mieux connaître les surfaces peuplements et les forestières .aussi la topographie des glaces marines.

Finalement, parce que l'image suscite l'interrogation, les applications de la télédétection en topographie illustrent la pluralité des courants géographiques et questionnent le positionnement de la discipline par rapport aux sciences de l'observation.

II.3 Photogrammétrie

La photogrammétrie est l'ensemble des techniques et méthodes permettant de restituer la géométrie d'un objet à partir d'un couple de clichés, pris dans des positions différentes, de cet objet.

La photogrammétrie consiste dans le levé d'objets quelconque en position et dimension par l'utilisation des images photographique de ces objets et permet leurs représentations sous la forme :

- Numérique "en chiffres", donnant la position (X, Y) et l'altitude (Z) des points d'objets.
- Graphique c'est à dire dans la forme d'un plan ou une carte avec signes conventionnels.
- Photolyse c'est à dire "photo redressée".

II.3.1 L'apport de la Photogrammétrie à la Topographie

Les mesures photogrammétriques peuvent avantageusement remplacer les mesures directes, dans un grand nombre de cas, dont le plus important est le levé des cartes topographique.

L'application à la topographie et au levé des plan et cartes la photogrammétrie présente là un certain nombre d'avantages essentiels qui font que, à l'heure actuelle, les méthodes photographiques sont en train de remplacer presque complètement les méthodes directes, qui ne seront plus à l'avenir employée que tout à fait exceptionnellement, en effet la photogrammétrie permet:

- D'utiliser des points de vue mobiles, situés à bord d'avions qui constituent des observatoires particulièrement intéressants et d'un rendement considérable.
- De réduire l'importance des opérations exécutées sur le terrain, en remplaçant la plus grande partie de celles-ci par un travail de bureau plus facile, plus rapide, souvent plus précis et toujours moins coûteux.
- De lever des contrées difficilement accessibles, ou même totalement inaccessibles, sans aucune difficulté spéciale. [6]

II.3.2 La Restitution

Elle est comme étant la recherche de l'ensemble des points d'intersection de tous les rayons homologues issus des deux clichés photographique .donc c'est le procédé photogrammétriques qui permet la correction de l'axe de prise de vue et au relief. Tous points des photographies corriges sera projeté orthogonalement sur un plan de projection .la restitution est réalisée au moyen d'un appareil appelé de restitution.

Il y'on a des déférentes types de restitution :

- La restitution photographique
- La restitution analytique
- La restitution numérique
- La restitution graphique



Figure II.1 *Appareil De Restitution PHOTOGRAMMETRIQUE*

II.3.2.1 Les Problèmes de la Restitution

Pour pouvoir effectuer une restitution on doit disposer d'un camera dense de points d'appui sur tous le territoire à restituer ce qui est parfois impossible soit cause du parcours difficile soit à cause de la densité de la végétation.

L'opération de la restitution est possible seulement si :

- Les clichés ont été pris avec des chambres métriques
- Les éléments ci-dessous nous conduisent à effectuer le procédé de restitution en trois phases principales :

II.3.2.1.1 L'orientation Interne

L'orientation interne a pour objet de positionner un repère tridimensionnel lié à la chambre de prise de vues par rapport au support de la photographie.

Nous avons pu voir dans la partie précédente, que nous assimilions le principe de la photographie à une projection centrale pour laquelle le centre de projection se trouve à la distance c du point principal de la photo.

Les paramètres de ce modèle mathématique simplifié sont la distance principale c et les coordonnées-image du point principal de la photographie $PP(\xi_0, \eta_0)$. Ces 3 éléments sont communément appelés éléments de l'orientation interne.

Pour pouvoir utiliser ces renseignements, il est nécessaire de disposer sur la photographie d'un repère de référence permettant de localiser très précisément où se trouve l'origine de la projection centrale.

On utilise pour cela une plaque de verre sur laquelle se trouvent des marques fiduciales ou un réseau de croix, dont les coordonnées ont préalablement été déterminées durant une phase de calibration de la caméra. Au cours de cette dernière, on a également localisé le point principal.

Ainsi, en mesurant sur une photographie les différentes marques fiduciales qui n'ont aucun lien avec l'objet photographié, on est capable de déterminer le système d'équation pour la transformation des coordonnées brutes vers les coordonnées-image.

On est alors en mesure de repérer le point principal sur la photographie, et par conséquent le centre de projection.

Cependant, le modèle mathématique utilisé précédemment ne correspond pas exactement à la réalité. Il faut tenir compte des inévitables erreurs dues à l'objectif de l'appareil photo et de la photographie elle-même, si l'on souhaite obtenir des résultats de plus grande précision :

- Le support de la photographie peut avoir subi dans le temps des déformations. On peut les modéliser grâce à la mesure des différentes marques et au choix d'une bonne formule de transformation des coordonnées. Une transformation plane affine à 6 paramètres qui permettent de considérer des déformations en X et Y différentes, est intéressante dans le cas de la photogrammétrie numérique.

- L'objectif n'est en général pas parfait. Il engendre souvent des distorsions qui sont déterminées durant la phase de calibration de la caméra.

II.3.2.1.2 L'orientation Relative

Opération qui consiste à déterminer les orientations relatives des deux faisceaux perspectifs, telle qu'à éliminer la parallaxe verticale, qui crée un modèle plastique permettant l'observation stéréoscopique,

Le but de l'orientation relative est de positionner les deux photographies de l'objet à restituer l'une par rapport à l'autre, afin de pouvoir avec un stéréoscope, observer cet objet avec une impression d'image spatiale. Pour que ceci soit possible, il suffit seulement que les deux photographies aient été prises dans des conditions proches du cas normal (c'est-à-dire que les directions des axes des prises de vue doivent être à peu près parallèles).

L'orientation relative est obtenue avec la détermination de 5 paramètres. Cette opération est réalisée (on a créé un modèle) si les rayons homologues d'au moins 5 points bien répartis s'intersectés.

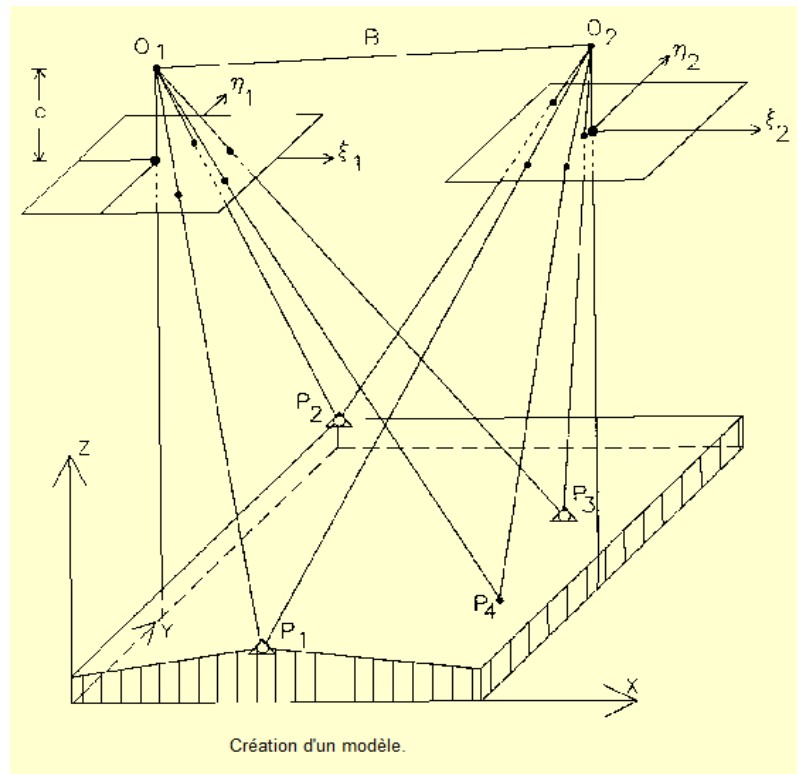


Figure II.2 *L'ORIENTATION RELATIVE*

II.3.2.1.3 L'orientation Absolue

Le but de l'orientation absolue est de transformer les coordonnées-modèle déterminées lors de l'étape précédente en coordonnées-terrain.

Le passage d'un système de coordonnées spatiales à un autre se fait en utilisant la formule suivante :

$$\begin{cases} X \\ Y \\ Z \end{cases} = \begin{cases} X_U \\ Y_U \\ Z_U \end{cases} + m R \begin{cases} x \\ y \\ z \end{cases} \quad (\text{II.18})$$

Pour lesquelles :

- X_u, Y_u, Z_u représentent les coordonnées du point origine du repère des coordonnées-modèle.
- m est le facteur d'échelle entre les deux systèmes.
- R est la matrice rotation du système modèle dans le système terrain.

Il s'agit donc d'une transformation à 7 paramètres qui est en fait une similitude spatiale. [21]

II.3.3 Utilisation du GPS en Photogrammétrie

Le canevas d'aérotriangulation permet le positionnement des photographies dans un repère terrestre. Une autre solution apparue avec le système gps est le calcul de la position de l'objectif de prise de vue à tout instant dans un référentiel géocentrique.

Depuis l'apparition des logiciels de calcul dits "*On the FLY*", il est possible de déterminer cette position sans initialisation statique et pour un objet en mouvement avec une précision centimétrique. La méthode décrite ci-après est appelée mode différentiel en temps réel ou RTD: un récepteur GPS est stationné sur un point connu et transmet en permanence par radio des informations de correction de position, ce qui permet au récepteur GPS embarqué dans l'avion de recalculer sa position en temps réel.

La fréquence d'envoi des informations de correction doit être très élevée, de l'ordre de la seconde. Cette solution peut se heurter à la certification du système de transmission, agréé ou non, ainsi qu'au simple fait de devoir installer une station au sol dans la zone de prise de vue, compatible en outre avec le système avion, ensemble contraignant. [7]



Figure II.3 *Utilisation du GPS en Photogrammétrie Aérienne*

II.4 Système "GPS"

Le GPS est un système de radionavigation utilisant des satellites qui permet de connaître la position géographique d'un récepteur n'importe où dans le monde.

Ce système permet:

- De fournir la position, la vitesse et le temps de façon précise;

- D'avoir une couverture constante et ininterrompue sur tous les points du globe durant toute la journée (24 heures sur 24 heures) ;
- De pouvoir opérer quelque soient les conditions climatiques;
- De fournir, de manière précise, le temps ainsi que la position et la vitesse des satellites.

II.4.1 Procèdes GPS utilises en Topographie

II.4.1.1 Positionnement Relatif En Mode Statique

Il consiste à utiliser deux ou plusieurs récepteurs, dont un au moins est placé sur un point connu, les autres étant placés sur des points inconnus, pendant une durée d'observation, excédant une heure, variant en fonction de la longueur de la ligne de base, du nombre de satellites et de la précision demandée. La précision dans ce cas pourrait atteindre $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ à } 2 \text{ ppm}$. Cette méthode est utilisée pour de longues lignes de base supérieures à (+10 km). Elle est donc réservée aux réseaux géodésiques

II.4.1.2 Mode Statique Rapide

Ce procédé utilise deux ou plusieurs récepteurs dont un au moins est placé sur un point connu alors que les autres sont placés sur des points inconnus pendant un temps variant entre 10 et 30mn. Ce mode a été développé pour obtenir de bonnes précisions pour une période restreinte d'observation (10 minutes avec 6 satellites, 20 minutes avec 5 satellites, 30 minutes avec 4 satellites). La précision dans ce cas est de l'ordre de $1 \text{ cm} + 2 \text{ ppm}$ pour des lignes de base inférieures à 10 km. [8]

II.4.1.3 Mode Semi- Cinématique "STOP & GO"

Cette méthode consiste à stationner sur chacun des points à mesurer pendant une dizaine de secondes. Avant le départ du mobile, les ambiguïtés entières doivent être déterminées et le mobile doit maintenir un verrouillage sur quatre satellites au moins. Si le verrouillage est perdu, l'opérateur doit alors retourner au dernier point correctement mesuré et relancer l'initialisation. Cette méthode est donc très rapide et efficace mais nécessite de travailler dans des zones bien dégagées...ce mode est conçu pour le levé des bornes et des détails des propriétés. Dans ces cas, les lignes de base doivent être inférieures à 1 km. [9]

II.4.1.4 Mode " RTK "

La technique de positionnement cinématique en temps réel (real time kinematic, RTK) recourt à une liaison radio pour transmettre des données des satellites de la référence au mobile. Cela permet de calculer et d'afficher des coordonnées en temps réel, durant l'exécution du lever.

II.4.2 Les Modes D'utilisations de GPS

Mode	Statique	Statique rapide	Cinématique	En vol
Cas d'emploi	Pour les grandes lignes de base (> 10 km avec récepteur bifréquences).	Bases courtes : < 20 km (bifréquence) < 10 km (monofréquence).	Grand nombre de points à observer dans une zone réduite et dégagée.	Positionnement précis d'objet en mouvements (avions, bateaux, etc.).
Précision : monofréquence bifréquence	5 mm + 1 ppm	5 à 10 mm +1 ppm 5 à 10 mm +1 ppm	1 à 2 cm + 1 ppm 1 à 2 cm + 1 ppm	1 à 2 cm + 2 ppm
Temps d'observation	30 mn à 1 heure	2 à 20 mn selon les cas.	Quelques minutes D'initialisation puis quelques secondes sur chaque point.	Temps réel en mouvement.
Applications	Réseaux géodésiques sur de grandes étendues.	Canevas polygonaux. Canevas d'ensemble: remplace-la triangulation et la polygonation.	Levers de détails en zone dégagée.	Photogrammétrie, bathymétrie.
Avantages	Précis, plus efficace et plus économique que les méthodes traditionnelles.	Rapide, efficace. Nul besoin de garder le contact avec le satellite.	La plus rapide des méthodes de lever de détails par GPS.	Pas d'initialisation statique.
Inconvénients	Temps d'observation plus long que par les autres méthodes. Réservé aux récepteurs bifréquence.	Limitation en portée.	Une interruption de la réception nécessite une nouvelle initialisation.	Méthode GPS la plus onéreuse.

Tableau I.1 Modes D'utilisation de "GPS"

II.4.3 L'avantage du GPS dans la Topographie

Le GPS présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes topographiques traditionnelles :

- L'inter visibilité entre points n'est pas requise".
- Il peut être utilisé à toute heure du jour ou de la nuit et par tous les temps.
- Il fournit des résultats de très grande précision.
- Il permet de traiter un volume de travail plus important en moins de temps et avec moins de personnel.
- La visualisation de données avec les informations qui leur sont associées

CHAPITRE III

Calculs Topographique (Méthodes et Applications)

III.1 Outils Et Matériels Utilisé

Les matériels et les logiciels requis pour exploiter le logiciel, un pc (équipé d'un processeur à i5 ~ 2.5 GHz avec 08 GB de mémoire vive, un espace disque dur de 500 GB disponible. Version Microsoft Windows 7 32 bit, et accessible de tout poste de travail.

Premièrement pour leur création, nous avons l'aide de **Microsoft Visual Studio** est une suite de logiciels de développement pour Windows , Visual studio est un ensemble complet d'outils de développement permettant de générer des applications (web asp.net), des services web XML, des applications bureautiques et des applications mobiles.(**Visual basic, Visual c++, Visual c#**), utilisent tous le même environnement de développement intégré (ide), qui leur permet de partager des outils et facilite la création de solutions faisant appel à plusieurs langages.

Egalement ne pas oublier, les forums privées est les sites web des programmeurs qui nous a aidé beaucoup à travers les étapes de programmation. Parmi ceux-ci, par exemple :

(www.codeproject.com / www.tutorialspoint.com / www.vbhelper.com / www.freevbcode.com / www.homeandlearn.co.uk / howtostartprogramming.com / msdn.microsoft.com / www.vbaexpress.com).

Ainsi même chose pour **l'AutoCAD**, qui nous a permis plusieurs façons de travailler avec et à améliorer les capacités et les options de notre logiciel.

III.2 Description de Logiciel (Guide de l'utilisateur)

Quand on démarre le logiciel s'affiche l'interface primaire ou (la page d'accueil) comme suit :

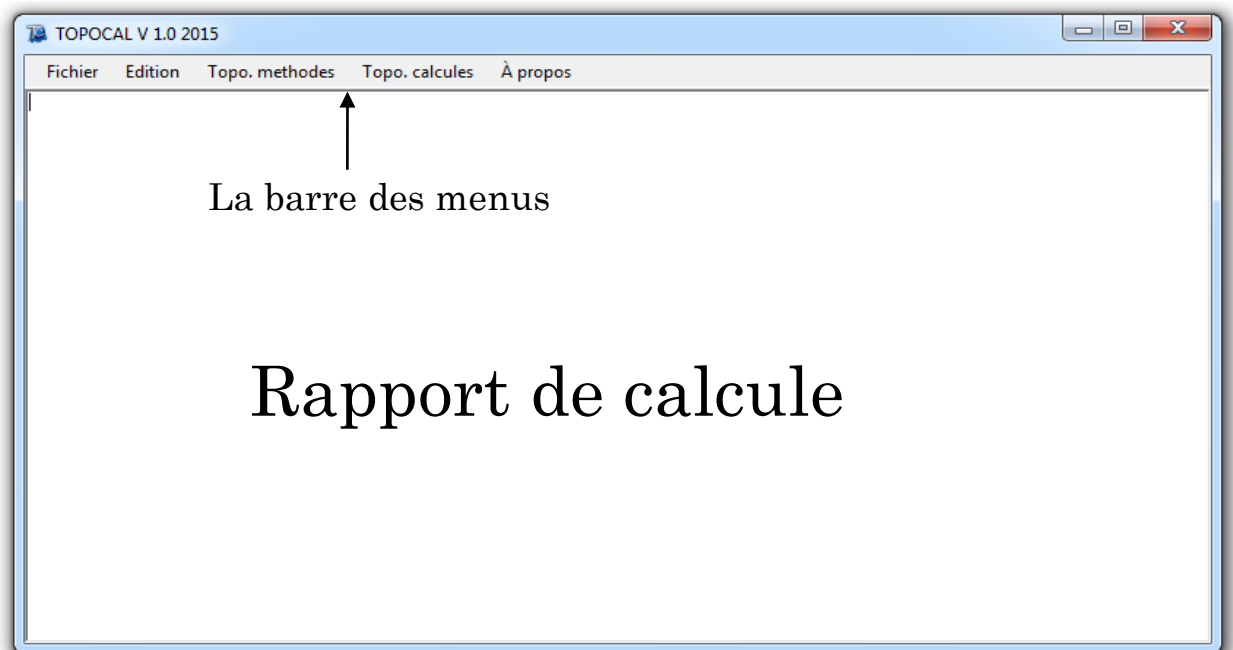


Figure III.1 *Fenêtre principale de logiciel*

III.2.1 Le Rapport de calcul

Il nous donne les détails de résultat de calcul depuis le début jusqu'à la fin avec le nom de la méthode aussi la date et l'heure.

III.2.2 Barre de Menu

Contenant les différentes cases de menu déroulant (Fichier, Edition, Topo. Méthodes, Topo.Calculs, A propos).

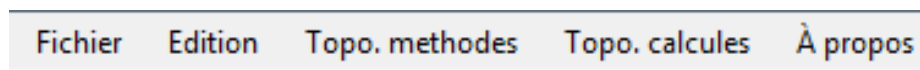
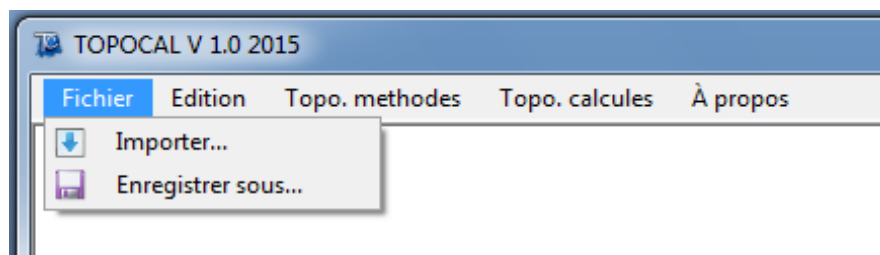


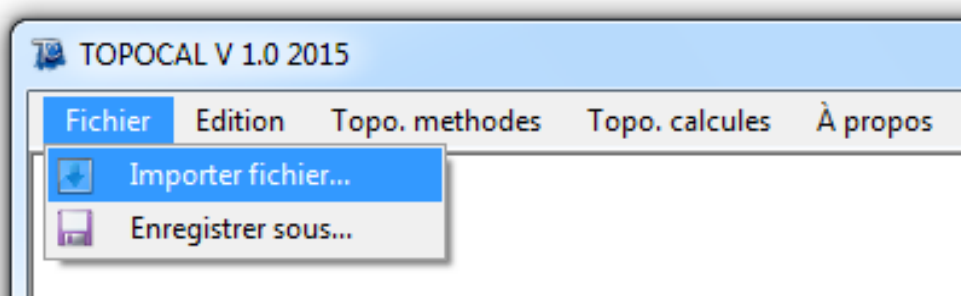
Figure III.2 *Barre des menus*

III.2.2.1 Fichier

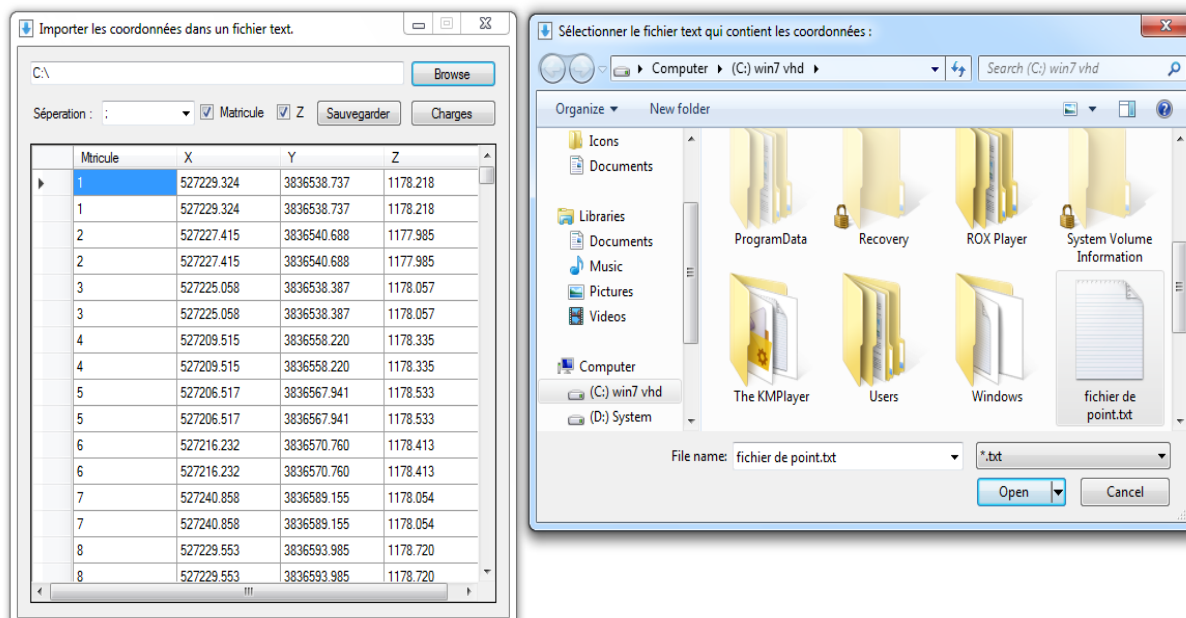
Nous trouvons deux sous fenêtre ou champs (Importer, Enregistrer sous), chaque une et son travail.

Figure III.3 *Menu de fichier*

III.2.2.1.1 Importer fichier


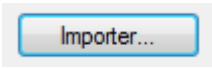
Figure III.4 *Menu de fichier – Import fichier*

Choisissez « Fichier de points » dans la fenêtre de sélection des « Dossier » (si vous avez déjà un dossier chargé, avec le type de séparation bien sûr. Le logiciel vous propose de sauvegarder précédemment les modifications effectuées sur le dossier déjà chargé),

Figure III.5 *Fenêtre d'importer fichier*

NB : Cette opération vous pouvez visualiser jusqu'a (100 000 points ou plus).

III.2.2.1.1.1 Comment importer les données pour le calcul

Ces deux boutons ,  vous permet de charger les coordonnées des points les angles et les distances, aussi les stations et leurs numéros (matricule).

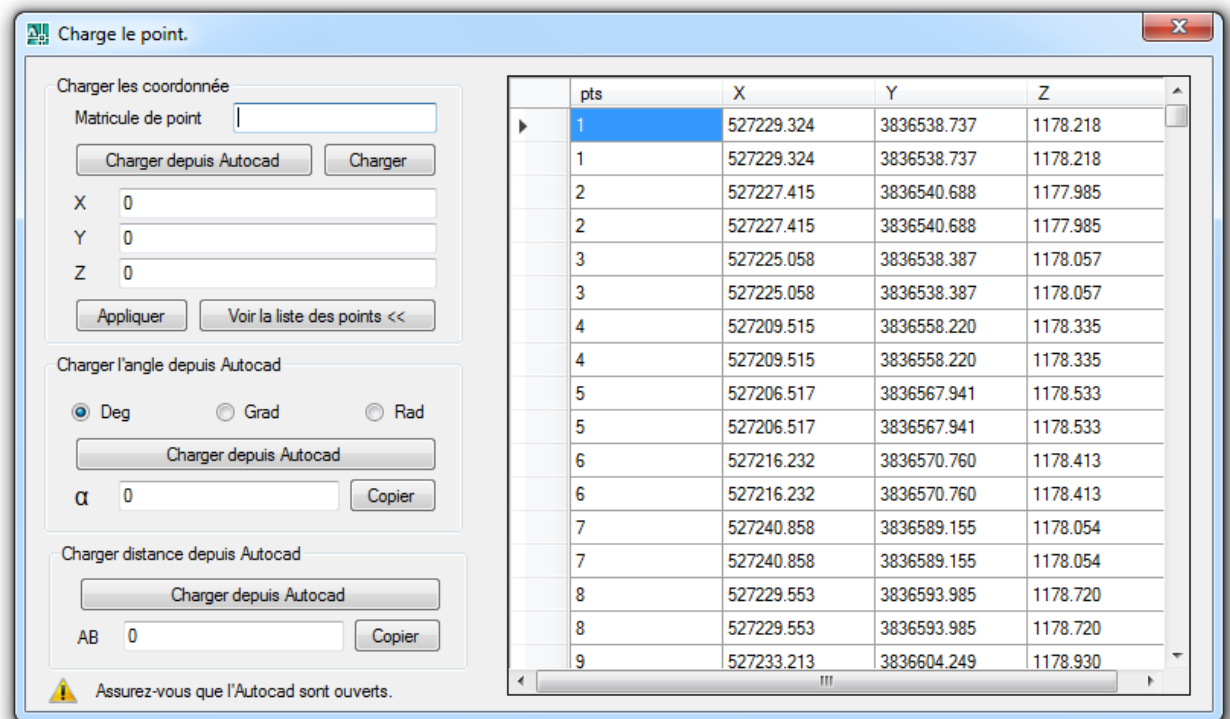


Figure III.6 Fenêtre de charge le point depuis le fichier sauvegardé ou l'AutoCAD.

III.2.2.1.1.2 Importer les coordonnées pour le calcul

⇒ Depuis le fichier sauvegardé :

Comme il est indiqué dans l'exemple ce dessous, il suffit de rentre le matricule de point voulez et le charger.

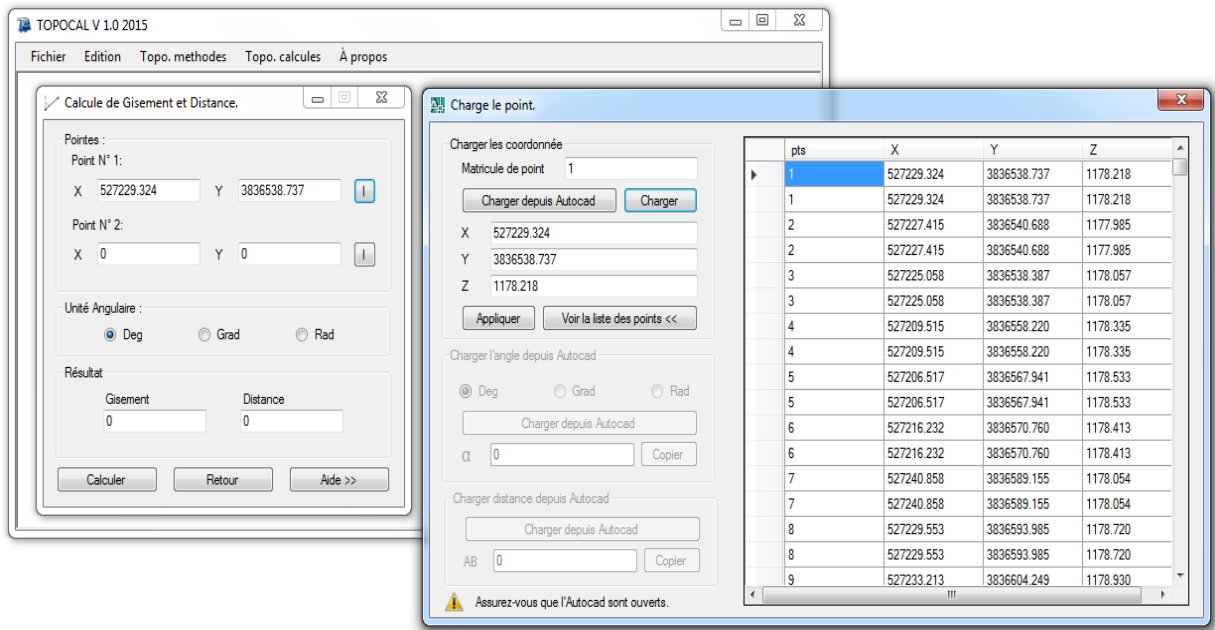


Figure III.7 Exemple de chargement de point depuis le fichier sauvegarde

⇒ Depuis l'AutoCAD :

Choisissez dans la fenêtre charger des points depuis AutoCAD.

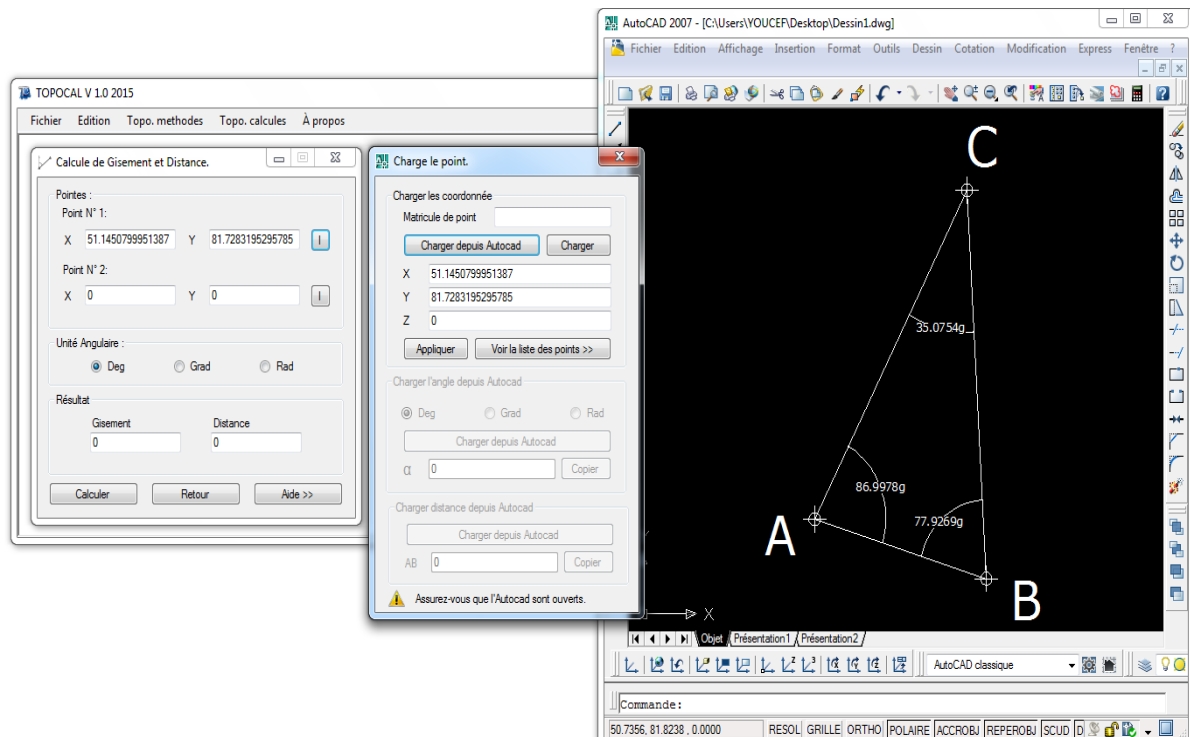


Figure III.8 Exemple de chargement de point depuis l'AutoCAD - 1

Il vous donne la possibilité de sélectionner un point et d'importer leur coordonnées et affichent alors dans la liste de la fenêtre de charger de point, après en cliquez sur le bouton appliqué.

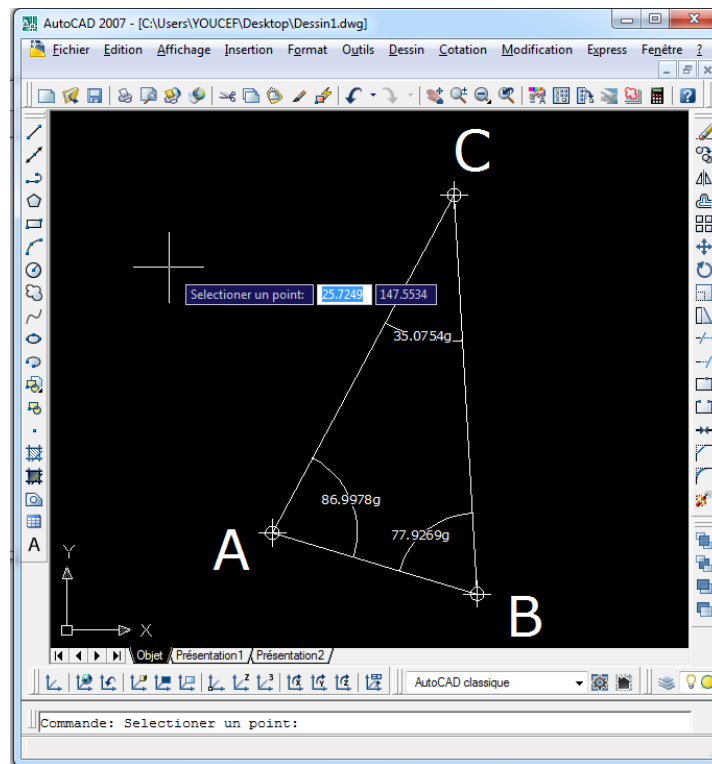


Figure III.9 Exemple de chargement de point depuis l'AutoCAD - 2

III.2.2.1.1.3 Importer les angles depuis l'AutoCAD

Cette étape permet d'obtenir les angles, à partir de n'importe quel dessin. Il faut juste suivre les instructions.

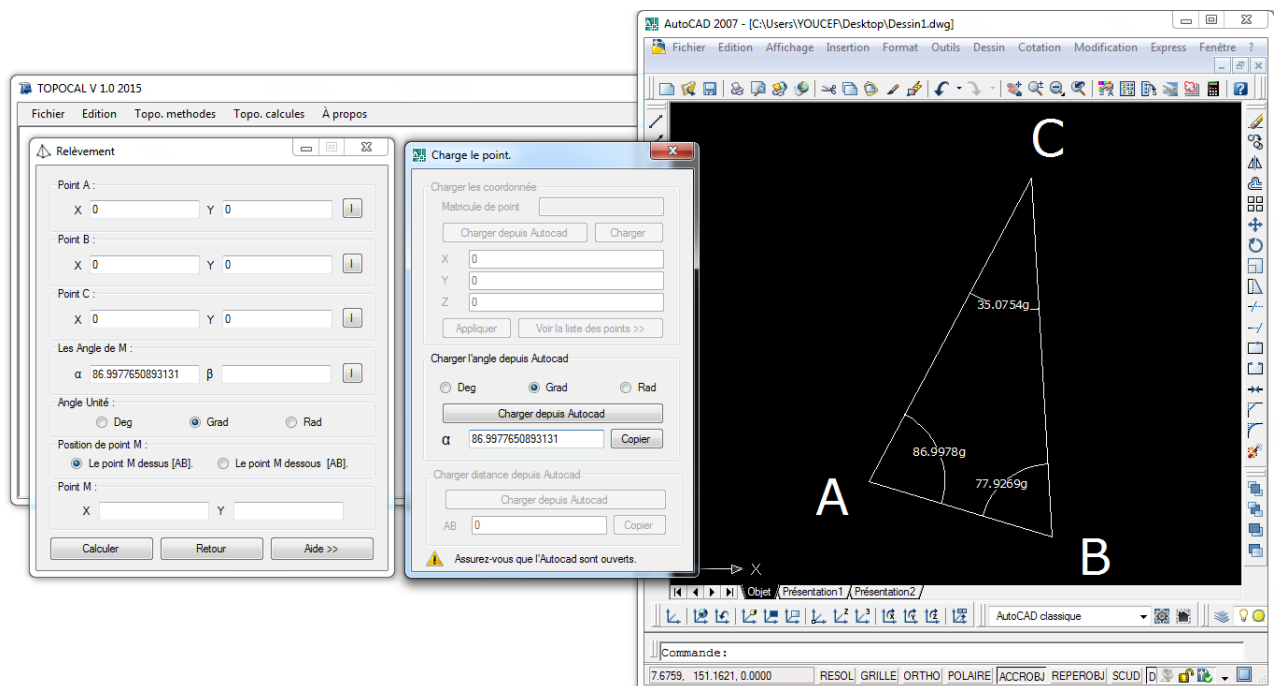
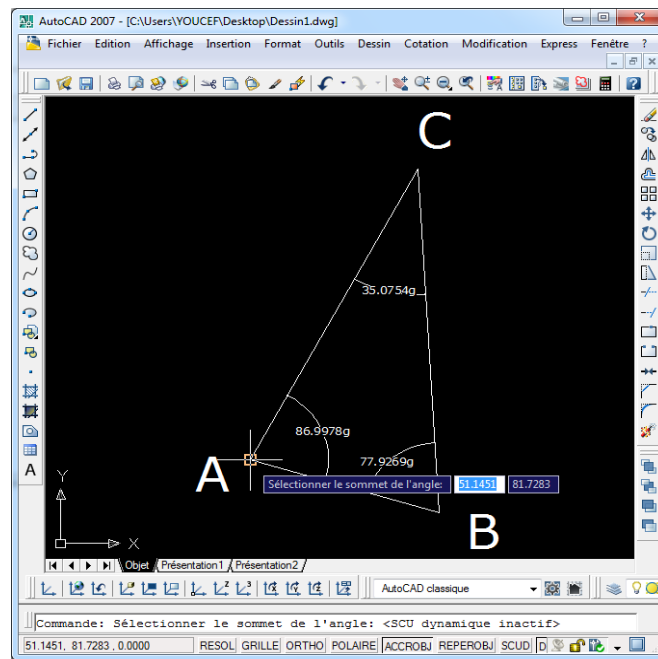
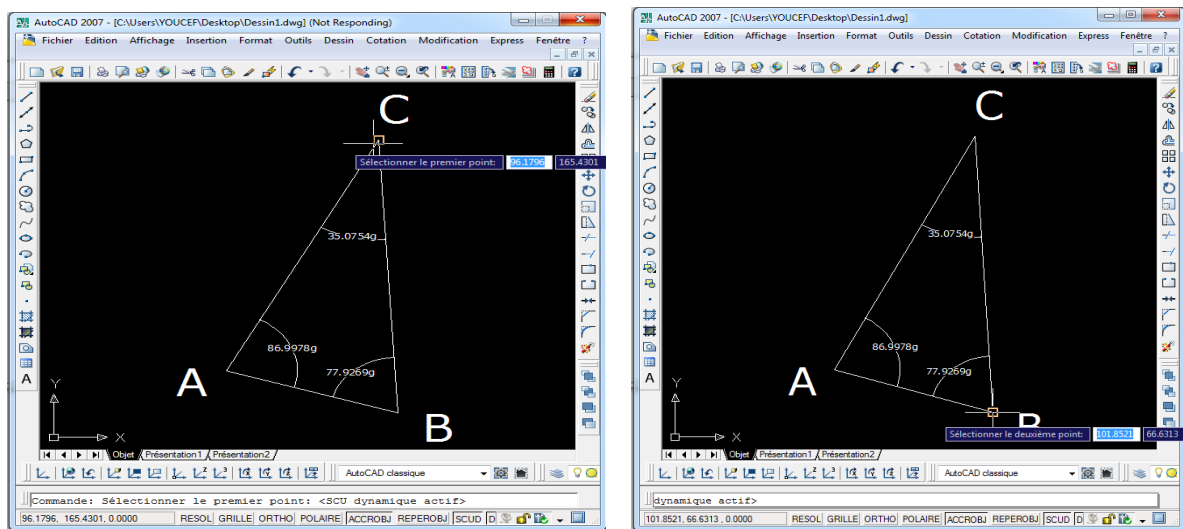


Figure III.10 Exemple de chargement d'angle depuis l'AutoCAD

Figure III.11 *Sélectionné le sommet de l'angle*Figure III.12 *Sélectionné les deux reste point*

D'abord on a choisi ou sélectionner le sommet de l'angle, et ensuite on a choisi le premier point de côté du l'angle, et ensuite le deuxième point. Comme il a décrit dans les figures précédentes.

III.2.2.1.1.4 Importer les distances

⇒ Depuis l'AutoCAD :

Les mêmes étapes avec la méthode précédente, sauf que cette étape permet d'obtenir les distances.

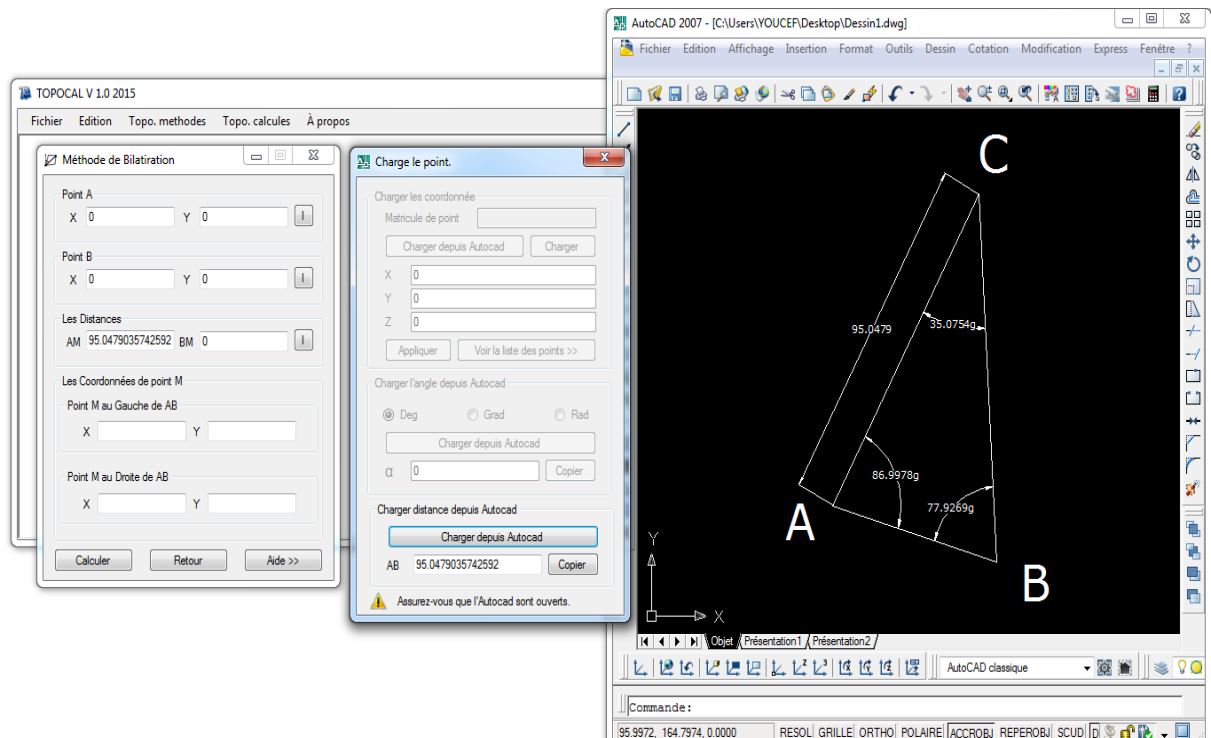


Figure III.13 *Exemple de chargement de la distance depuis l'AutoCAD*

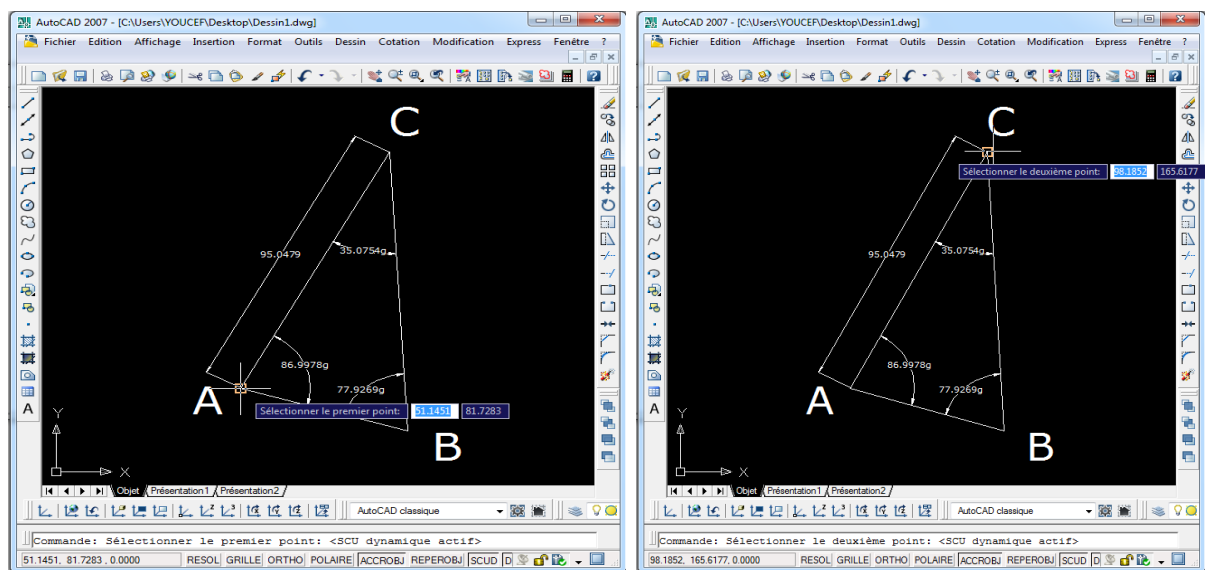
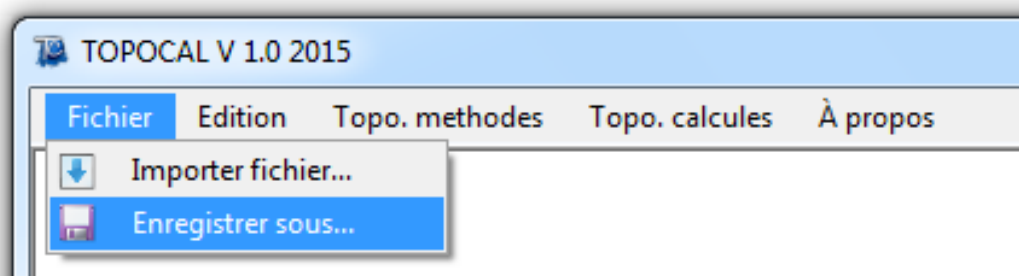


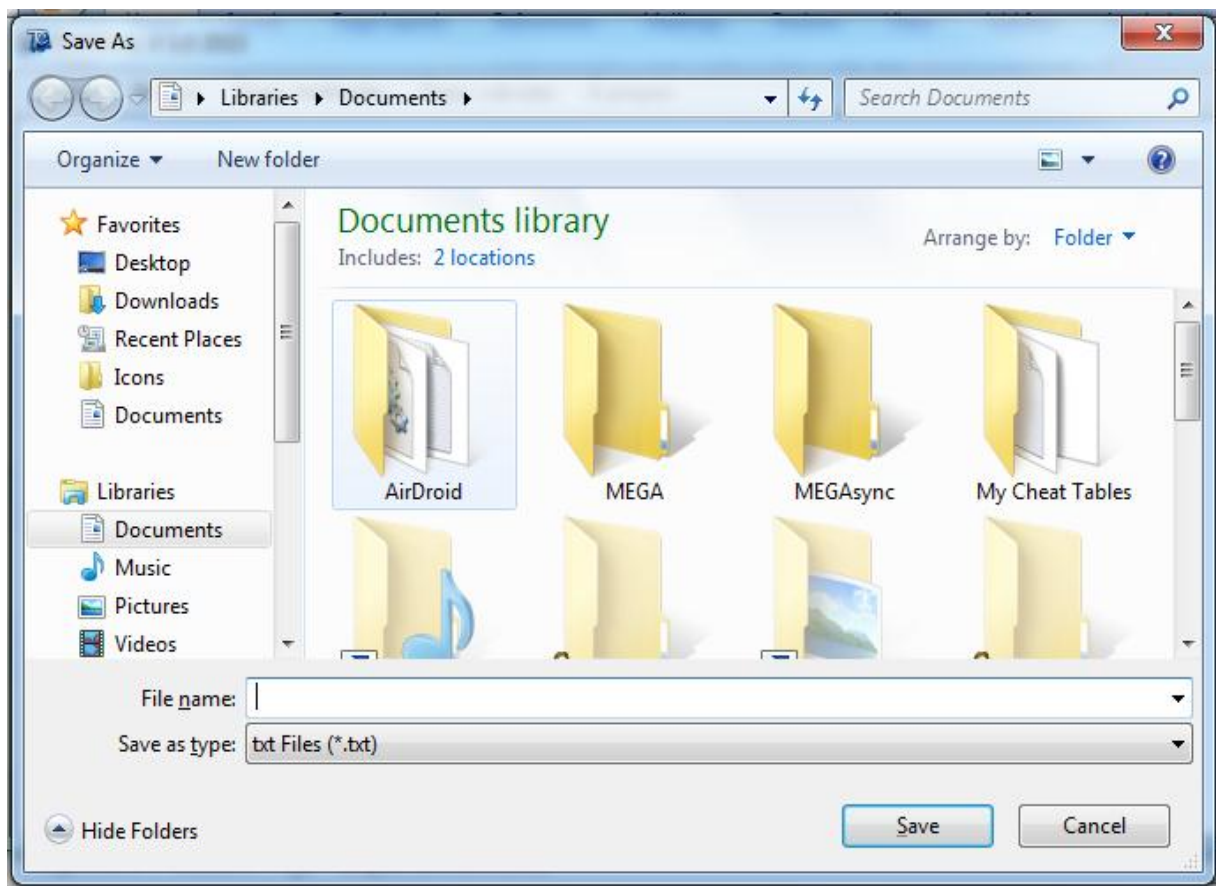
Figure III.14 *Sélectionné les deux point de la droite*

Il nous demandons de sélectionner le premier point de la ligne, ensuite le deuxième point pour calculer la distance.

III.2.2.1.2 Enregistrer sous

Figure III.15 *Menu de fichier – Enregistrer sous*

Si le calcul ou travail est terminé, sauvegardez votre Rapport de calculs dans un fichier texte.

Figure III.16 *Fenêtre d'enregistrement*

III.2.2.2 Edition

Il appartient au rapport.

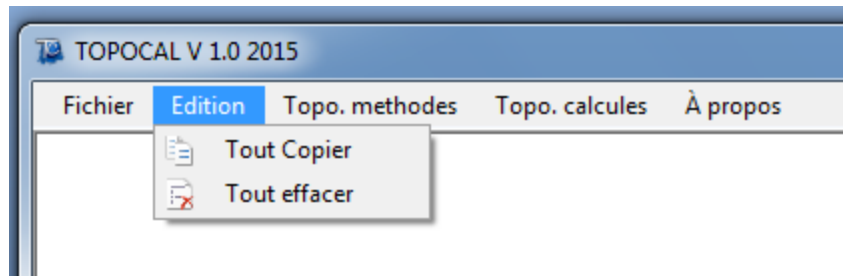


Figure III.17 *Menu d'Edition*

III.2.2.2.1 Tout copier

Si on clique sur, le logiciel copié alors toutes les données récupérées dans le rapport, afin de le coller dans un doc Word ou d'autre.

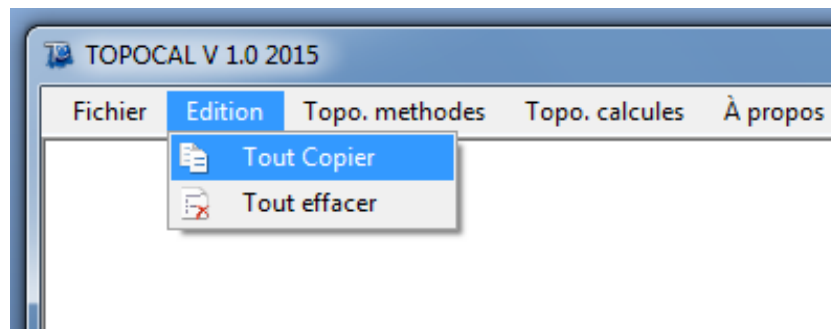


Figure III.18 *Copier le rapport*

III.2.2.2.2 Tout effacer

Il fait supprimer tous les données du rapport de calcul.

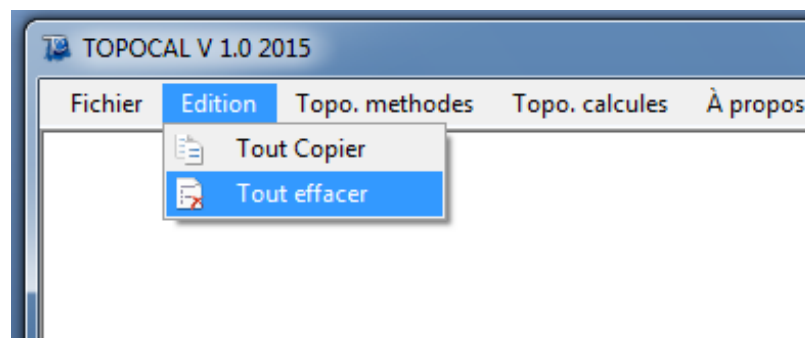


Figure III.19 *Effacer le rapport*

III.2.2.3 Topo.méthodes

Permet de lancer et d'afficher la liste des méthodes topographique qui se trouve dans le logiciel.

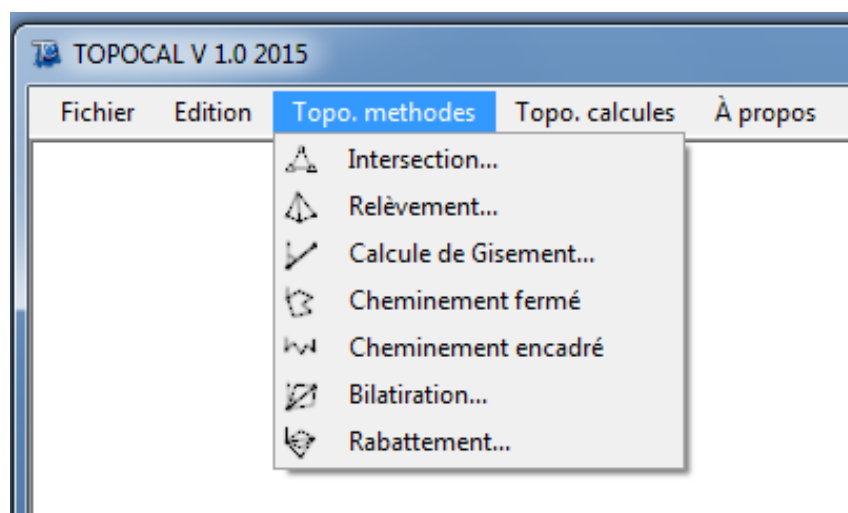


Figure III.20 *Menu de Topo.méthodes*

III.2.2.3.1 INTERSECTION

III.2.2.3.1.1 Méthode de calcul

Procédé permettant la détermination des coordonnées rectangulaires d'un point non stationné, à partir de visées d'intersection de préférence en nombre supérieur à deux.

C'est une méthode de densification du canevas, et la plus couramment employée par les topographes .il permet de déterminer les coordonnées d'un point d'intersection $M (X_m , Y_m)$ inaccessible (antenne , château d'eau ,cible ...) A partir des données suivantes :

- Coordonnées du point A ($X_a ; Y_a$) et du point B ($X_b ; Y_b$).
- Gisements G_{AM} et G_{BM} .

On a:

$$G_{AM} = G_{AB} + \alpha \quad (III.19)$$

Avec:

$$G_{BA} = G_{AB} + 200 \quad (III.20)$$

$$G_{BM} = G_{BA} + \beta \quad (III.21)$$

- Les coordonnées du point d'intersection **M** sont :

$$X_m = X_a + (Y_m - Y_a) \tan G_{AM} \quad (\text{III.22})$$

$$Y_m = Y_a + \frac{(X_a - X_b) - (Y_a - Y_b) \tan G_{BM}}{\tan G_{BM} - \tan G_{AM}} \quad (\text{III.23})$$

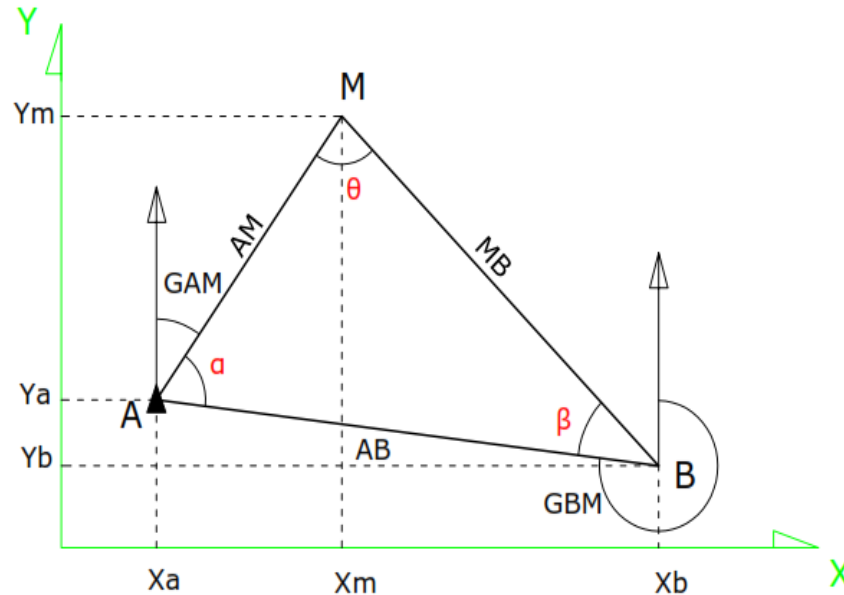


Figure III.21 *Méthode d'intersection*

III.2.2.3.1.2 Application sur le logiciel

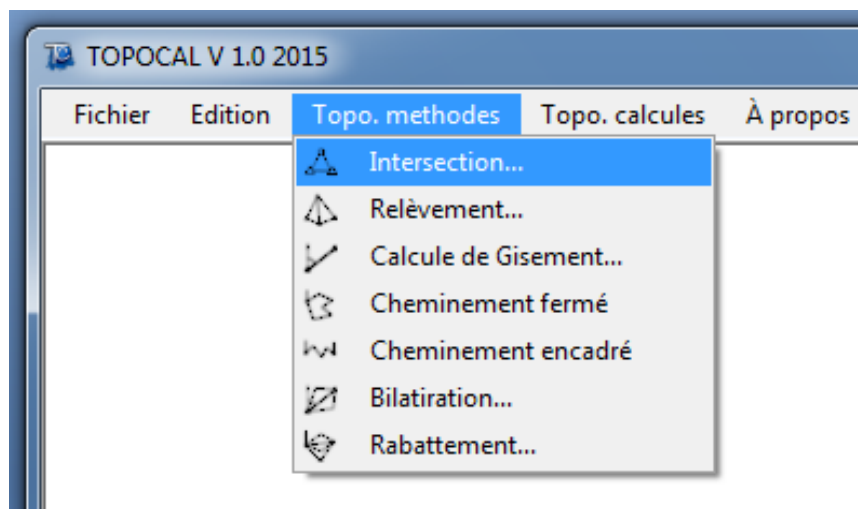


Figure III.22 *Menu de Topo.méthodes - Intersection*

C'est une simple méthode, il apparaît sur le champ de la méthode, vous permet de saisir les données des points d'intersection, avec aussi le dessin de help qui fait à expliquer. Ainsi qu'il ne nous faut pas oublier l'unité des angles (Deg, Grade, Rad, ...).

La fenêtre de calculer et les résultats avec le rapport, indique comme suite :

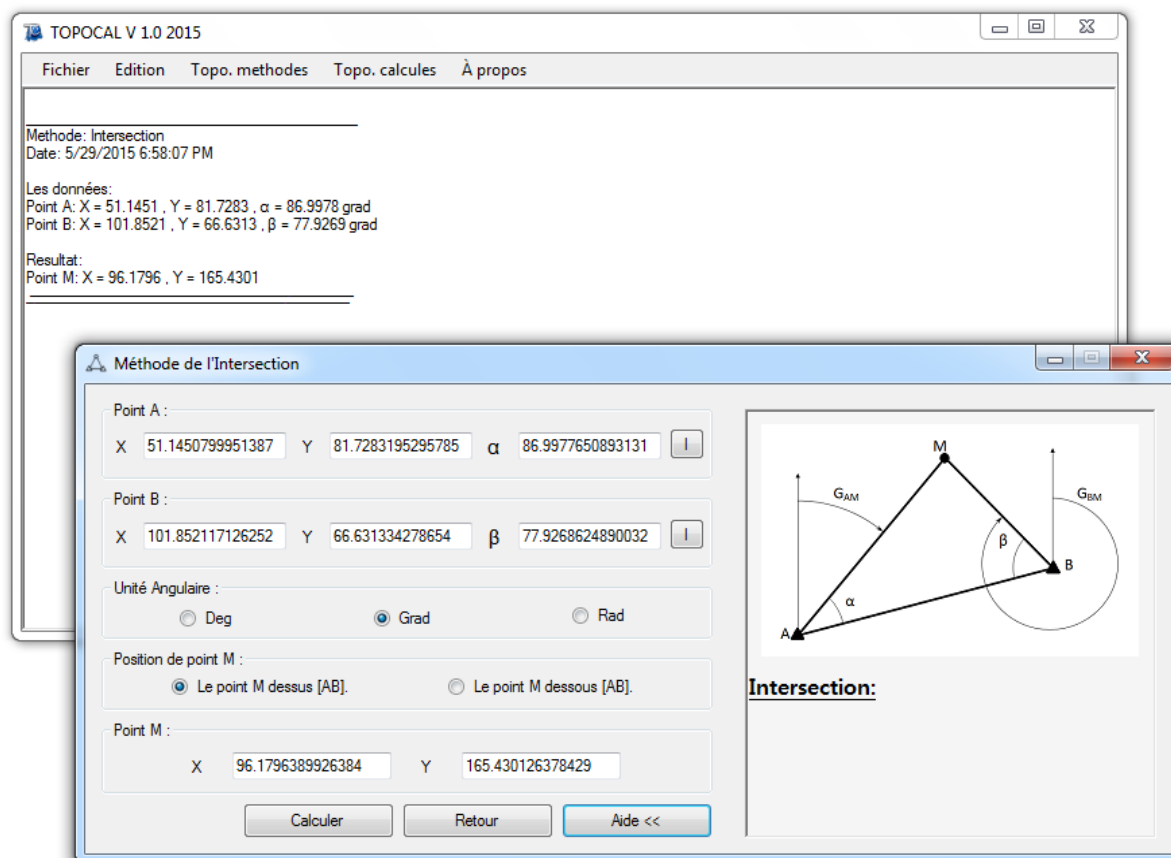


Figure III.23 Exemple de calcul de la méthode d'intersection

III.2.2.3.2 RELEVEMENT

III.2.2.3.2.1 Méthode de calcul

Le relèvement est un procédé de détermination de la position planimétrique d'un point stationner depuis le quel on peut effectuer un tour d'horizon sur des points connues en coordonnées.

Il existe de nombreuses méthodes de calcul de point approché « méthode de gauss, méthode de Delambre, méthode italienne, méthode de cassine, etc... » .

Le relèvement est simple à réaliser sur le terrain puisqu'il nécessite qu'une seule station, cette opération peut être faite avec un appareil de mesure des angles horizontaux, (point approché numérique) ou graphique directement sur une planchette, avec un dispositif de visée (point approché graphique).

III.2.2.3.2 Méthode de Gauss

On stationne sur le point M inconnue en coordonnées, est on vise les points géodésiques A, B et C.

Cette méthode consiste à calculer des angles.

$$\text{On a : } \hat{x} + \hat{y} + \alpha + \beta + \theta = 400 \text{ gr} \quad (\text{III.24})$$

$$\text{D'où: } \hat{x} + \hat{y} = 400 - (\alpha + \beta + \theta) = \gamma \quad (\text{III.25})$$

D'après les deux triangles 1 et 2 et suivant la relation des sinus on a :

$$\frac{AB}{\sin\alpha} = \frac{BM}{\sin\hat{x}} ; \frac{BC}{\sin\beta} = \frac{BM}{\sin\hat{y}} \quad (\text{III.26})$$

$$\frac{\sin\hat{x}}{\sin\hat{y}} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} * \frac{BC}{AB} \quad (\text{III.27})$$

On peut avoir les valeurs des angles « α , β », comme on peut calculer les distances des cotes BC et AB et ceci a partir des coordonnées des points A, B et C.

$$\hat{x} + \hat{y} = \gamma \Rightarrow \hat{y} = \gamma - \hat{x} \quad (\text{III.28})$$

$$\sin\hat{x} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} * \frac{BC}{AB} * \sin(\gamma - \hat{x}) \quad (\text{III.29})$$

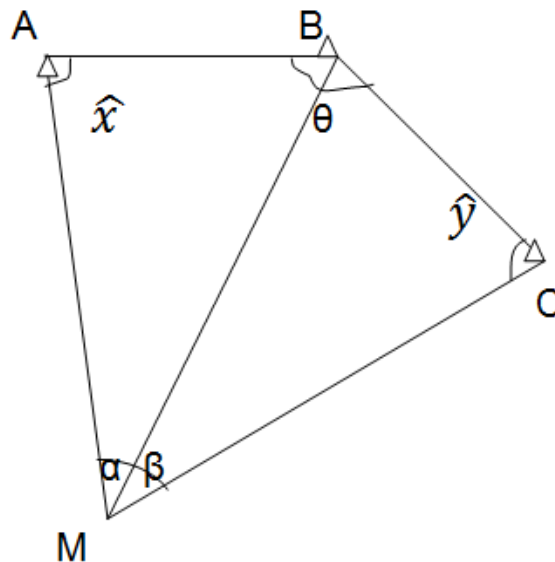


Figure III.24 *Relèvement (Méthode de Gauss)*

$$\sin\hat{x} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} * \frac{BC}{AB} * \sin(\gamma - \hat{x}) \quad (\text{III.30})$$

On pose :

$$m = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} * \frac{BC}{AB} \quad (\text{III.31})$$

Donc :

$$\sin\hat{x} = m(\sin\gamma \cos\hat{x} - \cos\gamma \sin\hat{x}) \quad (\text{III.32})$$

On divise par $(\cos\hat{x})$:

$$\text{tg}\hat{x} = m(\sin\gamma - \cos\gamma \text{tg}\hat{x}) \quad (\text{III.33})$$

$$m \sin\gamma = \text{tg}\hat{x} (1 + m \cos\gamma) \quad (\text{III.34})$$

On déduit :

$$\text{tg}\hat{x} = \frac{m \sin\gamma}{1 + m \cos\gamma} \quad (\text{III.35})$$

De cette formule on peut déterminer l'angle \hat{x} et aussi l'angle \hat{y} d'après la relation suivante :

$$\hat{y} = \gamma - \hat{x} \quad (\text{III.36})$$

Pour trouver la longueur du coté BM on a :

$$\frac{AB}{\sin\alpha} = \frac{BM}{\sin\hat{x}} \rightarrow BM = AB \frac{\sin\hat{x}}{\sin\alpha} \quad (\text{III.37})$$

On peut vérifier la longueur BM par la relation suivante :

$$\frac{BC}{\sin\beta} = \frac{BM}{\sin\hat{y}} \rightarrow BM = BC \frac{\sin\hat{y}}{\sin\beta} \quad (\text{III.38})$$

On peut aussi calculer les angles suivants :

$$\theta_1 = 200 - (\alpha + \hat{x}) \quad (\text{III.39})$$

$$\theta_2 = 200 - (\beta + \hat{y}) \quad (\text{III.40})$$

On constate qu'après le calcul des angles \hat{x} et \hat{y} il nous reste que le calcul simple des coordonnées du point M et ceci avec la méthode des intersections

- A partir du point A
- A partir du point B
- Le contrôle et vérification à partir du point C

III.2.2.3.2.3 Méthode Italienne

Pour calculer les coordonnées du point approché M on stationne sur ce point et faire un tour d'horizon sur des point connus A, B et C.

$$(X_A, Y_A) \text{ et } (X_B, Y_B) \rightarrow G_{AB} \quad (\text{III.41})$$

$$G_{AN} = G_{AB} - \beta \quad (\text{III.42})$$

→ (X_N, Y_N) par intersection :

$$G_{BN} = G_{BA} + \alpha \quad (\text{III.43})$$

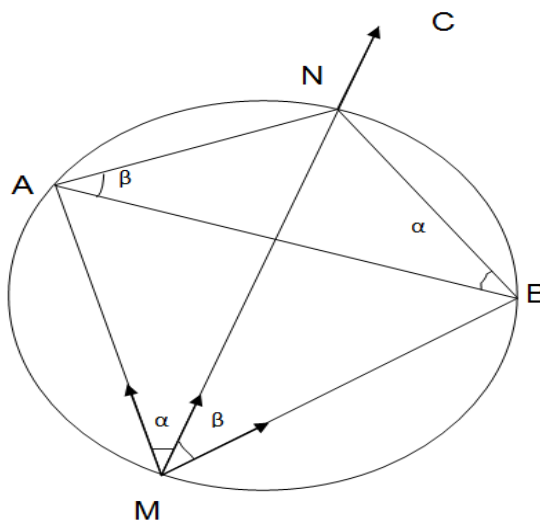


Figure III.25 *Relèvement (méthode italienne)*

$$(X_N, Y_N) \text{ et } (X_C, Y_C) \rightarrow G_{NC}$$

$$G_{MC} = G_{NC} \text{ (Trois points alignés)} \quad (\text{III.44})$$

$$G_{MA} = G_{MC} - \alpha \rightarrow G_{AM} = G_{MA} + 200 \quad (\text{III.45})$$

$$G_{MB} = G_{MC} + \beta \rightarrow G_{BM} = G_{MB} + 200 \text{ (par intersection)} \quad (\text{III.46})$$

Pour appliquer ce relèvement il faut que le point C soit éloigné.

On constate d'après la figure qu'on peut calculer les coordonnées du point M par le principe de l'intersection des droites AM et BM.

III.2.2.3.2.4 Méthode de Delambre

Elle consiste à calculer directement le gisement G_{AM} par une formule qui exploite uniquement les données pour ensuite déterminé G_{BM} puis les coordonnées de M par intersection depuis A et B la formule de l'intersection donne :

$$Y_M - Y_A = \frac{(X_A - X_B) - (Y_A - Y_B) \operatorname{tg} G_{BM}}{(\operatorname{tg} G_{BM} - \operatorname{tg} G_{AM})} \quad (\text{III.47})$$

$$\operatorname{tg} G_{BM} - \operatorname{tg} G_{AM} = \frac{\sin G_{BM}}{\cos G_{BM}} - \frac{\sin G_{AM}}{\cos G_{AM}} \quad (\text{III.48})$$

$$\Rightarrow \frac{(\sin G_{BM} \cos G_{AM} - \sin G_{AM} \cos G_{BM})}{(\cos G_{BM} \cos G_{AM})} \quad (\text{III.49})$$

$$\Rightarrow \frac{\sin(G_{BM} - G_{AM})}{(\cos G_{BM} \cdot \cos G_{AM})} = \frac{\sin \alpha}{\cos G_{BM} \cdot \cos G_{AM}} \quad (\text{III.50})$$

$$Y_M - Y_A = \frac{(X_A - X_B) - (Y_A - Y_B) \operatorname{tg} G_{BM}}{\frac{\cos G_{BM} \cos G_{AM}}{\sin \alpha}} \quad (\text{III.51})$$

De même :

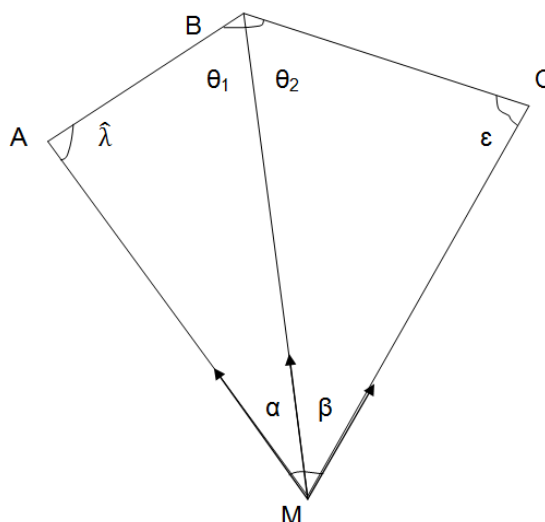
$$Y_M - Y_A = \frac{(X_A - X_C) - (Y_A - Y_C) \operatorname{tg} G_{CM}}{\frac{\cos G_{CM} \cos G_{AM}}{\sin \beta}} \quad (\text{III.52})$$

Par égalité :

$$\frac{\left(\frac{(X_A - X_B) - (Y_A - Y_B) \sin G_{BM}}{\cos G_{BM}} \right) \cos G_{BM}}{\sin \alpha} = \frac{\left(\frac{(X_A - X_C) - (Y_A - Y_C) \sin G_{CM}}{\cos G_{CM}} \right) \cos G_{CM}}{\sin \beta} \quad (\text{III.53})$$

On développe :

$$\frac{(X_A - X_B) \cos G_{BM} - (Y_A - Y_B) \sin G_{BM}}{\sin \alpha} = \frac{(X_A - X_C) \cos G_{CM} - (Y_A - Y_C) \sin G_{CM}}{\sin \beta} \quad (\text{III.54})$$

Figure III.26 *Relèvement (méthode Delambre)*

On a :

$$G_{BM} = G_{AM} + \alpha \quad (\text{III.55})$$

$$G_{CM} = G_{AM} + \beta \quad (\text{III.56})$$

On remplace :

$$\frac{(X_A - X_B) \cos(G_{AM} + \alpha) - (Y_A - Y_B) \sin(G_{AM} + \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{(X_A - X_C) \cos(G_{AM} + \beta) - (Y_A - Y_C) \sin(G_{AM} + \beta)}{\sin \beta} \quad (\text{III.57})$$

Après développement des sinus et cosinus par les formules d'addition produit des extrêmes et des moyens, divisons les deux membres par le facteur « $\sin G_{AM} \sin \alpha \sin \beta$ », il vient tout calcul fait :

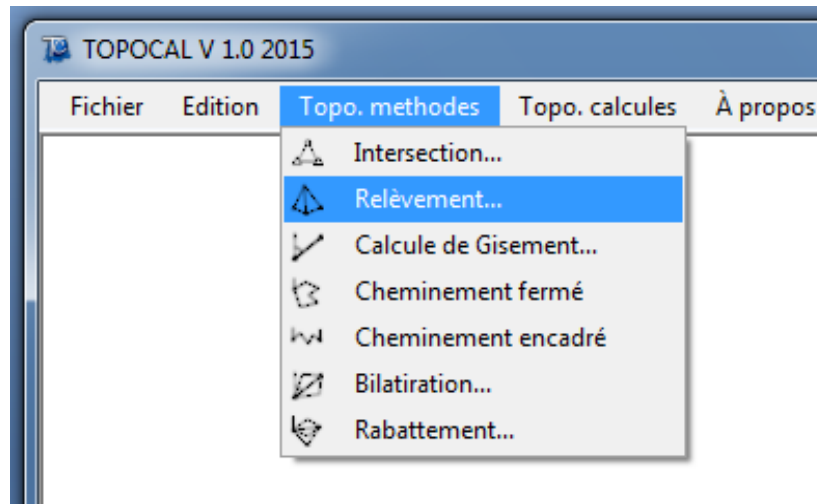
$$\text{tg } G_{AM} = \frac{(X_A - X_B) \cotg \alpha - (X_A - X_C) \cotg \beta + (Y_B - Y_C)}{(Y_A - Y_B) \cotg \alpha - (Y_A - Y_C) \cotg \beta - (X_B - X_C)} \quad (\text{III.58})$$

Connaissant G_{AM} on a immédiatement $G_{BM} = G_{AM} + \alpha$ on peut également déterminer :

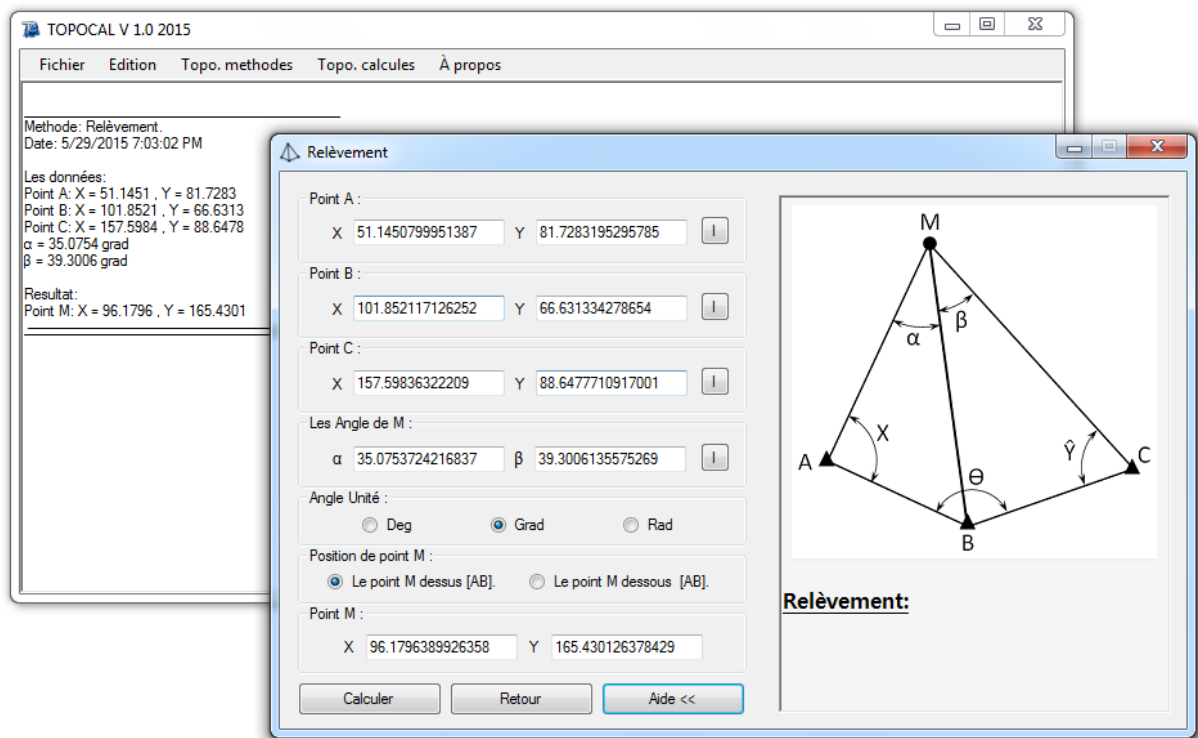
$$G_{CM} = G_{AM} + \beta \quad (\text{III.59})$$

* Puis calculer les coordonnées de M par l'intersection depuis A et C.

III.2.2.3.2.5 Application sur le logiciel

Figure III.27 *Menu de Topo.méthodes - Relèvement*

Ce champ affiche une série de résultats suite au clic sur le bouton calcul.

Figure III.28 *Exemple de calcul de la méthode de relèvement*

III.2.2.3.3 Calcul de gisement

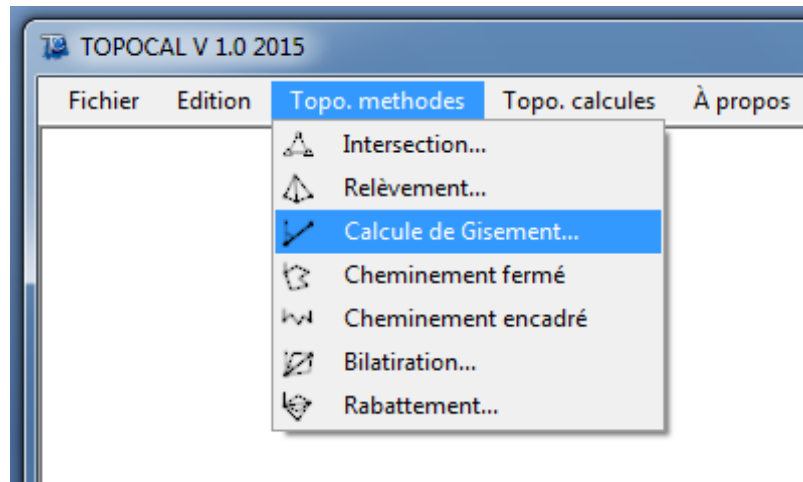


Figure III.29 *Menu de Topo.méthodes – Calcul de gisement*

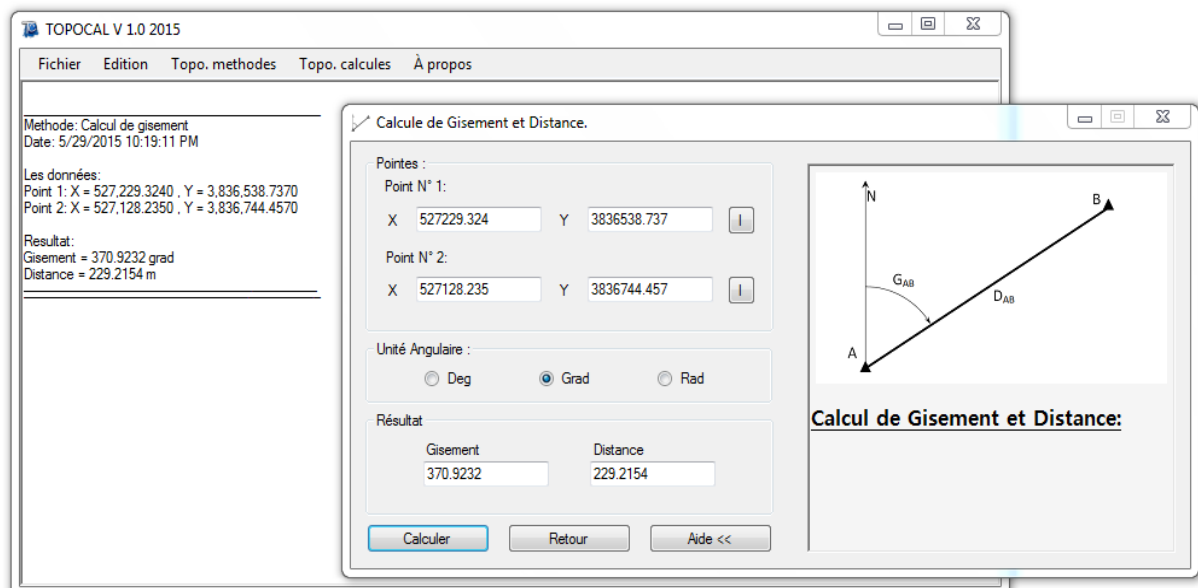


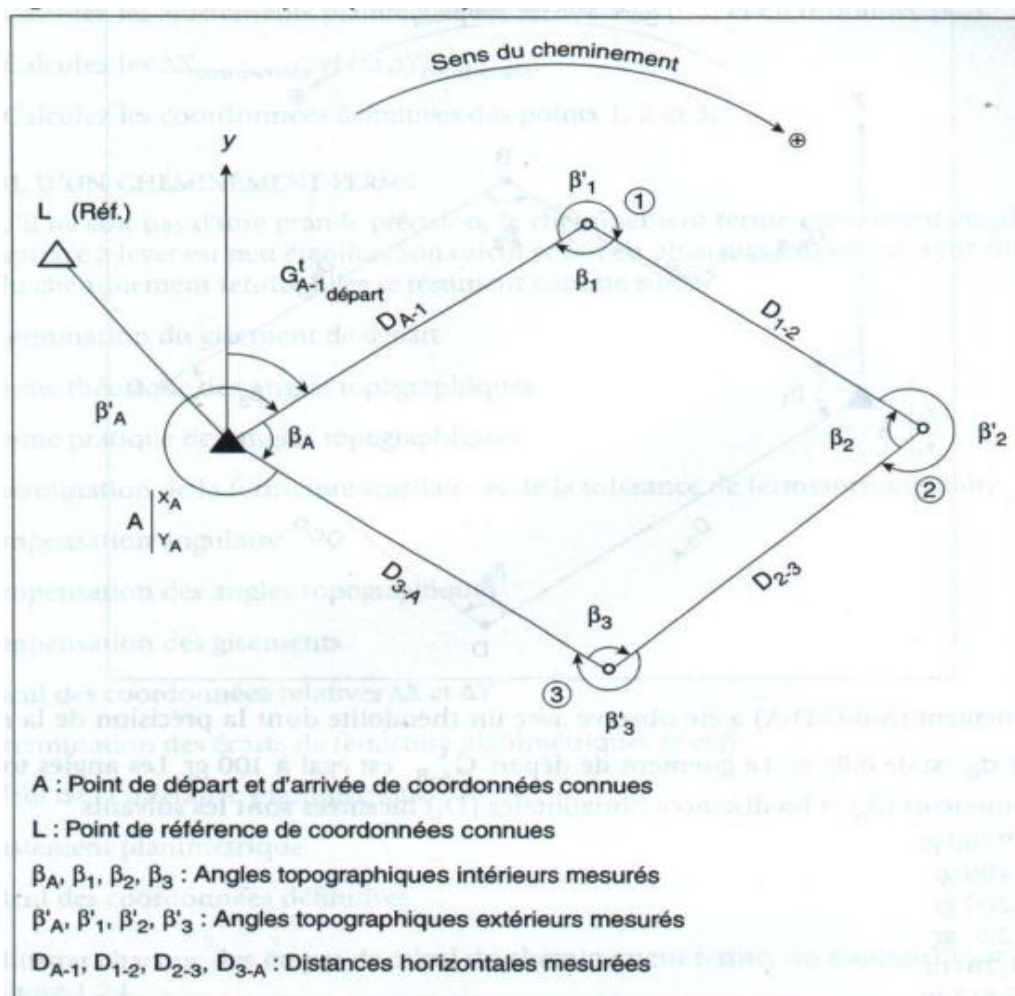
Figure III.30 *Exemple de calcul de la méthode de calcul du gisement*

III.2.2.3.4 Cheminement Fermé (Ordinaire)

III.2.2.3.4.1 Méthode de calcul

Le cheminement fermé est une ligne polygonale qui part d'un point a (coordonnées connues) et se referme sur le même point (figure III.31).

Le cheminement fermé est employé lorsque la surface à lever est peu étendue son calcul se fait en plusieurs étapes, elles et comme suit :

Figure III.31 *Cheminement Fermé*

- La somme théorique des angles topographiques :

Les angles topographiques mesurés aux points A, 1, 2, 3 (figure III.31) peuvent être des angles intérieurs ou des angles extérieurs leur somme théorique calculée suivant deux cas :

- * Angles mesurés intérieurs du cheminement :

$$\sum B_i = 200gr (n - 2) \quad (\text{III.60})$$

- * Angles mesurés extérieurs du cheminement :

$$\sum B_i = 200gr (n + 2) \quad (\text{III.61})$$

Avec (n : Nombre de côtés du cheminement)

- Somme pratique des angles topographique :

Est la somme des angles (intérieurs ou extérieurs) mesurés sur le terrain.

$$\sum B_{i(\text{pratique})} = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + \dots + B_n \quad (\text{III.62})$$

- Fermeture angulaire :

C'est la différence entre la somme théorique et la somme pratique.

$$fa = \sum B_{i(\text{pratique})} - \sum B_{i(\text{théorique})} \quad (\text{III.63})$$

- Compensation angulaire :

Pour répartir l'écart de fermeture (fa) sur tous les angles, on divise (-fa) par le nombre de cotés (n) on obtient la valeur de compensation (ca) qu'on affectera à chaque angle :

$$C_a = \frac{-fa}{n} \quad (\text{III.64})$$

Donc les angles compensés correspondent à la formule suivante :

$$B_{i(\text{compansé})} = B_{i(\text{pratique})} + \left(\frac{-fa}{n}\right) \quad (\text{III.65})$$

- Compensation des gisements :

La compensation des gisements consiste à calculer les gisements du cheminement (G1-2, G2-3,..., Gn+1) à partir de gisement de départ connu et les angles compensés. La formule appliquée est :

$$G_{n+1} = G_n \pm B_{i(\text{compansé})} \pm 200 \text{ gr} \quad (\text{III.66})$$

* Avec (n : Nombre des cotés) et (i=1, 2, 3, A)

On ajoute ($B_{i(\text{compansé})}$) a la quantité si l'angle mesuré est extérieur au cheminement et on le retranche si l'angle st intérieur.

* n = Pair (on ajoute 200gr)

* n = Impair (on retranche -200gr)

- Coordonnées relatives :

Elles sont données par les formules suivantes :

$$\Delta x_i = D * \sin G_{i\text{compansé}} \quad (\text{III.67})$$

$$\Delta y_i = D * \cos G i_{compensé} \quad (\text{III.68})$$

- Ecart de fermeture planimétrique (f_x, f_y) :

$$f_x = \sum \Delta x_i \quad (\text{III.69})$$

$$f_y = \sum \Delta y_i \quad (\text{III.70})$$

- Ajustement planimétrique :

C'est l'opération qui consiste à ajuster les coordonnées relatives ($\Delta x, \Delta y$).

$$C_x = -f_x \quad (\text{III.71})$$

$$C_y = -f_y \quad (\text{III.72})$$

* Pour les (C_{x_i}, C_{y_i}):

$$C_{x_i} = -f_x * \frac{D_i}{\sum D} \quad (\text{III.73})$$

$$C_{y_i} = -f_y * \frac{D_i}{\sum D} \quad (\text{III.74})$$

- Coordonnées relatives compensés :

$$\Delta x_{i \text{ compensé}} = \Delta x_i + C_{x_i} \quad (\text{III.75})$$

$$\Delta y_{i \text{ compensé}} = \Delta y_i + C_{y_i} \quad (\text{III.76})$$

- Coordonnées définitives :

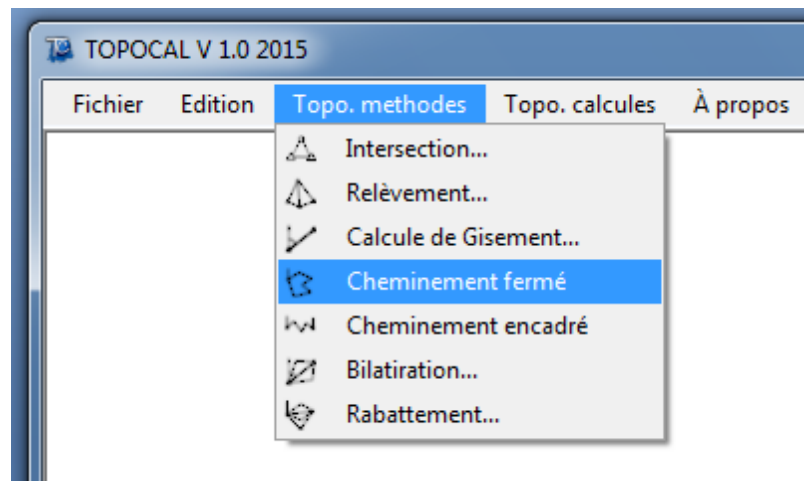
Etant donné que les coordonnées relatives compensées. On calcule les coordonnées définitives d'un point en s'appuyant sur les coordonnées du point qui précède, en écrire :

$$X_i = X_{n-1} + \Delta x_{i \text{ compensé}} \quad (\text{III.77})$$

$$Y_i = Y_{n-1} + \Delta y_{i \text{ compensé}} \quad (\text{III.78})$$

* Il est possible de compiler les données du calcul d'un cheminement fermé dans un tableau.

III.2.2.3.4.2 Application sur le logiciel

Figure III.32 *Menu de Topo.méthodes – Cheminement fermé*

Après qu'on a fait entrer les données des point (X, Y) et les distances et les angles, nous obtenons le tableau suivant qui contient tous les résultats de calculs de cheminement fermé.

Calcul d'un cheminement fermé.

Les Données
G 83.47 X 4500 Y 3700

Les pointes
Mat 1 D 0 Importer...
H 0 Angle intérieur Angle extérieur
n 5 Ajouter Supprimer

Pointes	Distance	Angle Hz	int/ext
1	478.02	114.605	int
2	366.60	81.10	int
3	387.55	213.005	int
4	499.34	81.245	int
5	561.60	110.07	int

Pointes	H _z corrigés	Gisement	dXi	Cxi	dYi	Cyi	dXi corrigés	dYi corrigés	X	Y
1	114.6000	83.4700	461.9964	-0.0860	122.7292	0.1677	461.9104	122.8969	4.500.0000	3.700.0000
2	81.0950	202.3750	-13.6734	-0.0659	-366.3449	0.1286	-13.7393	-366.2163	4.961.9104	3.822.8969
3	213.0000	189.3750	64.3811	-0.0697	-382.1650	0.1360	64.3114	-382.0290	4.948.1712	3.456.6806
4	81.2400	308.1350	-495.2687	-0.0898	63.6343	0.1752	-495.3585	63.8095	5.012.4826	3.074.6516
5	110.0650	398.0700	-17.0231	-0.1010	561.3419	0.1970	-17.1241	561.5390	4.517.1241	3.138.4610
*									4.500.0000	3.700.0000

Calculer ΣHz 600.0250 Ca -0.0050 ΣDist 2293.11 fx 0.4124 fy -0.8045

Figure III.33 *Exemple de calcul de la méthode de Cheminement fermé*

III.2.2.3.5 Cheminement Encadré

III.2.2.3.5.1 Méthode de calcul

Le cheminement tendu ou "encadré", est une ligne polygonale qui relie deux points. Utilisé lorsque les coordonnées des points a et b sur lesquels il s'appuie sont connues, ce cheminement permet de rattacher les travaux réalisés à une carte.

- Calcul des gisements :

On connaissant les coordonnées (X, Y) des point "L, A, B et M" (figure III.34).il s'agit de calculer en premier lieu, le gisement de départ G_{AL} et le gisement d'arrivée G_{BM} .

- Gisement de départ :

$$G_{A-L} = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_A}{Y_L - Y_A}\right) \quad (\text{III.79})$$

- Gisement d'arrivée :

$$G_{B-M} = \tan^{-1}\left(\frac{X_M - X_B}{Y_M - Y_B}\right) \quad (\text{III.80})$$

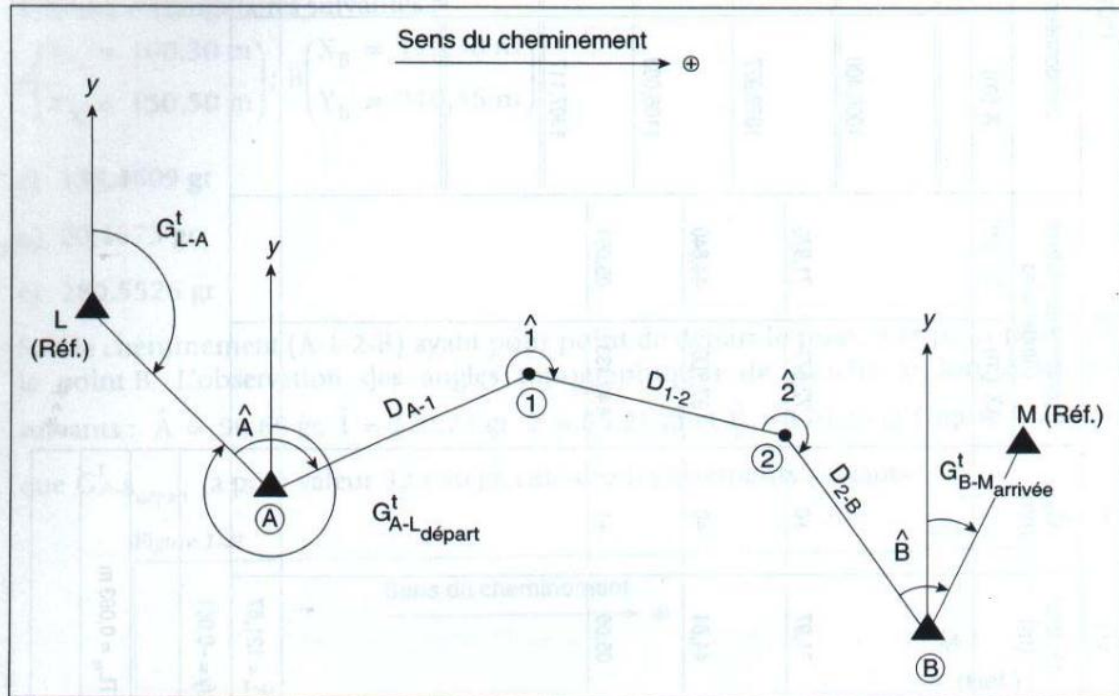


Figure III.34 *Cheminement Encadré (tendu)*

- Calcul du gisement d'arrivée observé ($G_{B-M} \text{ (observé)}$):

$$G_{B-M} = G_{A-L} + \sum \alpha_i \pm n(200\text{gr}) \quad (\text{III.81})$$

* Dans laquelle :

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$\sum \alpha_i = \hat{A} + \hat{1} + \dots + \hat{B} \text{ (somme des angles topographique)}$$

n = nombre de côtés du cheminement

* La formule générale :

$$G_i = G_{i-1} \pm \sum \alpha_{i-1} \pm 200 \text{ gr} \quad (\text{III.82})$$

- Fermeture angulaire (f_a) :

$$f_a = G_{\text{arrivée obs}} - G_{\text{arrivée exact}} \quad (\text{III.83})$$

* C'est-à-dire :

$$f_a = G_{B-M} (\text{observé}) - G_{B-M} (\text{exact}) \quad (\text{III.84})$$

- Tolérance de fermeture angulaire : ($f_a \leq T_\alpha$)

$$T_\alpha = 2.7 * \sigma_\alpha * \sqrt{n+1} \quad (\text{III.85})$$

* Dans laquelle :

(2.7) est un coefficient constant.

$$(\sigma_\alpha = 0.544)$$

$$n = 4$$

- Compensation des gisements :

- La compensation (C_a) a pour valeur :

$$C_{a_i} = - \frac{i * f_a}{n+1} \quad (\text{III.86})$$

- On a donc :

$$G_{i \text{ comp}} = G_{i \text{ observé}} - f_a \quad (\text{III.87})$$

- Coordonnées relatives :

$$\Delta X = D * \sin G_{i \text{ comp}} \quad (\text{III.88})$$

$$\Delta Y = D * \cos G_{i \text{ comp}} \quad (\text{III.89})$$

- Ecart de fermeture (f_x et f_y) :

$$f_x = (X_A + \sum \Delta X) - X_B \quad (\text{III.90})$$

$$f_y = (Y_A + \sum \Delta Y) - Y_B \quad (\text{III.91})$$

- Ajustement planimétrique (compensation des $(\Delta X, \Delta Y)$) :

$$C_{x_i} = -f_x * \frac{D_i}{\sum D} \quad (\text{III.92})$$

$$C_{y_i} = -f_y * \frac{D_i}{\sum D} \quad (\text{III.93})$$

On trouve donc :

$$\Delta X_{i \text{ comp}} = \Delta X + C_{x_i} \quad (\text{III.94})$$

$$\Delta Y_{i \text{ comp}} = \Delta Y + C_{y_i} \quad (\text{III.95})$$

Coordonnées définitives :

$$X_i = X_{i-1} + \Delta X_{i \text{ comp}} \quad (\text{III.96})$$

$$Y_i = Y_{i-1} + \Delta Y_{i \text{ comp}} \quad (\text{III.97})$$

III.2.2.3.5.2 Application sur logiciel

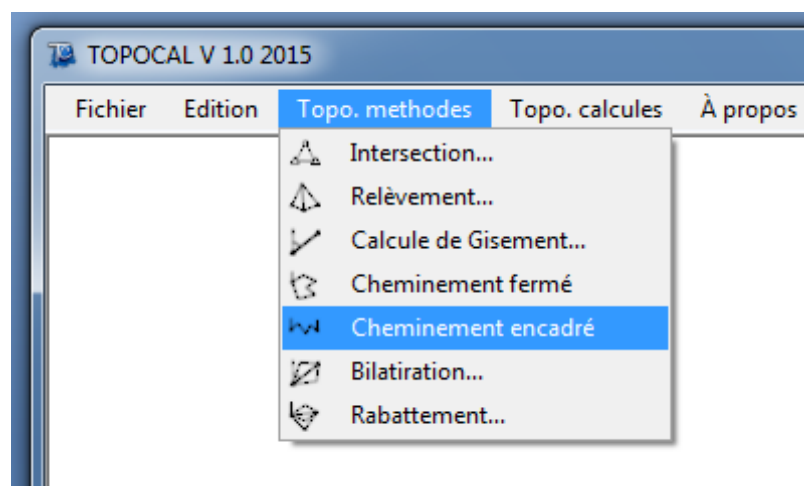


Figure III.35 *Menu de Topo.méthodes - Cheminement encadré*

Après qu'on a fait entrer les données des point (X_1, Y_1) et (X_2, Y_2) et les distances et les angles, nous obtenons le tableau suivant qui contiens tous les résultats de calculs de cheminement en cadré.

The screenshot shows a software window titled 'Cheminement Encadré'. It contains several input fields and two tables. The input fields include 'Données' (G1, X1, Y1, G2, X2, Y2), 'Les points' (Mat, D, H, n), and radio buttons for 'Angle interieur' and 'Angle exterieur'. The first table lists points and their coordinates. The second table shows calculated values for each point, including distances and corrections. At the bottom, there are summary statistics: Ca, Σ Dist, fx, and fy.

Points	G c	dXi	dYi	dXi corrigés	dYi corrigés	X	Y
A	90.760	77.299	11.299	77.291	11.292	782875.12	215320.46
1	11.638	88.470	-14.923	88.461	-14.931	782952.411	215331.752
2	92.798	63.005	7.158	62.999	7.152	783040.872	215316.821
3	121.280	65.823	-22.860	65.816	-22.866	783103.871	215323.973
4	73.022	59.187	26.699	59.181	26.693	783169.687	215301.107
5	130.154					783228.868	215327.8

Pointes	Distance	Angle Hz	int/ext
1	78.12	219.88	Int
2	69.72	182.14	Int
3	63.41	228.47	Int
4	69.68	151.73	Int
5	64.93	257.128	Int

Summary statistics at the bottom:
 Ca: -0.024 Σ Dist: 345.86 fx: 0.036 fy: 0.033

Figure III.36 Exemple de calcul de la méthode de Cheminement encadré

III.2.2.3.6 BILATERATION

III.2.2.3.6.1 Méthode de calcul

Le procédé utilisé est la Multilatération. On observe les distances sur au moins quatre points éloignés correctement répartis ; les distances doivent être homogènes et les points situés dans les quatre quadrants, si possible autour du point nouveau à déterminer.

Le point **M** est déterminé à partir de quatre mesures de distance (DAM_{obs} , DBM_{obs} , DCM_{obs} , DDM_{obs}) sur quatre points anciens connus. Les distances doivent être réduites au plan de projection. Les distances mesurées sont indiquées par un trait perpendiculaire à la visée.

- **Coordonnées approchées par "Bilatération" :**

Les distances sur deux points anciens connus sont suffisantes pour calculer un point approché **M** : on appelle ces deux mesures Bilatération.

Considérons un point **M** dont on veut déterminer les coordonnées à partir de **A** et **B** (par convention A, B, M sont pris dans le sens horaire). On mesure les distances **DAM** et **DBM** puis on calcule les coordonnées du point **M** comme suit :

- Calcul de l'angle (α) :

$$\cos \alpha = \frac{D_{AM}^2 + D_{AB}^2 - D_{BM}^2}{2D_{AB} \cdot D_{AM}} \quad (\text{III.98})$$

- Calcul du gisement G_{AM} :

Si le point M est à droite du vecteur AB, on peut écrire :

$$G_{AM} = G_{AB} + \alpha \quad (\text{III.99})$$

Si le point M est à gauche du vecteur AB, on peut écrire :

$$G_{AM} = G_{AB} - \alpha \quad (\text{III.100})$$

- Les coordonnées du point M sont alors :

$$X_M = X_A + D_{AM} \cdot \sin G_{AM} \quad (\text{III.101})$$

$$Y_M = Y_A + D_{AM} \cdot \cos G_{AM} \quad (\text{III.102})$$

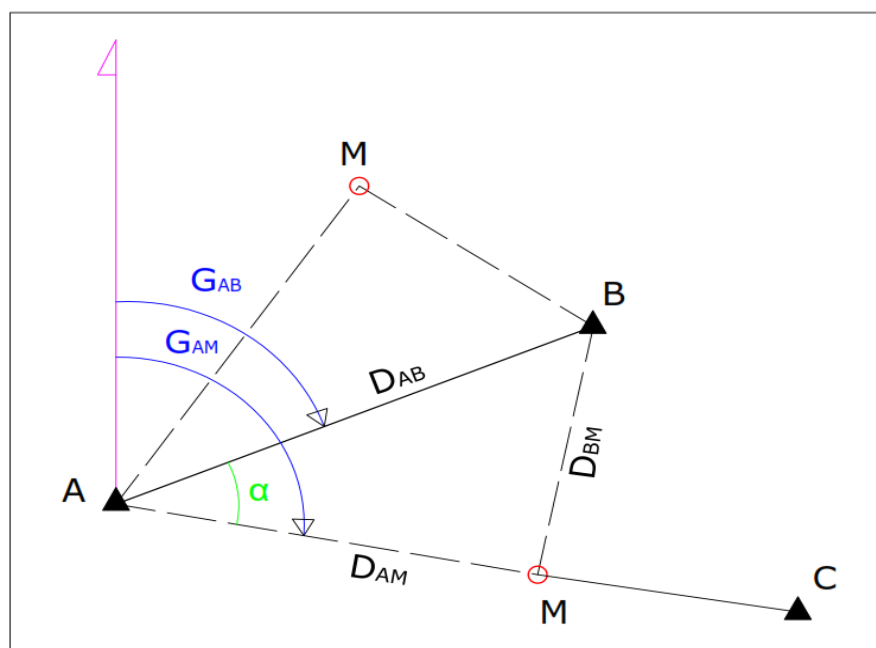
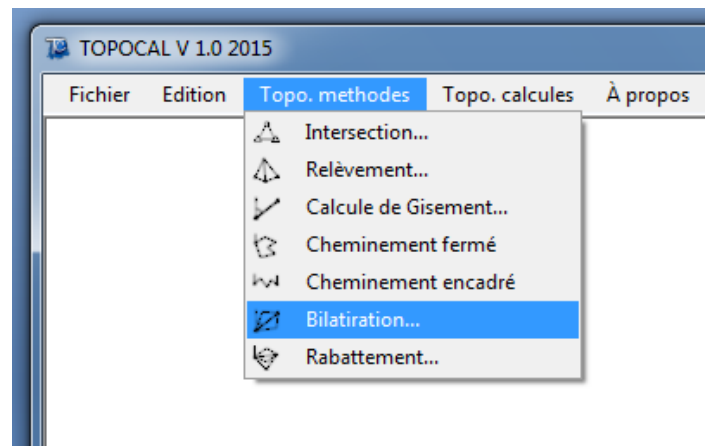
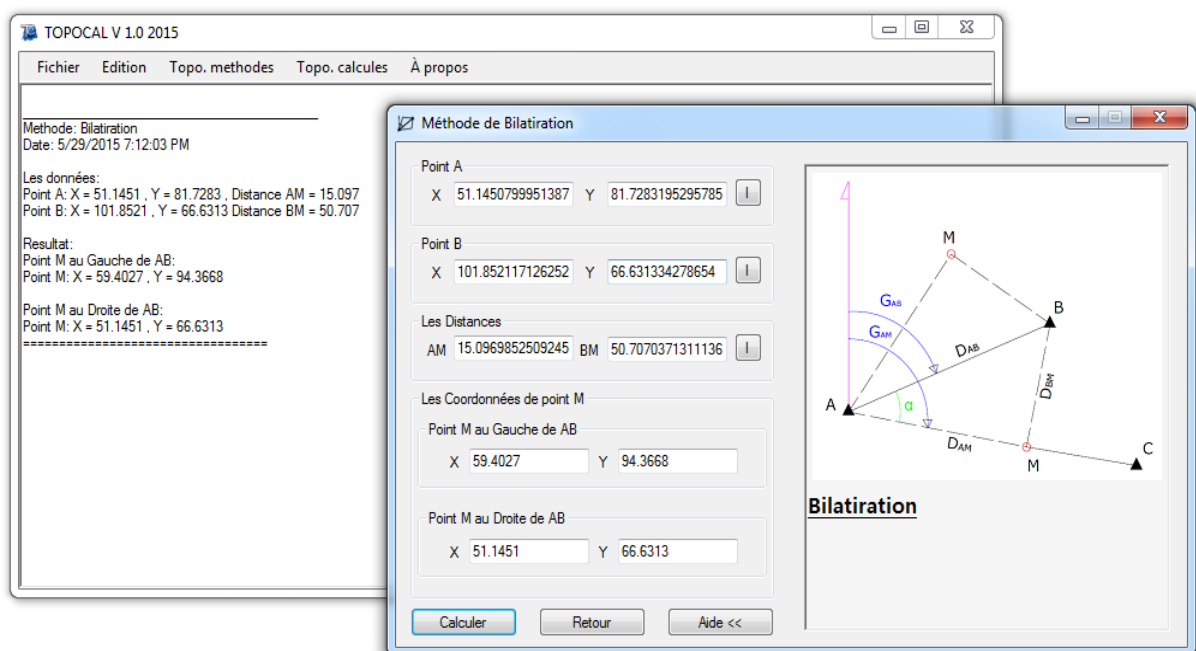


Figure III.37 *Bilatération*

III.2.2.3.6.2 Application sur logiciel

Figure III.38 *Menu de Topo.méthodes - Bilatération*

La fenêtre du "Méthode de Bilatération", Avec résultat de calculer, et le rapport :

Figure III.39 *Exemple de calcul de méthode de Bilatération*

III.2.2.3.7 RABATTEMENT

III.2.2.3.7.1 Méthode de calcul

Cette opération consiste à calculer les coordonnées d'un point nouveau **M** (accessible) à partir d'un point **A** connu (inaccessible), comme (château d'eau - terrasse - antenne ...), afin de le matérialiser au sol. Pour cela il faut :

- Choisir le point **M** de manière à pouvoir viser un point **B** connu en coordonnées.
- Mesurer deux bases **M1 .M2** de façon à former deux triangles **MÂ1** et **MÂ2**.
- Calculer les angles on (**M̂ . 1̂ .2̂**).
- Mesurer la distance **AM**.
- Calculer le gisement **G_{AM}**.
- Calculer l'angle **B̂**.

On a :

$$\frac{AB}{\sin \widehat{AMB}} = \frac{AM}{\sin \widehat{B}} \rightarrow \sin \widehat{B} = \frac{AM \cdot \sin \widehat{AMB}}{AB} \quad (\text{III.103})$$

- Calculer l'angle **MÂB** :

$$\widehat{MAB} = 200 - (\widehat{AMB} + \widehat{B}) \quad (\text{III.104})$$

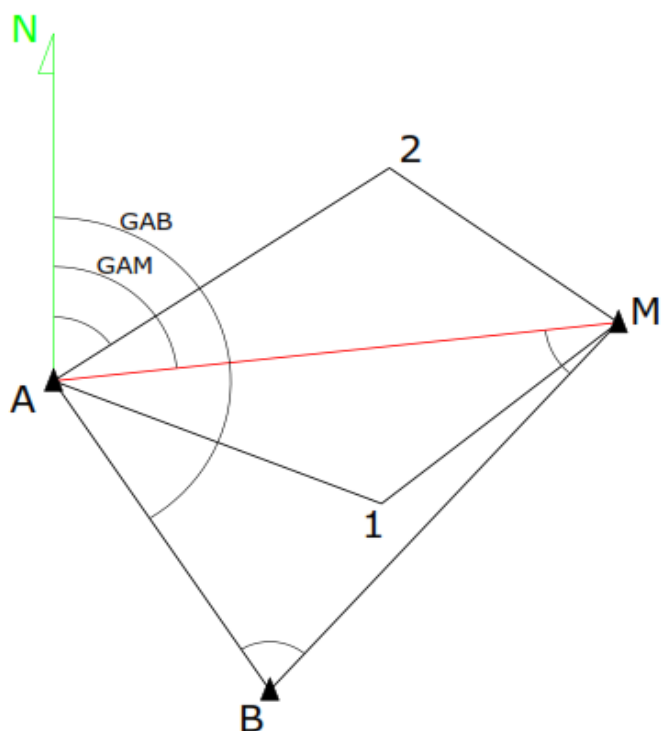
- Calculer le gisement **G_{AM}** :

$$G_{AM} = G_{AB} - \widehat{MAB} \quad (\text{III.105})$$

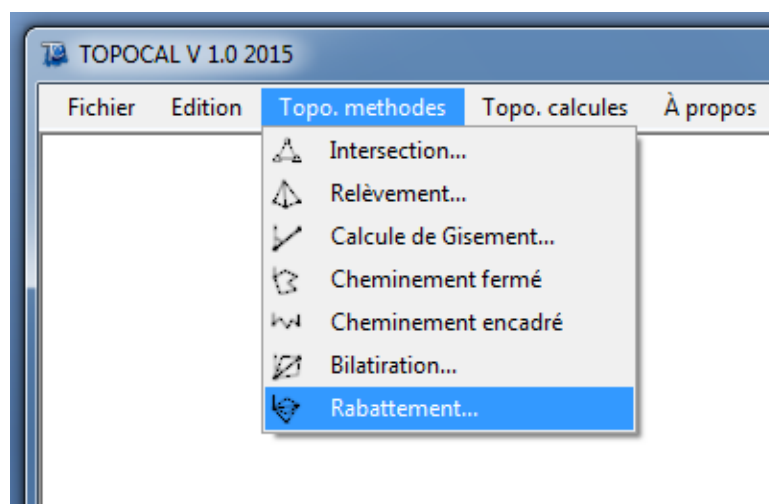
On a donc :

$$X_M = X_A + D_{AM} \cdot \sin G_{AM} \quad (\text{III.106})$$

$$Y_M = Y_A + D_{AM} \cdot \cos G_{AM} \quad (\text{III.107})$$

Figure III.40 *Méthode de Rabattement*

III.2.2.3.7.2 Application sur logiciel

Figure III.41 *Menu de Topo.méthodes - Rabattement*

Étapes de calculs et résultat, comme suite :

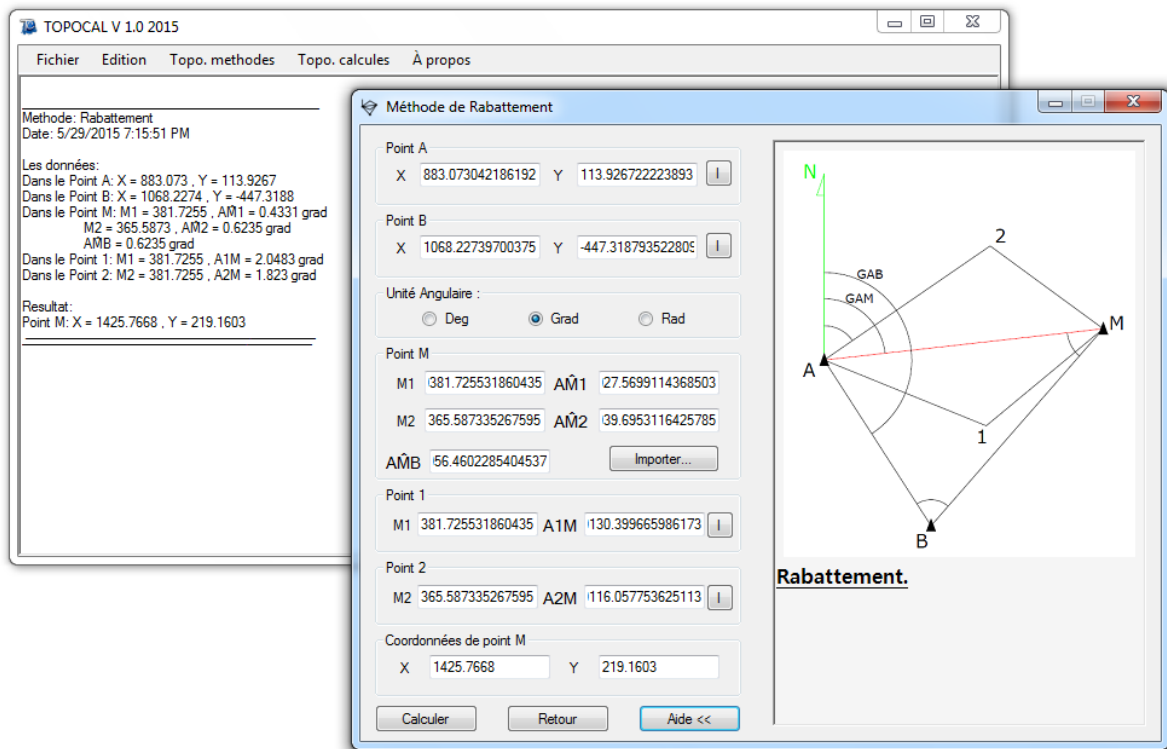


Figure III.42 Exemple de calcul de la méthode de RABATTEMENT

III.2.2.4 Topo.Calculs

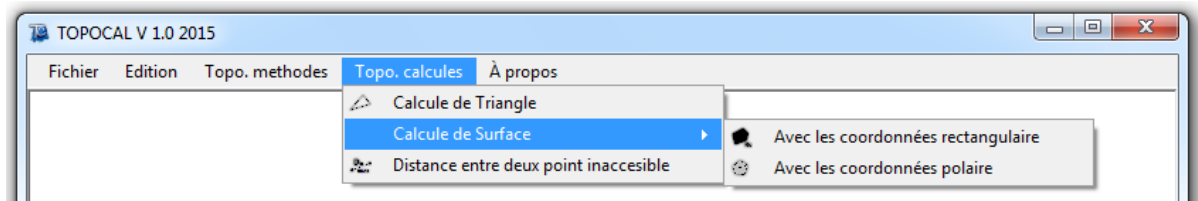


Figure III.43 Menu de Topo.Calculs

III.2.2.4.1 Calcul de triangle

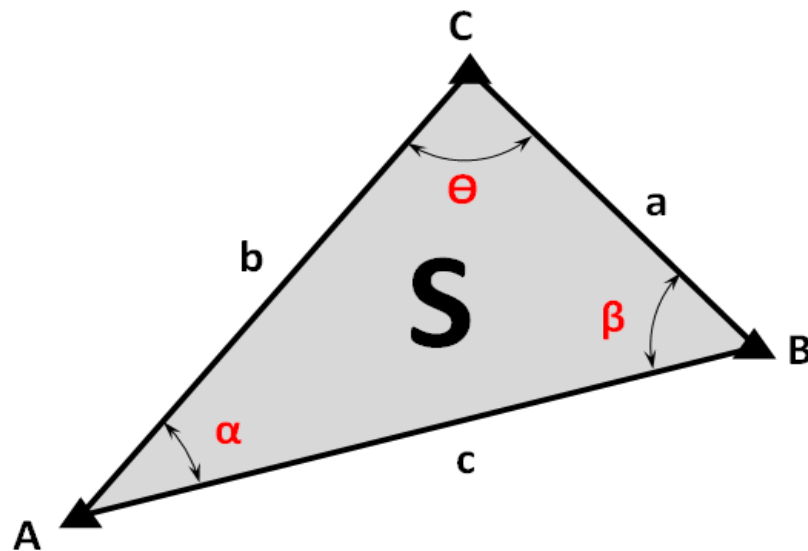
III.2.2.4.1.1 Méthode de calcul

On se basé sur les relations si dessous :

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha \tag{III.108}$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta \tag{III.109}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \theta \tag{III.110}$$

Figure III.44 *Calculs du Triangle*

On a aussi :

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \theta} \quad (\text{III.111})$$

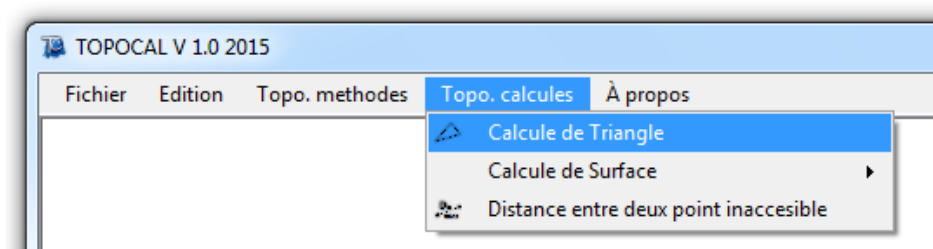
On a pour le calcul de surface pour triangle :

$$S = \frac{1}{2} a \cdot b \sin \theta \quad (\text{III.112})$$

$$S = \frac{1}{2} a \cdot c \sin \beta \quad (\text{III.113})$$

$$S = \frac{1}{2} b \cdot c \sin \alpha \quad (\text{III.114})$$

III.2.2.4.1.2 Application sur logiciel

Figure III.45 *Menu de Topo.Calculs - Calcul de triangle*

Il suffit de remplir les données qu'on a les importer, ainsi le choix d'unité d'angle, après en click sur calculer.

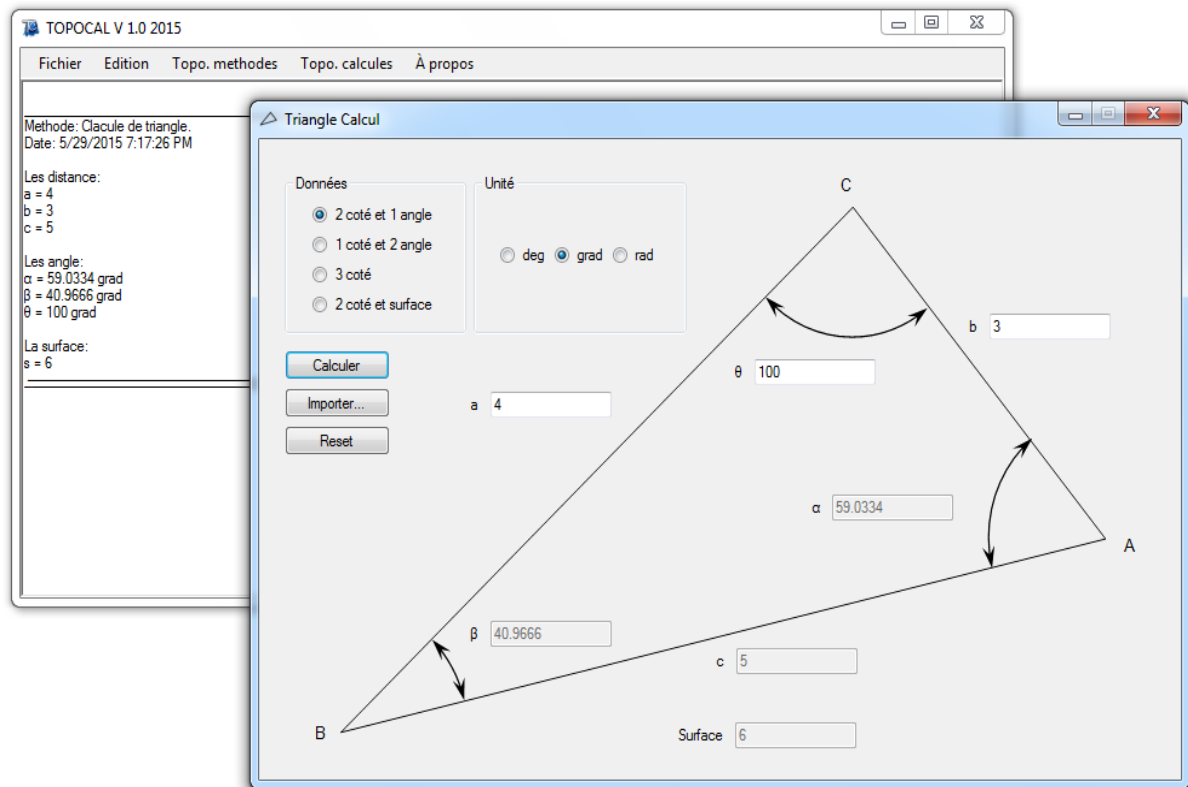


Figure III.46 *Exemple de calcul de Calcul de triangle*

III.2.2.4.2 Calcul des Surfaces

III.2.2.4.2.1 Méthode de calcul

III.2.2.4.2.2 Par les coordonnées rectangulaires

On a les formules suivantes :

$$S = \frac{1}{2} \sum x_i (y_{i-1} + y_{i+1}) \quad (\text{III.115})$$

$$S = \frac{1}{2} \sum y_i (x_{i-1} + x_{i+1}) \quad (\text{III.116})$$

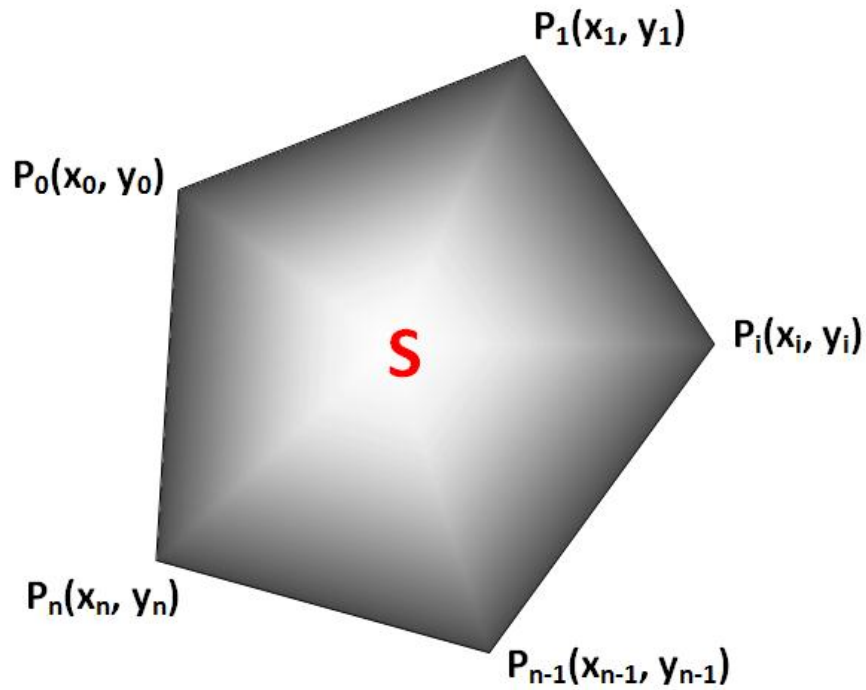


Figure III.47 *Calcul De Surface Par Les Coordonnées Rectangulaire*

III.2.2.4.2.3 Par coordonnées polaire

On a la formule suivante :

$$S = \frac{1}{2} \sum (l_i * l_{i+1} * \sin \alpha_i) \tag{III.117}$$

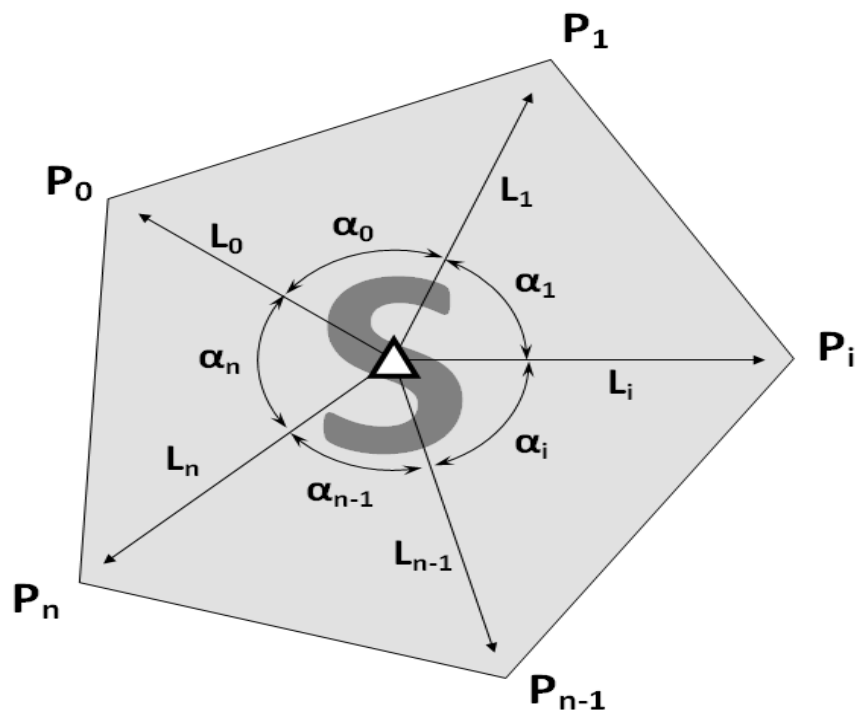
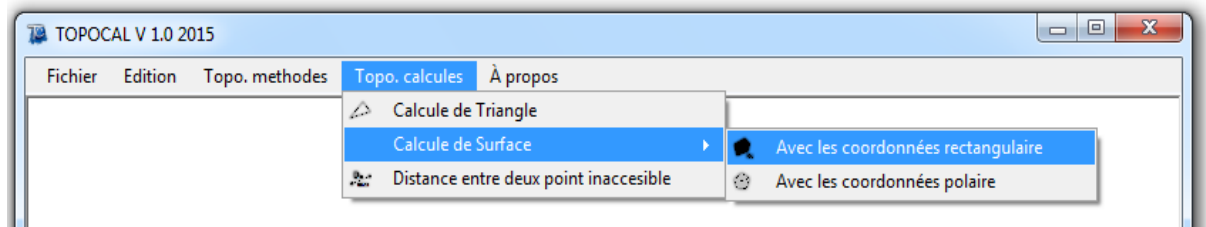


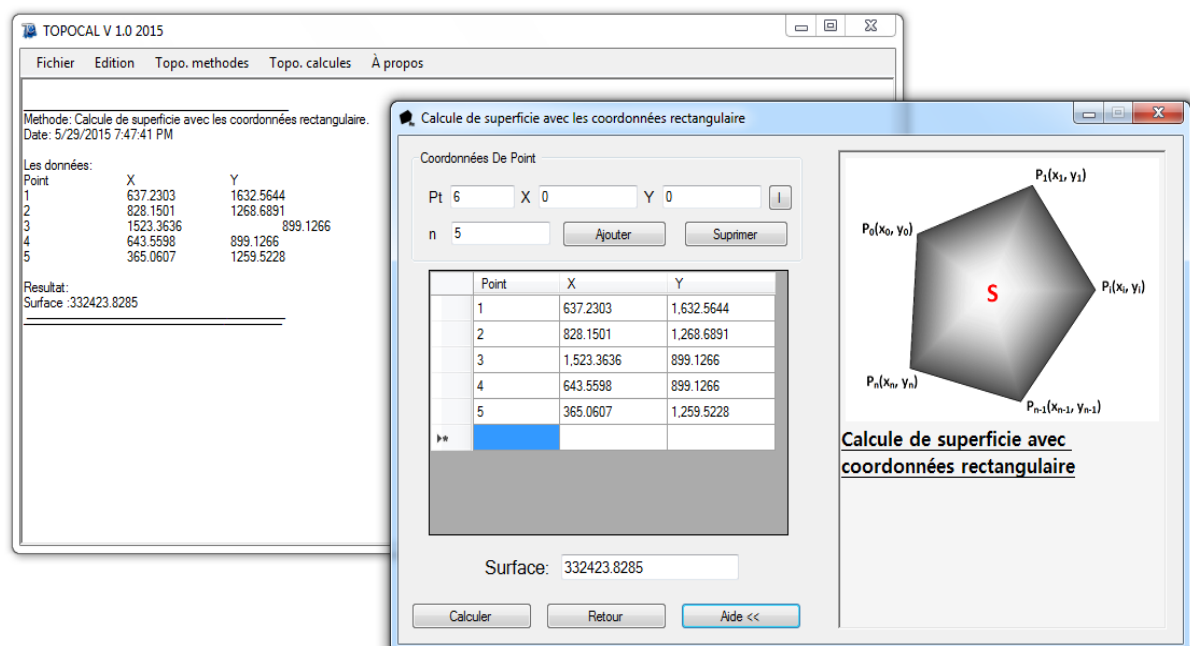
Figure III.48 *Calcul De Surface Par Les Coordonnées polaire*

III.2.2.4.2.4 Application sur logiciel

III.2.2.4.2.5 Par les coordonnées rectangulaires

Figure III.49 *Menu de Topo.Calculs - Calcul des Surfaces (Rectangulaire)*

On fait entrer les coordonnées (X, Y) du point de polygone qu'on veut, pour calculer la surface.

Figure III.50 *Exemple de calcul de Calcul des Surfaces (Rectangulaire)*

III.2.2.4.2.6 Par coordonnées polaire

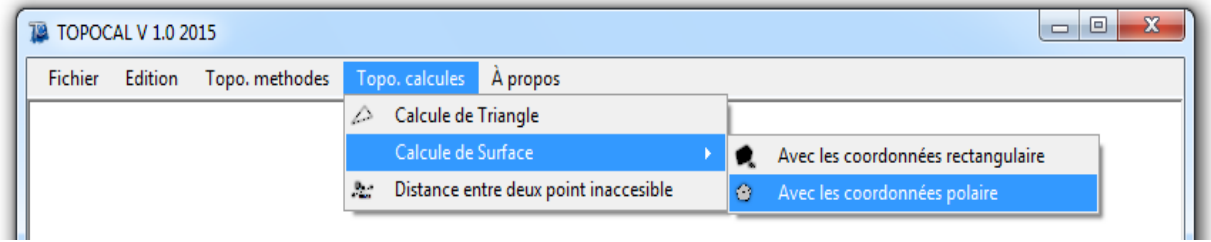


Figure III.51 Menu de Topo.Calculs - Calcule des Surfaces (Polaire)

Comme il est clarifier dans le dessin de help, les données son (l'angle, distance).

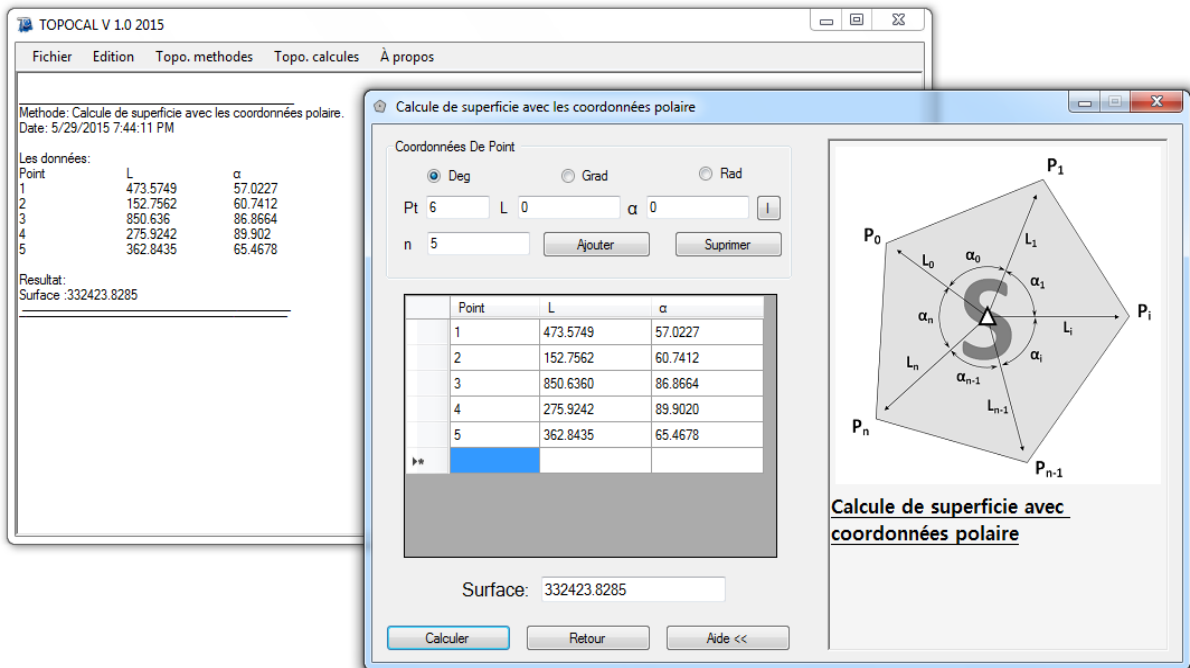


Figure III.52 Exemple de calcul de Calcule des Surfaces (Polaire)

III.2.2.4.3 Distance Entre Deux Point Inaccessible

III.2.2.4.3.1 Méthode de calcul

On a les formules suivant dans le triangle ABC :

$$\hat{C} = 200 - (\alpha + \beta + \theta) \tag{III.118}$$

$$\frac{b}{\sin \hat{C}} = \frac{R}{\sin(\alpha + \beta)} \tag{III.119}$$

$$R = b * \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \hat{C}} \tag{III.120}$$

Dans le triangle ABD :

$$\hat{D} = 200 - (\varphi + \beta + \theta) \tag{III.121}$$

$$\frac{b}{\sin \hat{D}} = \frac{n}{\sin(\varphi + \theta)} \tag{III.122}$$

$$n = b * \frac{\sin(\varphi + \theta)}{\sin \hat{D}} \tag{III.123}$$

Dans le triangle ACD :

$$d = \sqrt{R^2 + n^2 - 2.R.n.\cos \alpha} \tag{III.124}$$

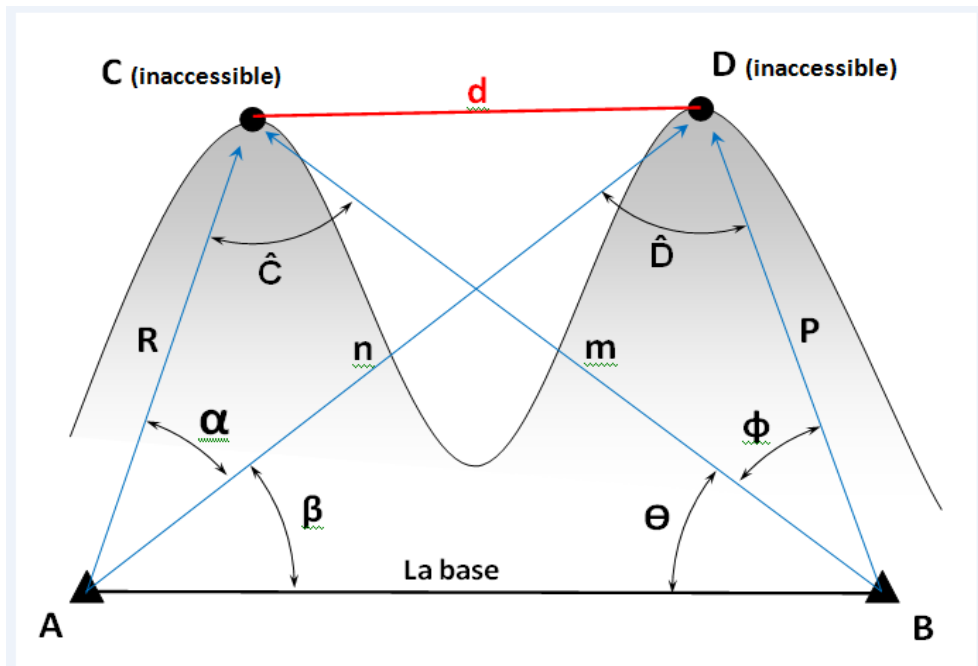


Figure III.53 *Distance Entre deux Point Inaccessible*

III.2.2.4.3.2 Application sur logiciel

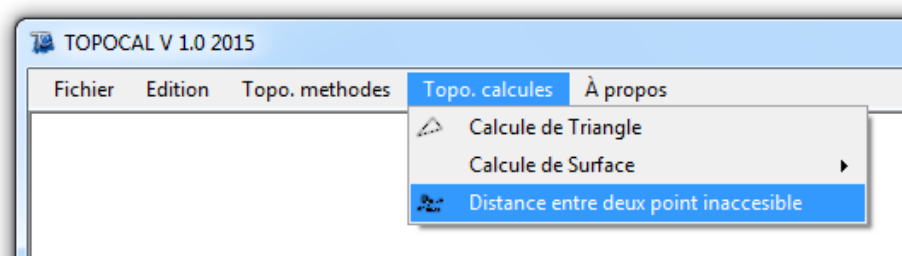


Figure III.54 *Menu de Topo.Calcules - Distance Entre Deux Point Inaccessible*

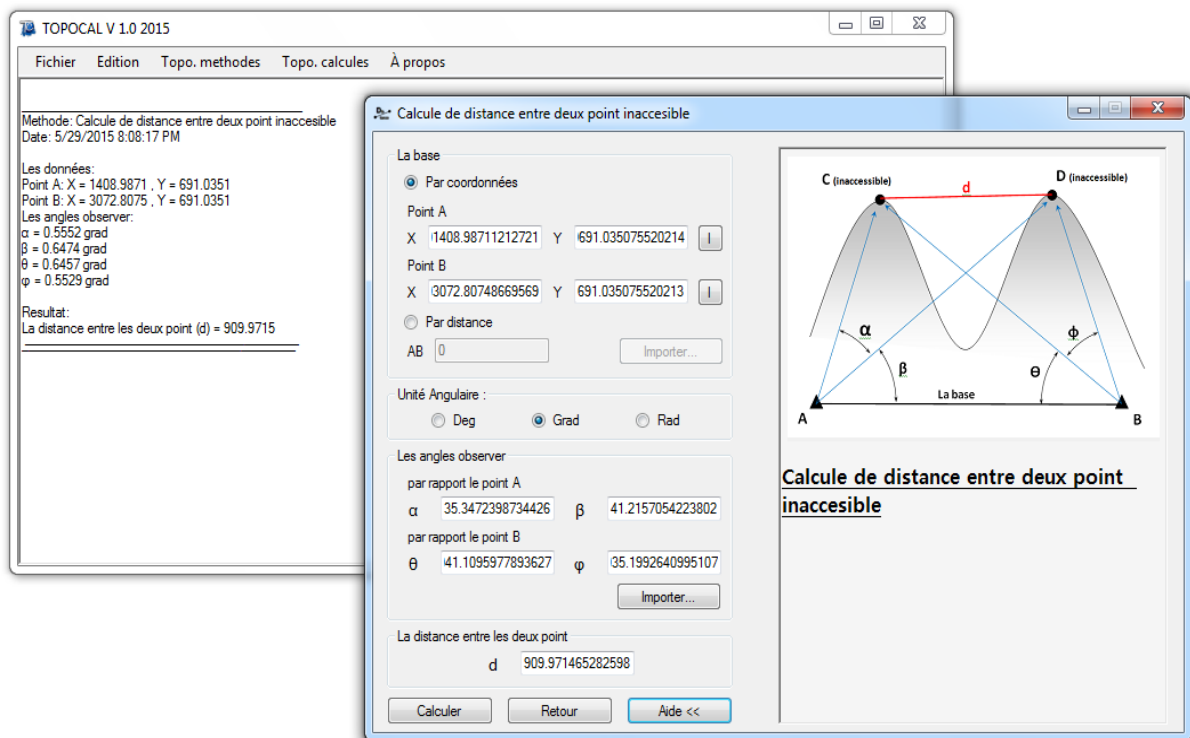


Figure III.55 Exemple de calcul de la Distance Entre Deux Point Inaccessible

III.2.2.5 A propos



Figure III.56 Fenêtre de L'informations sur le logiciel

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Grâce à la réalisation de ce projet, on a pu gérer une série de documents et d'informations qui non seulement décrivent théorique mais qui montrent aussi l'usage dont on fait de ces connaissances ou les documents-là. Ensuite, nous avons obtenu une série de conclusions grâce à le calculs des différentes méthodes de travail employées pour la réalisation du logiciel.

Des différentes méthodes mathématiques et statistiques sont également employées pour mettre en évidence ce logiciel, tels que les types structure d'utilisation. Et la relation avec l'AutoCAD qui nous a apporter de plus, et qu'il ne le retrouve pas dans des autre logiciels.

Concernent l'application du logiciel il faut savoir que celle-ci on a voulait d'avoir une 'interface qui faciliter l'accès aux différents niveaux d'information et la lisibilité de détails, et afin de permettre à l'utilisateur de connaître à tout moment à quel endroit il peut trouver ces information et le résultat voulu. Avec l'édition d'un rapport récapitulatif des mesures et de la géométrie calculée

De plus en réalisant ce produit, on souhaite ou nous aimerions à l'avenir d'améliorer et d'optimiser le logiciel, avec des options qui permet l'ajustement des données par la méthode des (moindre carres).

Aussi pour les prochain travaux c'est de faire de ce logiciel une application (Androïde - IOS - Windows phone) pour les "smartphone et les tablettes", où l'on voit que ça sera une idée importante et utile, surtout dans ce temps en raison particulier de leur importance ou il est largement répandu.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Module n°:01 TOPOGRAPHIE ELEMENTAIRE 01 (INITIATION) / Page 08 / OCTOBRE 2010.
- [2] Module n°11 notion et concepts de la topographie BTP TSCT / Page 11 / Juillet 2005).
- [3] Module n°03 Topographie Elementaire1 Initiation BTP T / Page 09 / Février 2004.
- [4] Cours de Topographie et Topométrie Générale / Chapitre 01:Notions géodésiques de base / page 06.
- [5] LA TELEDETECTION AERO SPATIALE: UNEINTRODUCTION (Claude Kergomard / page 01).
- [6] Topographie, Photogrammétrie par André Caillemer / page 188.
- [7] Topographie PDF Technologies Modernes / page 321.
- [8] Instruction sur le GPS (instruction GPS 140418020218 phpapp02 / page 01)
- [9] Cours de Topographie et de Topométrie Générale / Chapitre 3 / le GPS /Jean Baptiste HENRY / EOST / page 13.
- [10] Module n°03 Topographie Elementaire1 Initiation BTP T / Page 10 / Février 2004.
- [11] Module n°03 Topographie Elementaire1 Initiation BTP T / Page 18 / Février 2004.
- [12] COURS NOTIONS DES TOPOGRAPHIES. / Bedoui / page 07-08 / 2002
- [13] COURS NOTIONS DES TOPOGRAPHIES. / Bedoui / page 08 / 2002
- [14] Module n°11 notion et concepts de la topographie BTP TSCT / Page 84 85 / Juillet 2005).
- [15] COURS NOTIONS DES TOPOGRAPHIES. / Bedoui / page 06 / 2002
- [16]

Autres sources :

- [17] Site Internet "<http://astucestopo.blogspot.com/>", La date le 22/03/2015 - 21 :56.
- [18] ENSG / Les images pour la photogrammétrie / Page Web www.ensg.eu, La date le 05/04/2015 - 15:11.
- [19] Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection. / Page Web (www.aftopo.org), La date le22/03/2015 /16: 39.
- [20] Mosaic 3D cartographie lidar mapping / Page Web (www.mosaic3d.com / qu'est-ce que le lidar), La date le 12/04/2015 /01:45.
- [21] Help de Tiphon (logiciel de photogrammétrie), La date le 25/05/2015 -10:26.