



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila



Matière : Topographie 2

Présenté par : Taleb Hosni Abderrahmane

3 ème année 'LMD' Génie Civil

Année universitaire 2022/2023

Capable de réaliser et contrôler une
implantation d'un ouvrage ou des
parties d'ouvrage sur le terrain

Cours : 1h30
Total : 22H30
15 semaines

Topographie 1

Examen : **100%**
Crédit : **1**
Coefficient : **1**

Compétence visée

Volume Horaire

Connaissances préalables
recommandées

Mode d'évaluation

TOPOGRAPHIE 2



Contenu de la matière

Polygonation

Chapitre : 01

Les levés topographiques

Chapitre : 03

Tachéométrie

Chapitre : 02

Implantation

Chapitre : 04

Généralité

Introduction

On peut dire que la topographie a pour objectifs principaux de permettre l'établissement de cartes et de plans graphiques sur lesquels sont représentées, sous forme symbolique, toutes les informations ayant trait à la topologie du terrain et à ses détails naturels et artificiels. Cette cartographie de données existantes permettra par exemple de s'orienter sur le terrain ou bien d'étudier un projet de construction.

Définitions

Géodésie : la géodésie est la science de base nécessaire à la topographie, qui étudie la forme de la terre elle s'est développée dans deux directions fondamentales, une direction théorique et une direction pratique.

*) **Théorique** : connaissance de la forme et des dimension de la terre , de son champ de pesanteur, et développement des mesures précises dans le domaine spatial (repérage et guidage de satellite).

*) **Pratique** : détermination des points remarquable et matérialiser de façon durable permettant l'établissement de cartes et de plans exacts et fournissant les données géométriques indispensables aux grands travaux de génie civil.

I.1.2. Topométrie : La topométrie (le mots topo = lieu et métrie = mesure) est une techniques qui permet d'obtenir sur le terrain les données nécessaire au calcul des valeurs métriques de tous les éléments d'un plan à grand ou à très grand échelle (cas de levée détails). Il faut noter que la topométrie serte les domaines suivants : (Topométrie de construction, routière , cadastrale, Topométrie souterraine, hydrographique, industrielle.

I.1.3. Topographie : le mot topo graphie vient du grec (topo = le lieu et graphie= décrire), est celle qui donne les moyens de représentation graphique ou numérique d'une surface terrestre. La topographie asservie (attaché) de sciences fondamentales telles les mathématiques et la physique est (strictement) liée à la géodésie, la cartographie, la photogrammétrie et de puis peu à l'informatique et à l'électronique.

Elle a pour but la représentation plane à une échelle donnée d'une certaine étendue de terrain comportant des détails sur un plan ou sur une carte

Chapitre: 01 Généralité



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. Ci-après, est donnée une classification des cartes en fonction de leur échelle et de leur finalité



Petit extrait d'une carte topographique au 1/25000.

La géodésie qui étudie les formes de la terre et permet de déterminer les coordonnées géographiques ou rectangulaires d'un certain nombre de points servant de canevas pour les levés topographiques.

La topographie qui utilise les méthodes graphiques de lever ou de report des plans.

La topométrie qui groupe l'ensemble des mesures et des calculs propres à l'établissement des plans. La topométrie est une partie de la topographie.

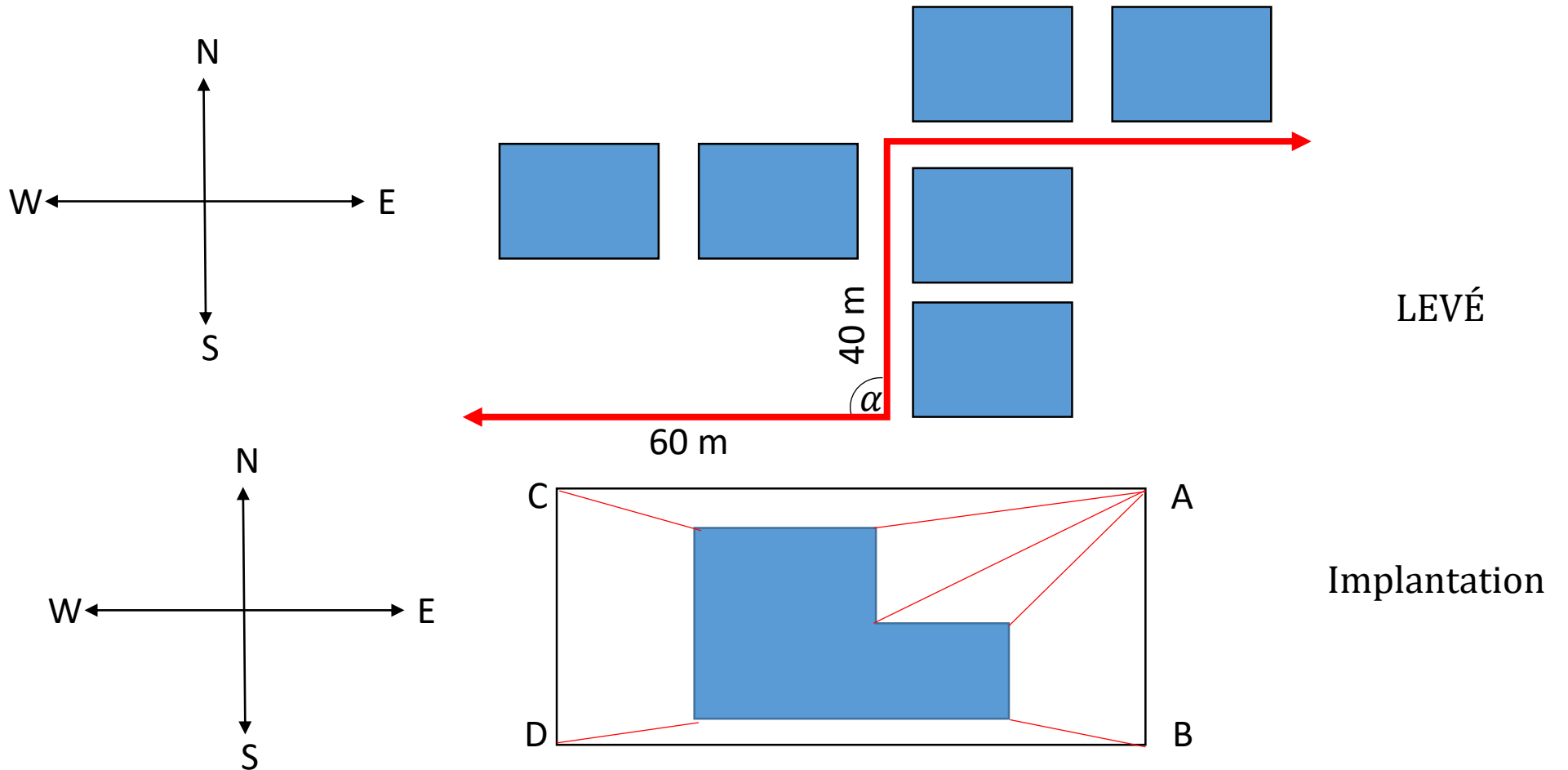
Les levés topographiques qui permettent l'établissement de plans utilisés par la suite par les Ingénieurs des travaux publics de l'Etat. Ces plans se présenteront sous la forme d'avant projet, de plan de masse et de plan de détail.

Les implantations Les projets d'aménagement établis généralement a partir de données topographiques, qui doivent être réalisées sur terrain. Pour ce faire, le topographe implante autrement dit met en place sur le terrain, les éléments planimétriques et altimétriques nécessaires a cette réalisation.

POLYGONATION

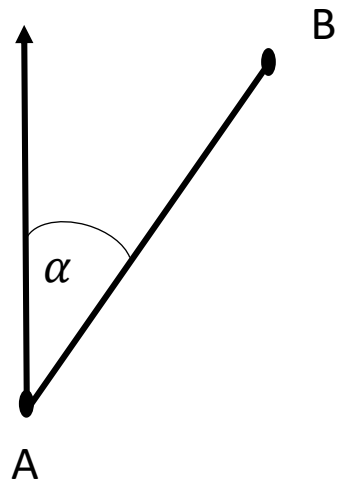
Définition :

Polygone: plusieurs cotes. C'est un ensemble de lignes connectées en zigzag qui entoure ou pénètre dans la zone à soulever.

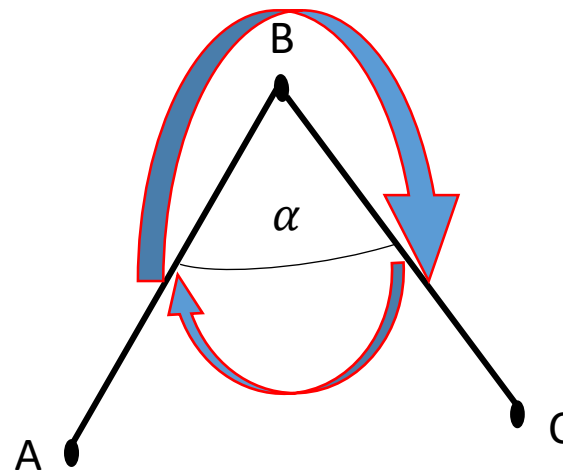


Polygone = Angle + Distance

Angle de position



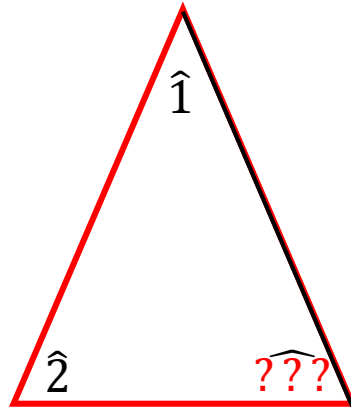
Angle de connecte



Importance des Polygonation

- Accès à une bonne précision dans les travaux
- La disponibilité des conditions nous permet de détecter les erreurs
- Accès aux coordonnées précisés des points de contrôle.

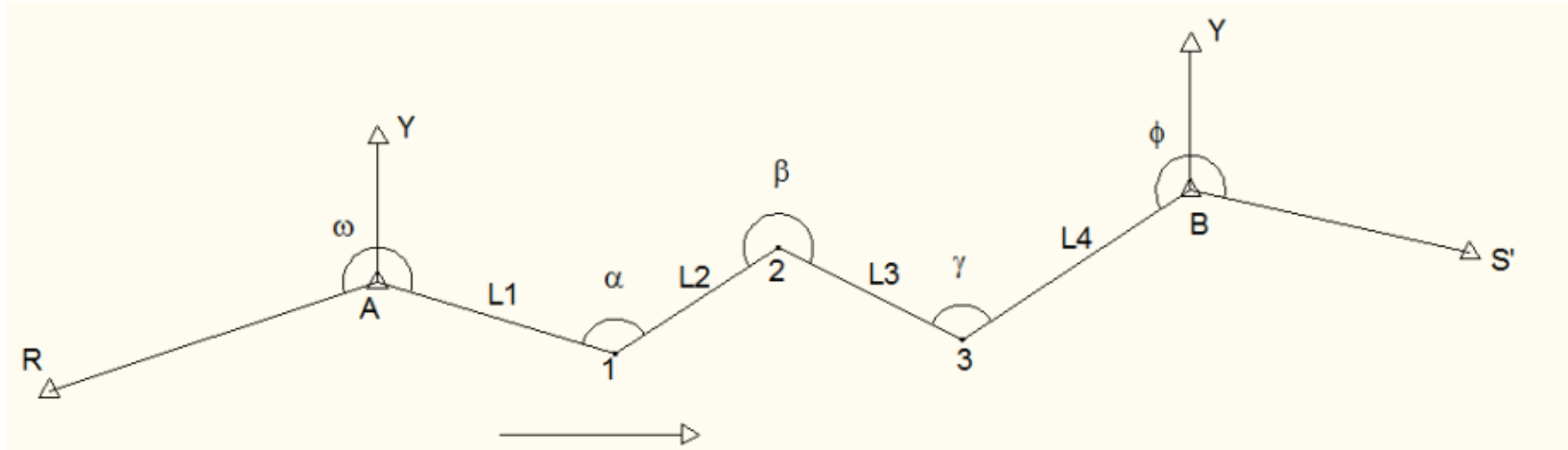
Exemple



$$180^\circ = \hat{3} + \hat{2} + \hat{1}$$

Chapitre: 01 Polygonation

On appelle polygonation, l'ensemble des polygones formés par les cheminement topographiques reliant les points de triangulation entre eux ou reliant les cheminements.



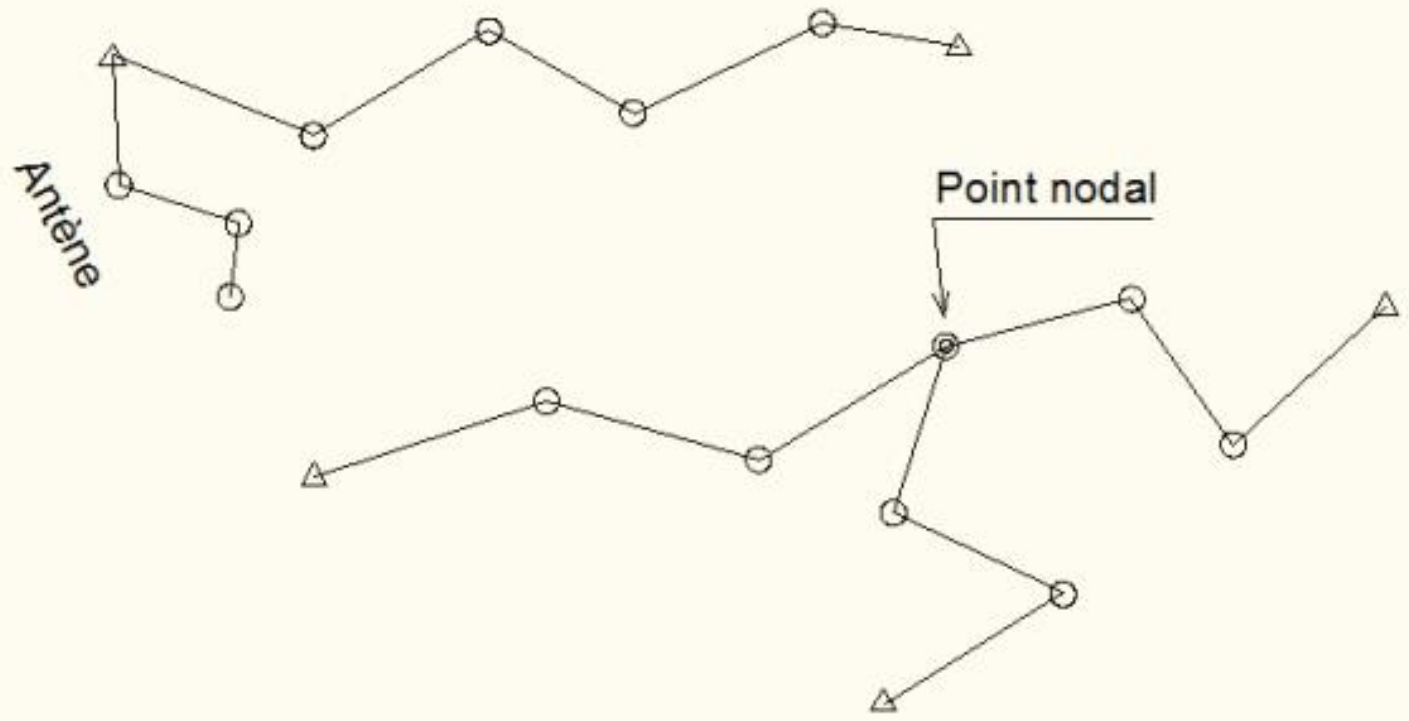
Sur la figure les points de triangulation A et B reliés par un cheminement dont on a mesuré les angles topographique α , β , γ et les longueurs $L1$, $L2$, $L3$ et $L4$.

Cheminement: c'est une succession de rayonnements entre deux points aux coordonnées connues.

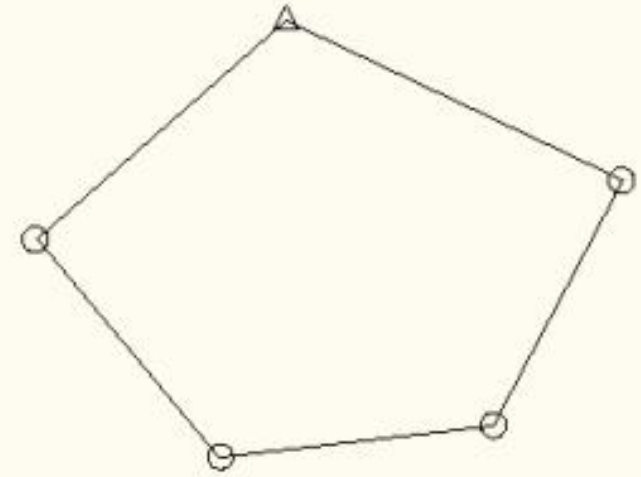
Forme de cheminement

- a) **Cheminement tendu (ou encadré)** : C'est une ligne polygonale qui relie deux points connus en coordonnées, c'est la **meilleure** forme de cheminement
- b) **Cheminement fermé** : C'est une ligne polygonale qui se boucle sur elle-même. Il doit être utilisé lorsque la surface à lever est peu étendue
- c) **Antenne** : C'est une ligne polygonale qui se referme pas sur un point connu. Procédé à éviter, ou à observer aller et retour.
- d) **Point nodal** : C'est le point de convergence de plusieurs cheminement encadrés.

Cheminement encadré



Cheminement fermé



pour déterminer la surface d'un polygone fermé il faut connaître les coordonnées (**cartésiennes, polaires**) ou les distances et les gisements de ce polygone. Donc nous allons commencer pour calculer les angles « **Gisement** ».

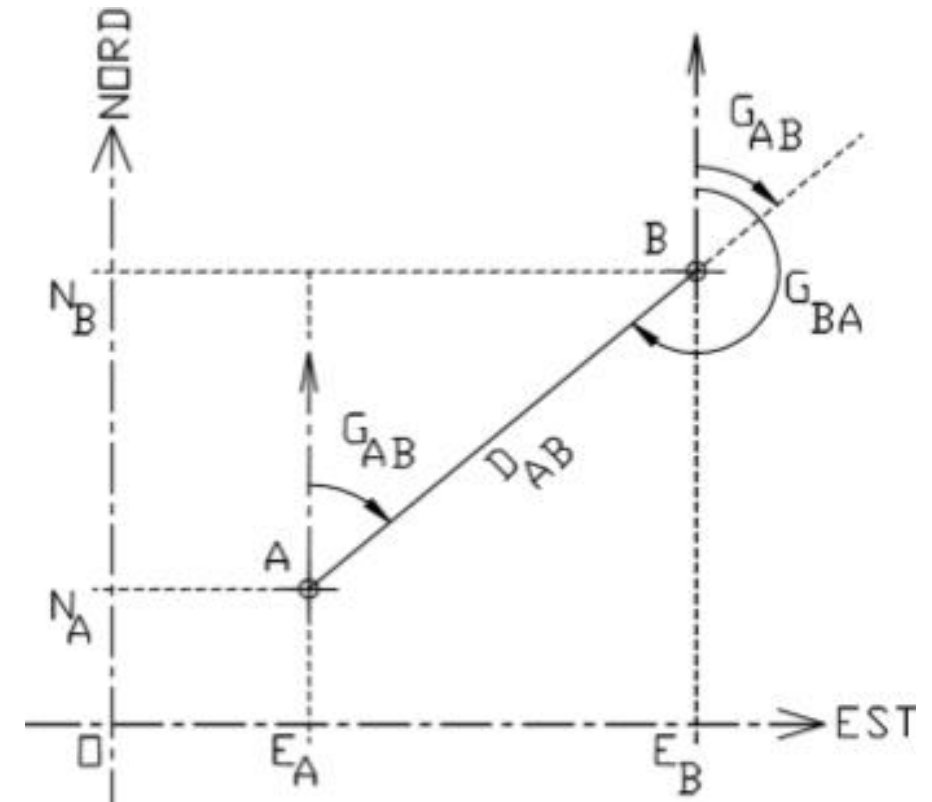
Définition :

Le **Gisement d'une direction AB** est l'**angle horizontal** mesuré **positivement** dans le **sens** horaire entre l'axe des **ordonnées** du système de projection utilisé et cette direction AB. On le note G_{AB} .

Mathématiquement, c'est l'angle **positif** en sens horaire entre l'axe des **ordonnées** du repère et la droite (AB). Un gisement est toujours compris entre **0 et 400 grades**.

G_{AB} est l'angle entre le Nord (ordonnées) et la direction AB.

G_{BA} est l'angle entre le Nord (ordonnées) et la direction BA.



La relation qui lie G_{AB} et G_{BA} est :

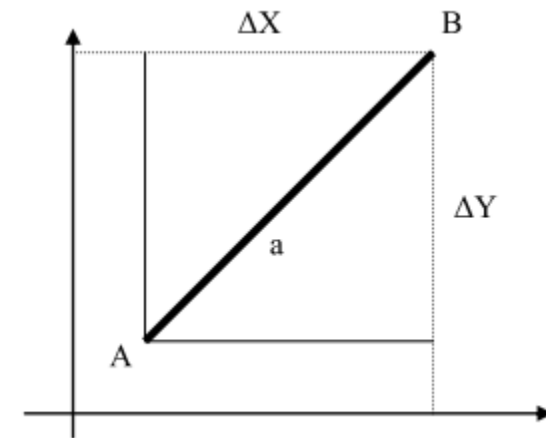
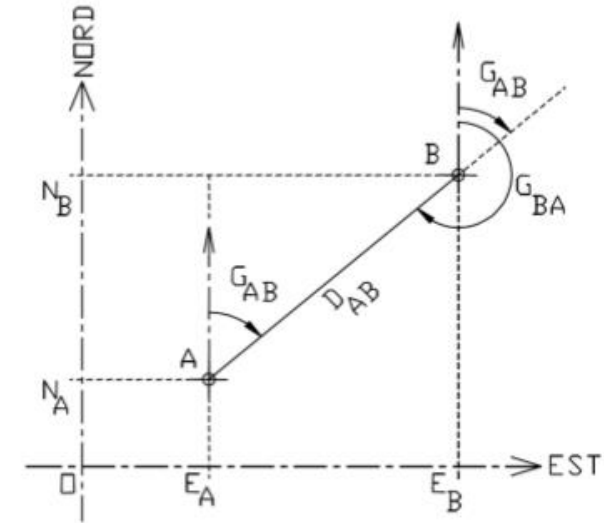
$$G_{BA} = G_{AB} + 200$$

1. Calcul d'un gisement à partir de coordonnées cartésiennes

Considérons les coordonnées de deux points $A(X_A, Y_A)$ et $B(X_B, Y_B)$ (figures suivantes).

La distance D_{AB} se calcul comme suit:

$$D_{AB} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$



Application

Calculez le gisement de la direction AB suivante:

Solution

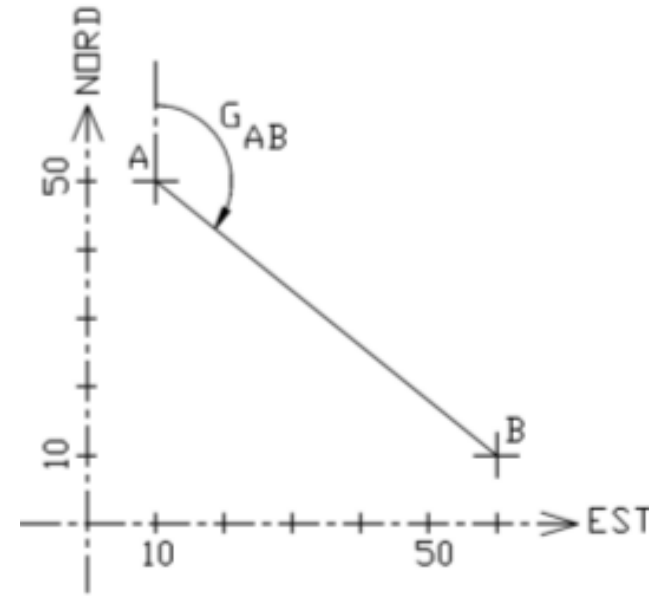
Les coordonnées A(10 ; 50) et B (60 ; 10)

$$\Delta X = X_B - X_A = 60 - 10 = +50$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A = 10 - 50 = -40$$

$$G_{AB} = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{50}{-40} \right) = -57.045 \text{ gr}$$

En observant le schéma des points A et B dans la figure 2, on s'aperçoit de l'incohérence de ce résultat. L'angle donné n'est visiblement pas **égal à -57,045 gr.**

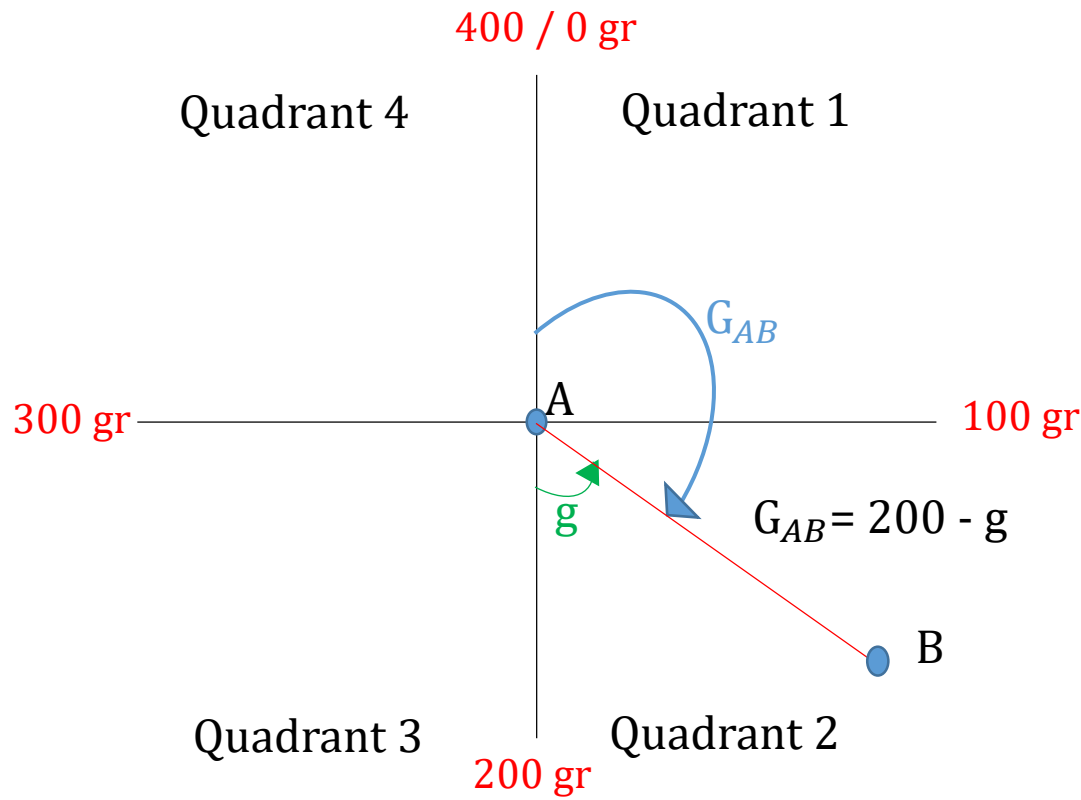


En fait, la calculatrice donne la valeur de l'angle auxiliaire g (figures). Pour obtenir G_{AB} , il faut donc tenir compte de la position du point B par rapport au point A ; on parle de quadrants:

* **Quadrant 2** : B est à l'est et au sud de A

$(\Delta X > 0)$ et $(\Delta Y < 0)$

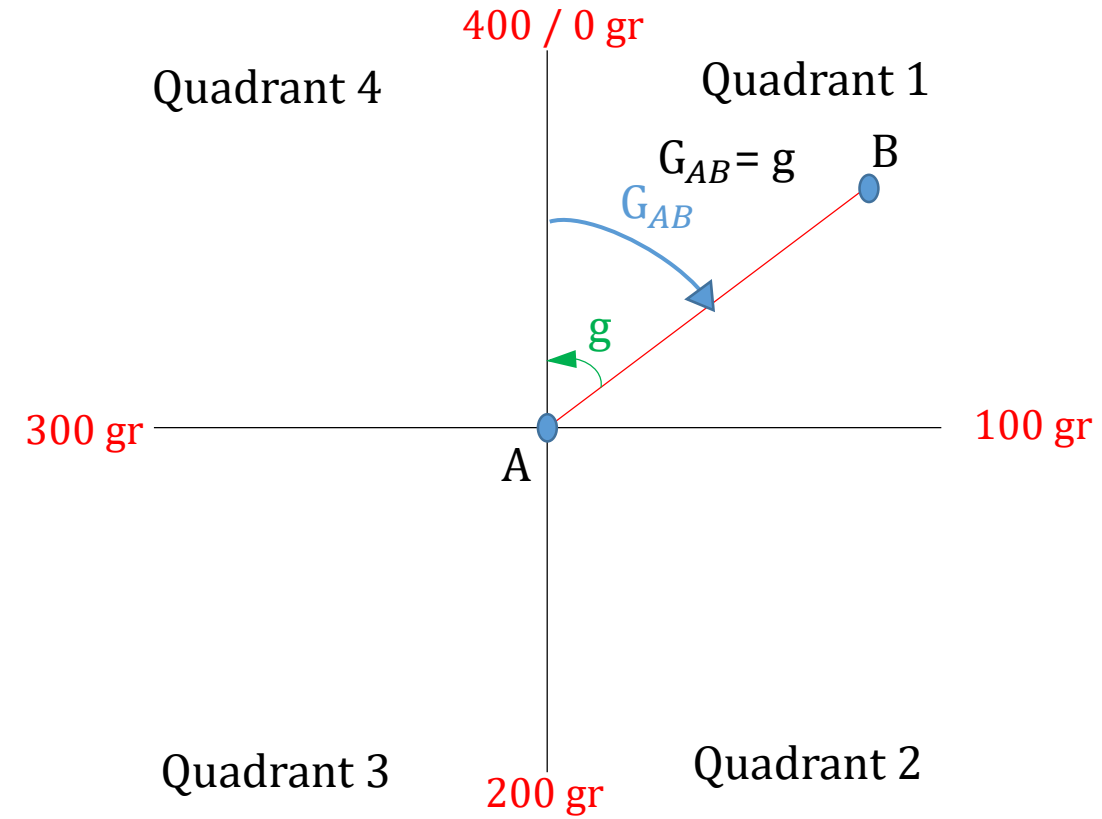
$$G_{AB} = 200 - g$$



* **Quadrant 1** : B est à l'est et au nord de A

$(\Delta X > 0)$ et $(\Delta Y > 0)$

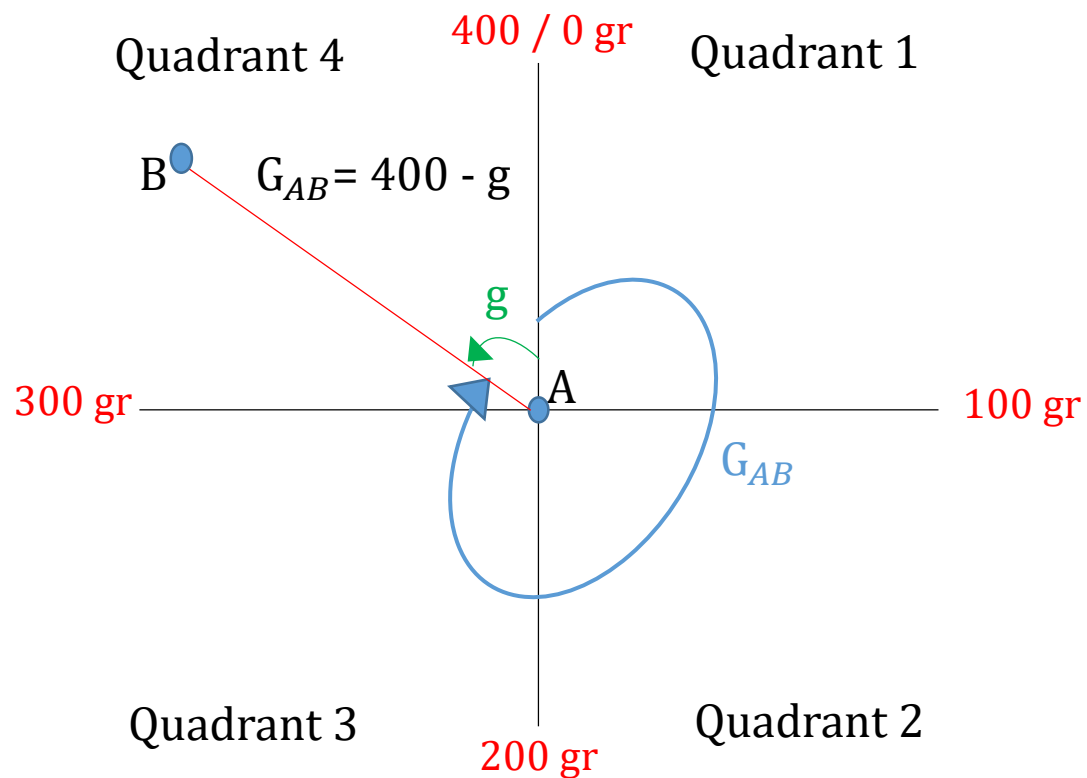
$$G_{AB} = g$$



* **Quadrant 4** : B est à l'Ouest et au Nord de A

$(\Delta X < 0)$ et $(\Delta Y > 0)$

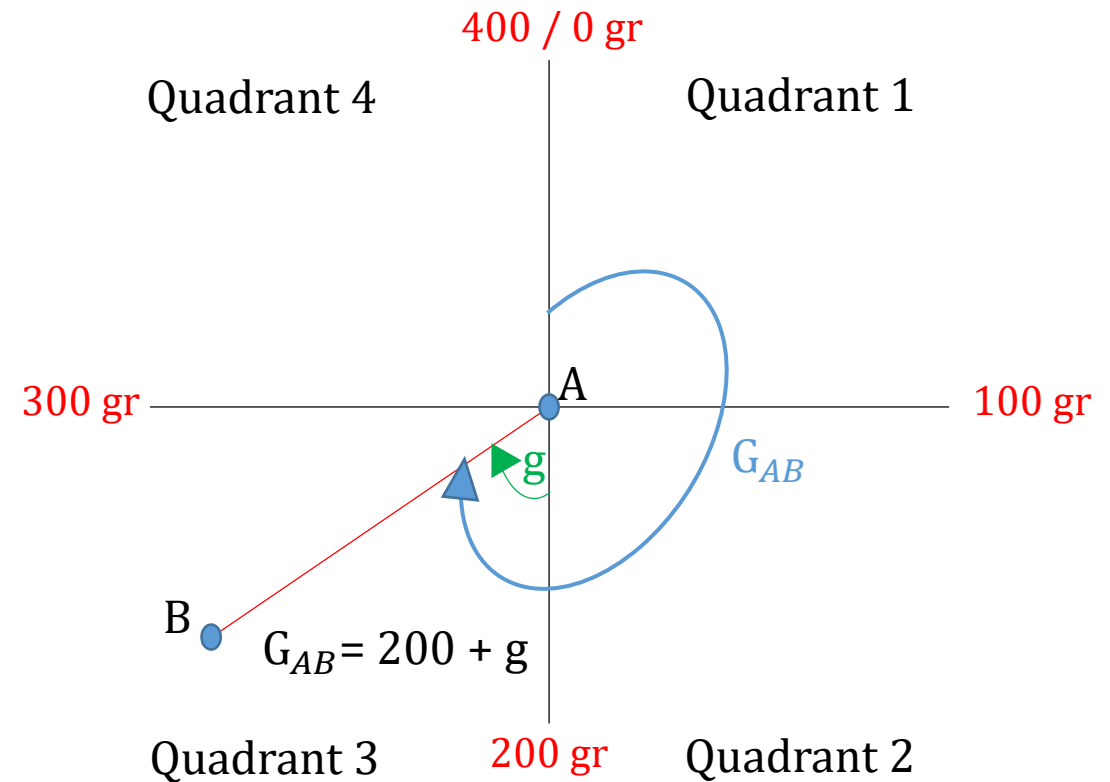
$$G_{AB} = 400 - g$$



* **Quadrant 3** : B est à l'Ouest et au Sud de A

$(\Delta X < 0)$ et $(\Delta Y < 0)$

$$G_{AB} = 200 + g$$



La relation suivante permet de calculer l'angle auxiliaire g

$$tg \ g = \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = \left| \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} \right|$$

qui est un **angle inférieur** à 100 grades que forme la **direction AB** avec l'**axe de Y**

Résumé: les quatre cas comme suit

- la direction AB est située dans le 1^{er} quadrant,

$$G_{AB} = g$$

- la direction AB est située dans le 2^{eme} quadrant,

$$G_{AB} = 200 - g$$

- la direction AB est située dans le 3^{eme} quadrant,

$$G_{AB} = 200 + g$$

- la direction AB est située dans le 4^{eme} quadrant,

$$G_{AB} = 400 - g$$

2. Calcul de coordonnées cartésiennes à partir d'un gisement

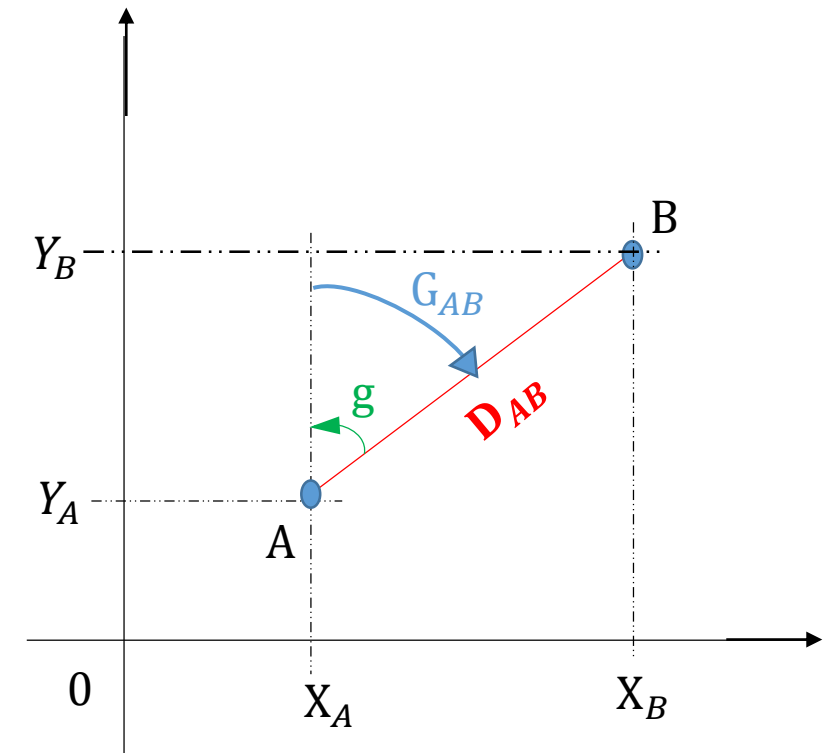
Connaissant le point de station A (X_A, Y_A), et cherchant les coordonnées d'un point B visible depuis A.

On dit que le point B est rayonné depuis A si l'on peut mesurer la distance horizontale D_{AB} et le gisement G_{AB} .

Quel que soit le quadrant, on peut alors calculer les coordonnées du point B par les formules suivantes :

$$X_B = X_A + D_{AB} \cdot \sin G_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + D_{AB} \cdot \cos G_{AB}$$



Calcul de coordonnées

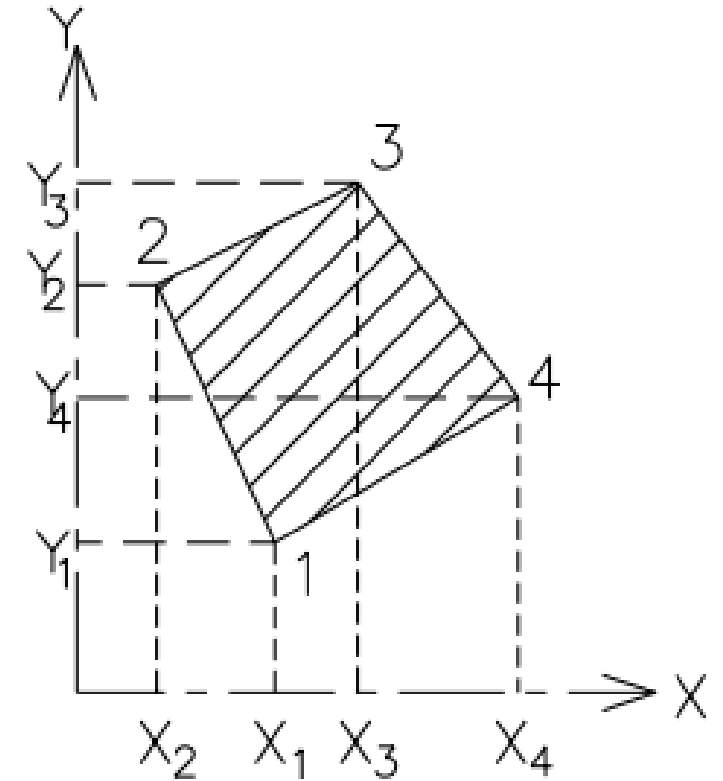
Surface d'un polygone quelconque

Les sommets sont connus en coordonnées **cartésiennes X,Y**

Soit un polygone de **n** sommets dont chacun est connu par ses coordonnées rectangulaires $(X_i ; Y_i)$. La figure suivante. présente un exemple avec **n = 4**. La surface de ce polygone s'exprime de deux manières équivalentes :

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} X_i (Y_{i-1} - Y_{i+1})$$

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$$



Surface en cartésien

Application

Le polygone suivant est défini par les coordonnées locales de ses sommets exprimées en mètre dans le tableau suivant. Calculez sa superficie au centimètre carré près.

Point	A	B	C	D	E
X_i (m)	120,41	341,16	718,59	821,74	297,61
Y_i (m)	667,46	819,74	665,49	401,60	384,13

Résultats

Point	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$Y_{i-1} - Y_{i+1}$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$	$Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$
A	-43,55	-435,61	-52451,8001	-29067,8830
B	-598,18	1,97	672,0852	-490352,0732
C	-480,58	418,14	300471,2226	-319821,1842
D	420,98	281,36	231204,7664	169065,5680
E	701,33	-265,86	-79122,5946	269401,8929
Totaux			400773,6795	-400773,6795

Surface totale : $200386,8398 \text{ m}^2$

Le double calcul de S par deux méthodes est une excellente vérification des calculs.

CALCUL D'UN CHEMINEMENT FERMÉ

Les étapes de calcul se résument comment suit:

1. Détermination du gisement de départ

G_{AB}

2. Somme théorique des angles topographique

Somme théorique des angles topographiques

Angles mesurés intérieurs au cheminement

$$\sum B_i = (n - 2) 200 \text{ gr}$$

Angles mesurés extérieurs au cheminement

$$\sum B_i = (n + 2) 200 \text{ gr}$$

3. Somme Pratique des angles topographiques

$$\sum B_{i \text{ pratique}} = B_i + B_{i+1} + \dots + B_n$$

4. Fermeture angulaire (f_a)

$$f_a = \sum B_{i \text{ pratique}} - \sum B_{i \text{ théorique}}$$

5. Tolérance de fermeture angulaire (T_α)

T_α : Est la valeur maximale que la fermeture angulaire ne doit pas dépasser dans ce cas les mesures sont acceptables dans le cas contraire il faut refaire les observations angulaire sur le terrain ainsi il faut que

$$f_a \leq T_\alpha$$

La tolérance de fermeture angulaire est donnée par la formule suivante:

$$T_\alpha = 2.7 \times \sigma_\alpha \times \sqrt{n}$$

σ_α : Décision de la mesure de l'angle

n : Nombre de côtés

2.7 : Coefficient constant

6. Compensation angulaire

$$C_a \leq \frac{-f_a}{n}$$

C_a : Compensation angulaire

n : Nombre de côtés

f_a : Fermeture angulaire.

Compensation (C_a) est toujours désigné contraire à celui de f_a

Compensation angulaire pour chaque angle

$$B_{i \text{ compen }} = B_i + \left(\frac{-f_a}{n}\right)$$

7. Compensation des gisements

$$G_{n-1} = G_n \pm B_i \text{ compensé} \pm 200$$

G_n : Angle topographique mesurer

On ajoute 200 gr si n est pair

On retranche 200 gr si n impair

On ajoute B_i compensé à la quantité G_n si l'angle topographique mesuré sur le terrain est extérieur cheminement et on retranchant retranche à la quantité G_n si l'angle topographique mesuré est intérieur ou cheminement

8. Coordonnées relative

$$\Delta X = D \times \sin G_{\text{compensé}}$$

$$\Delta Y = D \times \cos G_{\text{compensé}}$$

D : Distance horizontale mesurée entre deux points

$G_{\text{compensé}}$: Gisement compensé de la direction formée par ces deux points.

9. L'écart de fermeture planimétrique f_x et f_y

$$F = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

f_x : L'écart de fermeture planimétrique en abscisse
 f_y : Écart de fermeture planimétrique en ordonnée
 F : Composition quadratique de f_x et f_y

$$f_x = \sum \Delta X = \Delta X_{A-1} + \Delta X_{A-2} + \dots + \Delta X_{A-n}$$

$$f_y = \sum \Delta Y = \Delta Y_{A-1} + \Delta Y_{A-2} + \dots + \Delta Y_{A-n}$$

10. Tolérance planimétrie

Pour plus précision du cheminement fermé on calcule la tolérance.

$\sum D_i$: Longueur totale de cheminement

2000: Coefficient constant

$$T = \frac{\sum D_i}{2000}$$

Pour s'assurer de l'exactitude des mesures sur le terrain et des calculs il faut

$$F \leq T$$

$$\sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq \frac{\sum D_i}{2000}$$

11. Ajustement planimétrie

* Ajustement planimétrique en abscisse

Pour chaque point

$$C_{xi} = -f_x * \frac{D_{A-i}}{L}$$

L : Longueur totale du cheminement

D_{A-i} : Longueur de chaque côté

Après le calcul des C_{xi} on compense les coordonnées relatives en abscisse, ce qui donne

$$\Delta X_{A-i \text{ compensé}} = \Delta X_{A-i} + \left(-f_x * \frac{D_{A-i}}{L} \right)$$

$$\Delta X_{n-i \text{ compensé}} = \Delta X_{n-i} + \left(-f_x * \frac{D_{n-i}}{L} \right)$$

* Ajustement planimétrique en ordonnée

Pour chaque point

$$C_{yi} = -f_y * \frac{D_{A-i}}{L}$$

L : Longueur totale du cheminement

D_{A-i} : Longueur de chaque côté

Après le calcul des C_y on compense les coordonnées relatives en ordonnée, ce qui donne

$$\Delta Y_{A-i \text{ compensé}} = \Delta Y_{A-i} + \left(-f_y * \frac{D_{A-i}}{L} \right)$$

$$\Delta Y_{n-i \text{ compensé}} = \Delta Y_{n-i} + \left(-f_y * \frac{D_{n-i}}{L} \right)$$

12. Coordonnées définitives

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X_{n \text{ compensé}}$$

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y_{n \text{ compensé}}$$

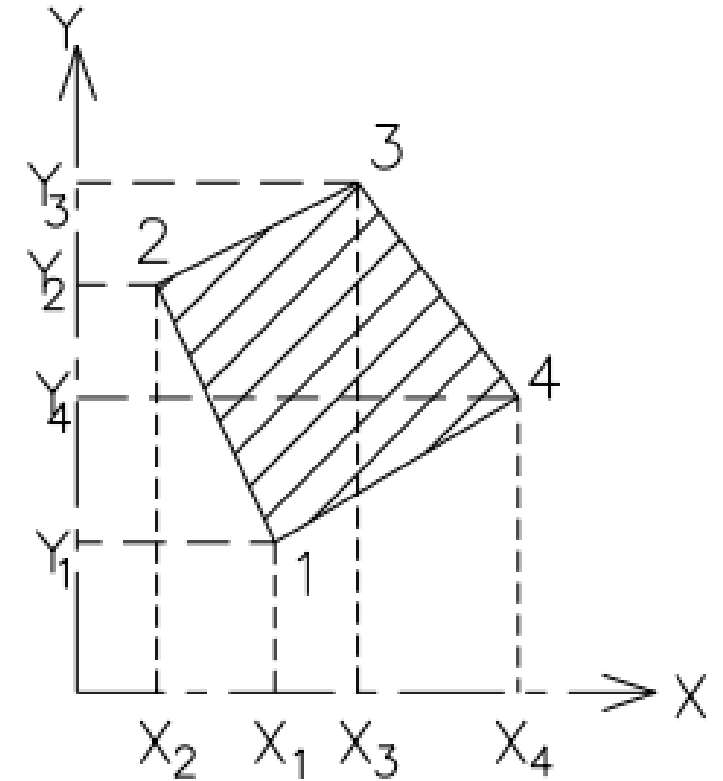
Surface d'un polygone quelconque

Les sommets sont connus en coordonnées **cartésiennes X,Y**

Soit un polygone de **n** sommets dont chacun est connu par ses coordonnées rectangulaires $(X_i ; Y_i)$. La figure suivante. présente un exemple avec **n = 4**. La surface de ce polygone s'exprime de deux manières équivalentes :

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} X_i (Y_{i-1} - Y_{i+1})$$

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$$



Surface en cartésien

Application

Le polygone suivant est défini par les coordonnées locales de ses sommets exprimées en mètre dans le tableau suivant. Calculez sa superficie au centimètre carré près.

Point	A	B	C	D	E
X_i (m)	120,41	341,16	718,59	821,74	297,61
Y_i (m)	667,46	819,74	665,49	401,60	384,13

Résultats

Point	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$Y_{i-1} - Y_{i+1}$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$	$Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$
A	-43,55	-435,61	-52451,8001	-29067,8830
B	-598,18	1,97	672,0852	-490352,0732
C	-480,58	418,14	300471,2226	-319821,1842
D	420,98	281,36	231204,7664	169065,5680
E	701,33	-265,86	-79122,5946	269401,8929
Totaux			400773,6795	-400773,6795

Surface totale : $200386,8398 \text{ m}^2$

Le double calcul de S par deux méthodes est une excellente vérification des calculs.

Merci de votre attention