

1 GENERALITES

1.1 OBJET DU DOCUMENT

Rassembler un ensemble documentaire sur les sujets :

- Compas magnétique de relèvement

1.2 ABREVIATION

- néant

2 MAUVAIS CALLAGE DU NORD

On peut supposer que quand le compas indique zéro, en fait, il n'indique pas le nord magnétique parce qu'il y a un petit décalage angulaire dans le compas. Ce décalage va se retrouver dans toutes les mesures. Il s'agit d'une erreur constante qu'il est facile de corriger... quand on la connaît.

Notre méthode d'étalonnage permet de déterminer cette erreur statique.

3 EFFET DE L'EXENTRICITE

3.1 MODELISATION SIMPLE

On suppose que la rose des vents d'un compas ne tourne pas sur un axe vertical qui passe par le centre du cercle des graduations mais sur un axe légèrement décalé. Ca tourne donc en *patatoïde*.

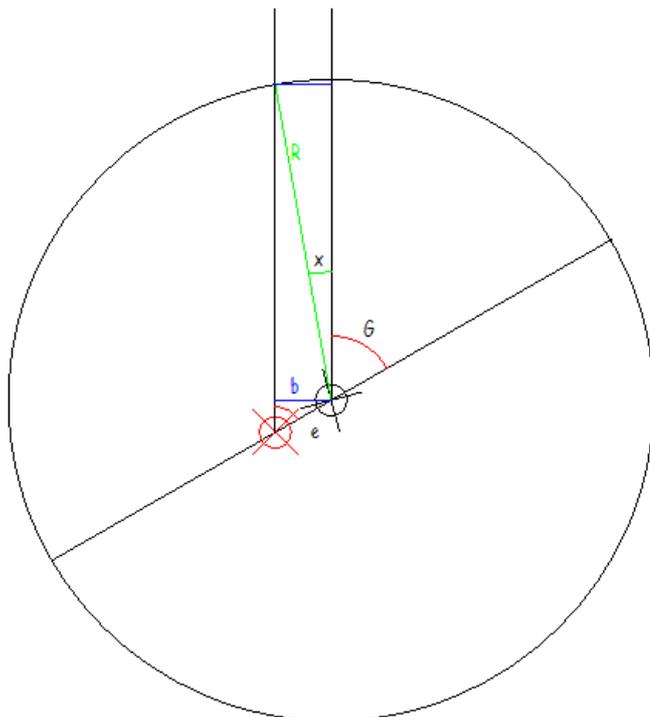


Figure 1 Effets de l'excentricité

- Le centre de la rose est repéré en noir et le centre de rotation réel en rouge.
- G est le gisement du point de rotation réel (quand on vise le nord)
- x est l'angle de décalage de lecture (sorte de parallaxe) induit par le décentrement
- e : le décalage (métrique)
- R : le rayon de la rosace

$$\frac{b}{e} = \sin G \Rightarrow b = e \cdot \sin G$$

$$\sin x = \frac{b}{R} = \frac{e \cdot \sin G}{R} = k \cdot \sin G$$

$$x = \text{Arc sin}(k \cdot \sin G)$$

k étant le rapport d'excentricité $\frac{e}{R}$

De la figure on peut déduire que

- Il y a 2 positions où l'erreur induite par le décentrement est nulle, c'est quand la visée et les deux axes de rotation sont sur une même droite.

- Que l'erreur x est maximale quand le décalage vaut 90° et qu'il est soit positif soit négatif en fonction du côté du décalage par rapport à la visée.

G n'est pas constant, il varie avec le relèvement. On caractérisera $G = G_0$ quand on vise le nord magnétique. Alors on peut écrire que

$$G = \text{Relèvement} + G_0$$

Évidemment il est impossible de déterminer par une mesure directe G_0 et k . On utilisera ces deux grandeurs comme paramètres pour, lors de l'étalonnage du compas, réduire les erreurs apparentes. Par la suite, on reprendra ces deux paramètres pour corriger les mesures réelles in situ.

4 AUTRES ERREURS

On peut envisager d'autres types d'erreur comme l'ovalisation du cercle des graduations. On verra lors des applications pratiques que les autres erreurs semblent disparaître dans le bruit de mesure. Ce bruit peut être relativement important et caractérise en particulier la fidélité de l'instrument (et l'adresse de l'opérateur). Je pense, qu'entre autre, il peut y avoir du jeu dans le pivot qui vient perturber les mesures.

Remarque

On regrettera que les constructeurs ne mettent pas à la vente des compas avec un cercle de graduation plus grand. Pour notre usage en spéléo, si on disposerait d'un disque de 10 cm de diamètre, ça augmenterait notablement la précision sans être d'une grande gêne à la progression.

5 SITE D'ETALONNAGE

5.1 But poursuivit

Il s'agit de mesurer pour un compas les erreurs entre :

- la lecture du gisement sur le compas
- le gisement magnétique vrai.

Il faut donc disposer d'un ensemble de cibles à viser dont on connaît, sans erreur et avec précision, le gisement réel.

5.2 Principe

On va effectuer les mesures depuis un point géographiquement :

Bien référencé dans un système cartographique

Repéré physiquement sur le terrain

On utilisera ensuite l'outil « calcul d'azimut » de Géoportail pour déterminer le relèvement de chaque cible identifiée. C'est une opération pas très simple et qui peut nécessiter de bien connaître la région.

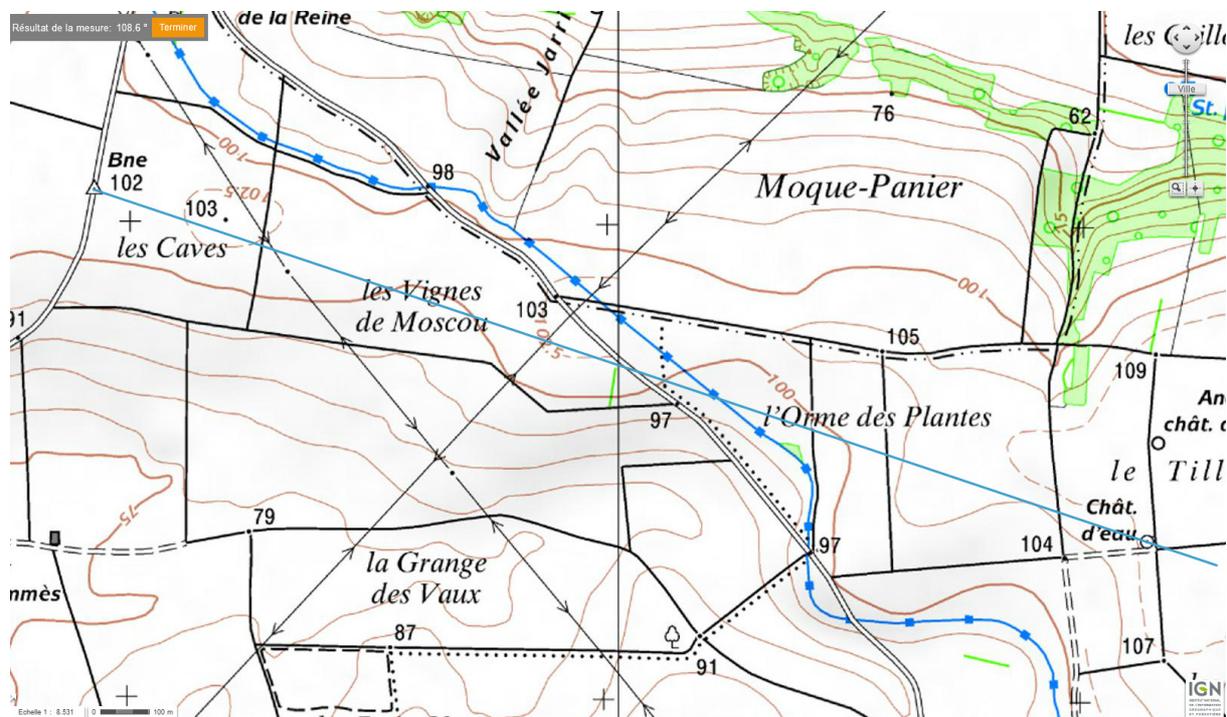


Figure 2 Détermination du gisement du château d'eau depuis la borne 102

Le point d'expérimentation est matérialisé au sol par une borne IGN et se trouve sur un point haut (bombement) d'un paysage de plaine qui permet un bon dégagement tout azimut. Dans l'exemple les coordonnées de la borne 102 sont

- Lat : 48°21'26" Long : 2°51'42" soit 48,35722° 2,861667°
- Altitude NGF : 102.12
- Site IGN 7729901

Le problème est que le nombre de points optiquement identifiables et, à la fois, mesurable sur Géoportail est relativement faible; J'en ai trouvé 11 et pas forcément bien répartis sur les 360° de visibilité. En plus j'avais un doute sur la crédibilité des données récupérées sur Géoportail.

5.3 Relèvement au théodolite

Pour augmenter le nombre de cibles utilisables, j'ai mis un théodolite (un goniomètre aurait suffi) en station au dessus de la borne 102 et j'ai levé, à la fois, les cibles identifiables dans Géoportail et d'autres cibles, bien visibles et relativement lointaines pour éviter des erreurs de parallaxe. Le nombre total de cibles est alors de 19 et assez bien réparti sur les 360°.

Le problème c'est que le théodolite ne donne que des angles relatifs; il ne se calle pas sur le méridien local. En gros, la référence des mesures d'angle avec le théodolite est arbitraire et

non connue. On notera que le théodolite est gradué en grade et que sa résolution de gravure est en 1/10 de grade ce qui permet d'apprécier facilement le 1/20ème de grade. On va ajuster numériquement la valeur de la référence du théodolite pour centrer graphiquement, au mieux, les écarts.

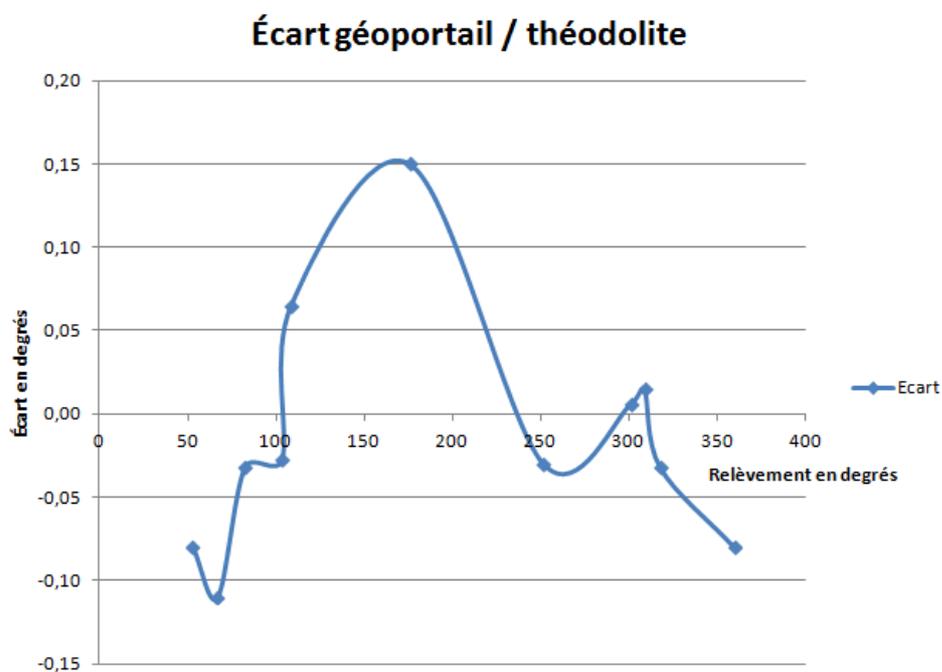


Figure 3 Écart entre Géoportail et le théodolite

On remarque que, sauf pour un point à $0,15^\circ$, les points de référence sont encadrés par $\pm 0,1^\circ$ (environ 0.1 grade). Ce point *erratique* est un pylône radio à 2,2 km particulièrement facile à identifier. Un fois le calage réalisé, on ne retiendra plus, localement, que les valeurs déterminées avec le théodolite en supposant donc que les écarts les plus importants sont en partie dus à un mauvais positionnement sur la carte de Géoportail.

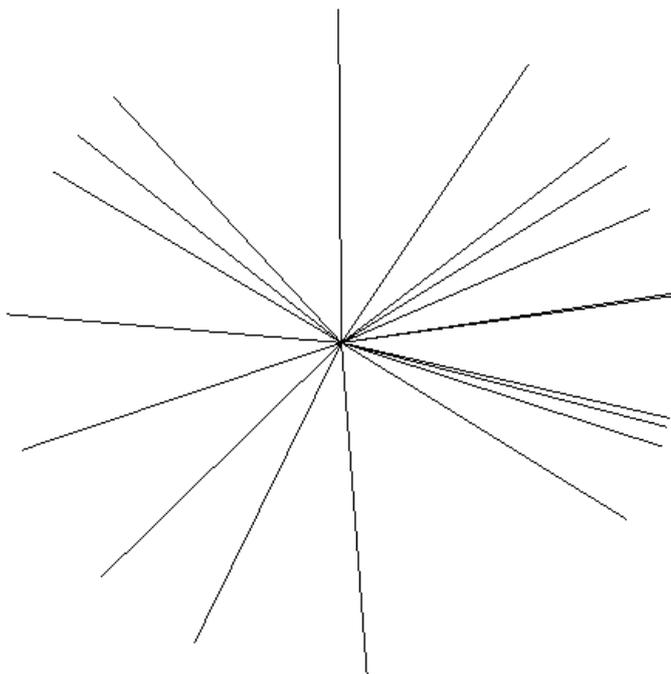


Figure 4 Gisement des 19 points de référence

Comme on le voit ci-avant, les cibles de référence sont assez bien réparties sur les 360°. Les points les plus proches sont à 2 km et à cette distance, 0,1° représente 3,50 m ce qui élimine toute erreur de décentrement entre le point de visée et la borne IGN.

En utilisant Declimag avec WMM (de 1995 à 2019) on récupère la déclinaison magnétique locale du jour et on construit une table des gisements magnétiques théoriques des cibles. Lors de l'étalonnage des compas c'est cette table qui servira de référence.

6 ETALONAGE D'UN COMPAS SILVA 80

6.1 Présentation

Il s'agit du modèle suivant :



Figure 5 compas SILVA 80

Voir : <http://adrasec90.free.fr/RA07/RA07a/Ra07a11.html>

L'exemplaire qui a servi aux essais est vieux d'une dizaine d'années et j'en envisageais le remplacement car il présente maintenant une bulle d'air. Hélas ce type de compas n'est plus à la vente. On voit un modèle similaire kaki sur des sites de petites annonces mais le vendeur reste injoignable.



Figure 6 SILVA sur eBay

6.2 Analyse critique d'usage

Dans le viseur, la ligne de foi et les graduations apparaissent bien nettes si on prend soin d'éclairer le compas par le dessous. En spéléo c'est facile mais à l'extérieur c'est ennuyeux. Un point gênant : quand on fait une mesure c'est que la ligne de foi ne monte pas jusque sous le point cible. Il y a une zone neutre un peu désagréable lors de la visée.

6.3 Etalonnage

Après plusieurs séries de mesures, le mieux que l'on puisse obtenir avec ce compas est présenté ci-après :

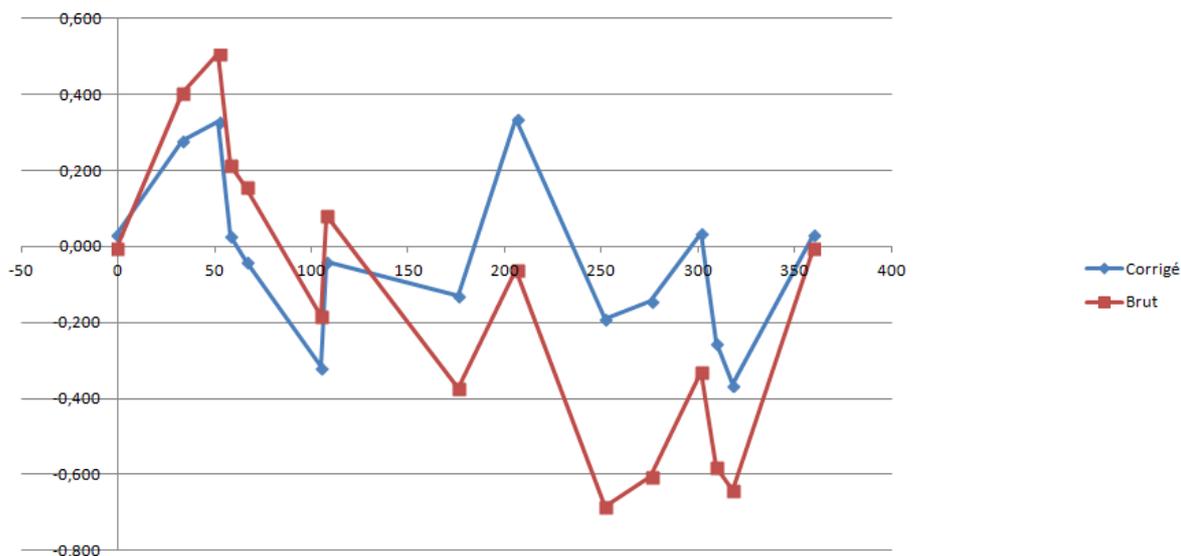


Figure 7 Erreur du compas Sylva

Sans correction (courbe rouge) on constate une erreur crête-crête d'un peu plus de 1° avec un léger décalage de la moyenne. Si on applique la méthode de correction ci-avant exposé avec les paramètres suivant :

- Rotation -0.15°
- Angle du désaxement 20°
- Coefficient d'excentricité 0.006

On obtient la courbe bleue qui reste assez chahutée. En ajustant les paramètres on peut la réduire à $\pm 0,4^\circ$ et à la caler sur le zéro.

7 ETALONAGE D'UN IRIS 50 (PLASTIMO)

7.1 Présentation

Il s'agit du modèle suivant :



Figure 8 compas Plastimo IRIS 50

Voir : <http://www.plastimo.com/fr/compas-electronique-navigation/compas-de-relevement/compas-iris-522.html>

7.2 Analyse critique d'usage

La première chose qui choque, c'est que la ligne de foi, est trouble et donc relativement large. On verra, qu'en fait, ça ne nuit pas à la précision.

La deuxième concerne l'éclairage. Ce compas est fluorescent (vert) dans l'obscurité; si on prend soin de recharger la fluorescence avec une lampe, juste avant la mesure, on s'en contente mais ce n'est pas le confort qu'apporte le Sunto avec son éclairage par le dessous.

On peut éclairer par le dessus et dans le cas de visées extérieures diurnes, c'est même plus confortable que le Sunto. En fait ce compas est prévu pour un usage en mer et le relèvement des amers. L'éclairage par le dessous, au travers du plastique, est une alternative séduisante mais peu concluante.

7.3 Etalonnage

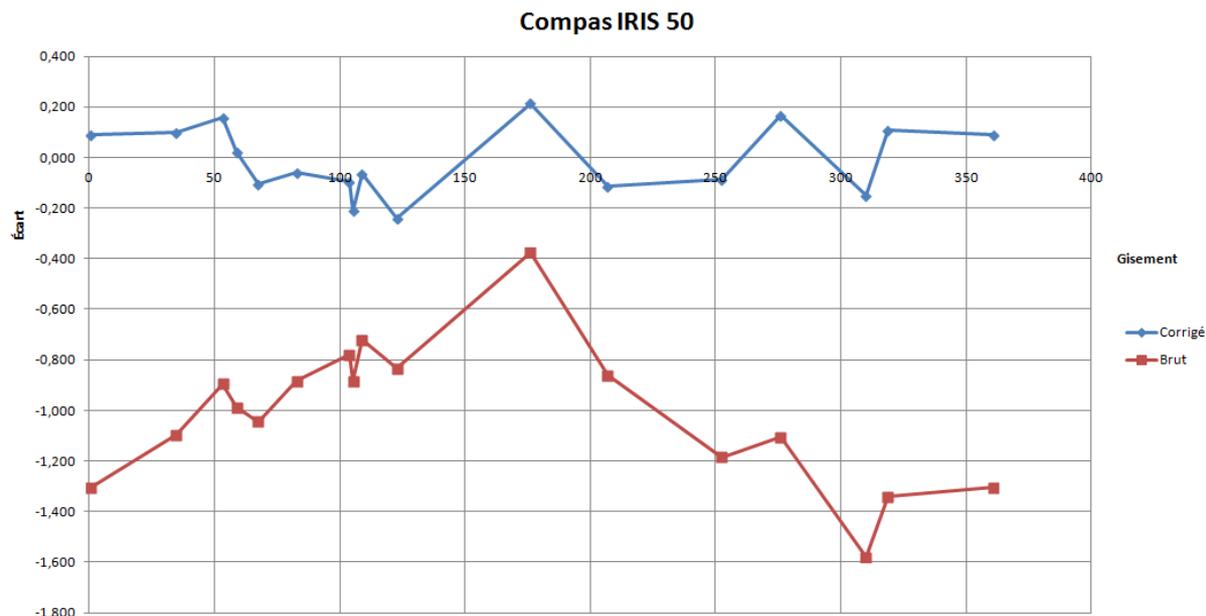


Figure 9 Erreur du compas IRIS 50

Les écarts bruts (courbe rouge) sont donc relativement importants puisqu'on atteint 2° crête-crête avec un fort décalage statique. Si on applique la méthode de correction ci-avant exposée avec les paramètres suivant :

- Rotation -1°
- Angle du désaxement -60°
- Coefficient d'excentricité 0.008

On obtient la courbe bleue qui est surprenante puisqu'elle est encadrée par $\pm 0,2^\circ$. J'ai fait plusieurs séries de mesures avec, en gros, le même résultat. Ce compas semble donc étonnamment fidèle.

8 COMPARAISON

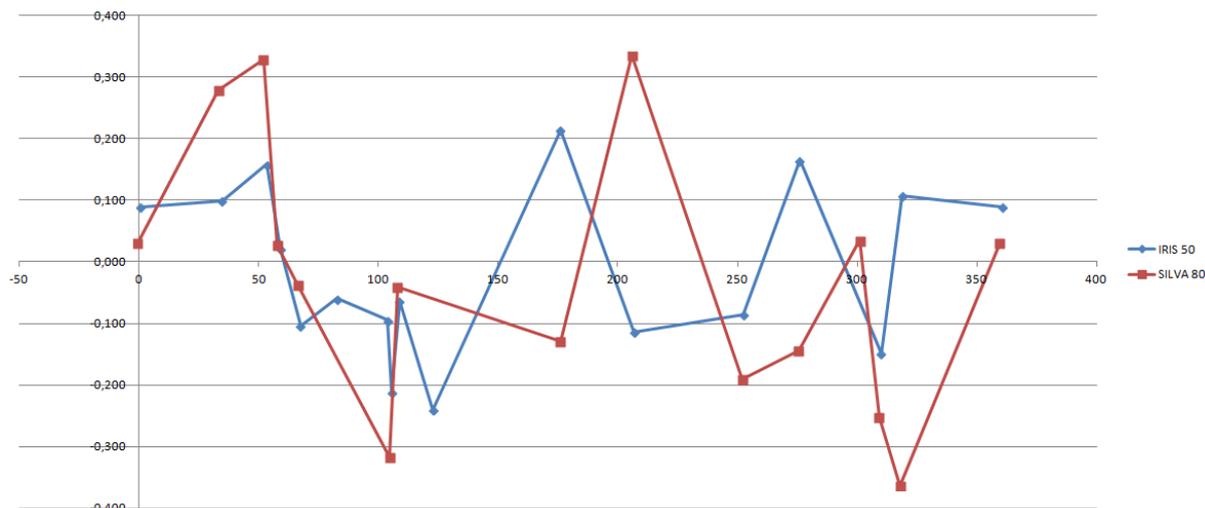


Figure 10 Comparaison des deux compas corrigés

Les courbes d'erreurs du Silva 80 ne sont pas constantes suivant les jeux d'essais. Il est possible que ce compas ayant pas mal été trimbalé depuis une dizaine d'années ait du jeu dans le pivot.

Même si l'IRIS 50 semble le meilleurs ($\pm 0,2^\circ$, une fois corrigé), le vieux Silva 80 est encore très utilisable puisque l'erreur reste dans la fourchette $\pm 0,4^\circ$ une fois corrigée.

9 PROCEDURE DE CALIBRATION

Si on peut utiliser le site en référence, sauf si le compas à calibrer est vraiment faux, on devrait assez facilement retrouver les cibles sur le tour d'horizon. Il faudra noter ou enregistrer les relèvements des différentes cibles. Attention, quand on essaie de faire une mesure précise, on commet souvent une énorme erreur en copiant la valeur numérique. Il vaut mieux annoncer déjà les degrés et la décimale et ensuite la dizaine de degrés. On a tendance à concentrer le champ visuel sur la ligne de foi et les valeurs numériques gravées ne sont alors plus visibles. Ne pas hésiter à indiquer $56,7^\circ$ par exemple si on le sent comme ça.

Si on veut utiliser un autre site, il faut reprendre la totalité de la procédure et commencer par calibrer le site. A mon avis un goniomètre me semble indispensable pour avoir une précision sur la référence au moins dix fois meilleurs que celle du compas.

Les valeurs sont à reporter dans la feuille Excel, dans la colonne en jaune "Mesures compas magnétique" de l'onglet IRIS. Sauf si le compas est très perturbé il ne sera pas nécessaire de reclasser (trier) les valeurs par ordre croissant dans la colonne jaune.

On reporte la valeur de la déclinaison magnétique à récupérer avec Declimag

Ensuite, en observant la courbe, on ajuste les trois paramètres en jaune :

- Correction de rotation du compas (centrage des erreurs) en degrés
- Angle du désaxement en degrés
- k (désaxement)

pour concentrer au maximum la courbe sur la ligne 0°. Attention, aucune cellule n'est protégée.

Il faudra conserver précieusement la valeur de ses paramètres pour les utiliser en tant que formule de correction dans une topographie réelle.