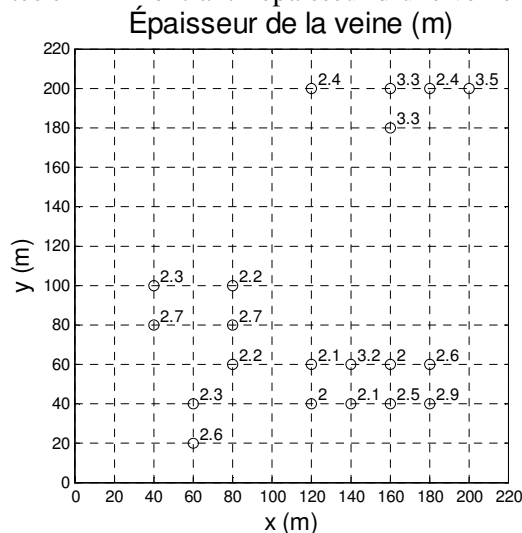


2014- Exercices sur les variogrammes

1- Soit les teneurs en Cu suivantes obtenues sur des carottes de longueur constante 3m. Calculez le variogramme pour les distances $h=3, 6, \text{ et } 9 \text{ m}$. Indiquez le nombre de paires.

Carotte #	1	2	3	4	5	6	7
teneur Cu (%)	1.5	1.6	1.8	3.5	2.8	3.5	3.9

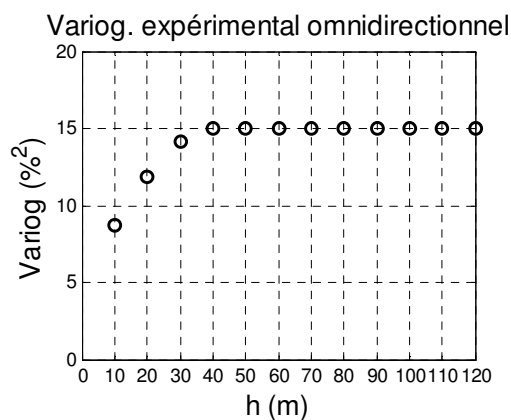
2- Soit les données suivantes en 2D montrant l'épaisseur d'une veine minéralisée.



a) Calculez le variogramme expérimental selon les azimuts 0, 45, 90, 135 pour des classes d'égales largeurs de 20 m de $]0,20]$ à $]60, 80]$ m et avec une très petite tolérance angulaire. Indiquez le nombre de paires et la distance moyenne pour chaque point du variogramme.

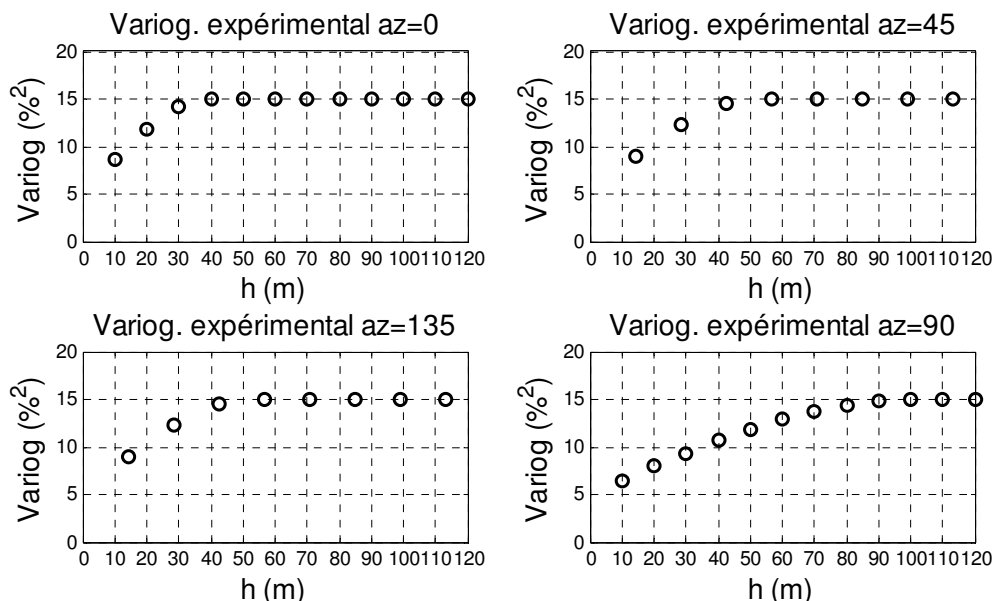
b) Utilisant les résultats en a), calculez le variogramme expérimental, selon les mêmes azimuts, pour des classes d'égales largeurs de 40 m jusqu'à 80 m. Indiquez le nombre de paires et la distance pour chaque point du variogramme.

3- Soit le variogramme expérimental omnidirectionnel suivant obtenu pour un gisement de Zn sur un niveau donné.



a) Ajuster approximativement un modèle isotrope à ces données.

On calcule ensuite les variogrammes directionnels selon les azimuts 0, 45, 90, 135.



b) Ajustez approximativement un modèle avec anisotropie géométrique à ces données.

c) Supposons qu'en a) vous ayez obtenu un modèle sphérique isotrope avec portée de 40 m, $C_0 = 5 \%^2$ et $C=10 \%^2$. Calculez la covariance entre les teneurs en Zn pour les points (0,0) et (30, 20).

d) Supposons qu'en b) vous ayez obtenu un modèle sphérique anisotrope avec portées 100 m selon x et 40 m selon y (x et y étant ici les directions principales de l'ellipse) et $C_0 = 5 \%^2$ et $C=10 \%^2$. Calculez la covariance entre les teneurs en Zn pour les points (0,0) et (30, 20).

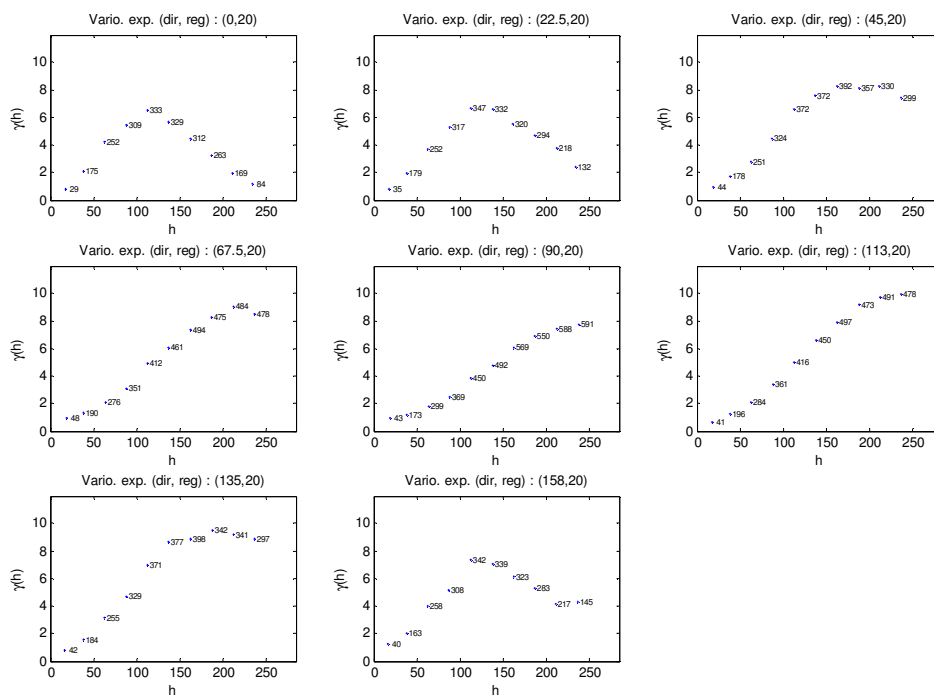
4- Soit un modèle gaussien montrant une anisotropie géométrique et dont les axes principaux coïncident avec les coordonnées est (x) et nord (y) avec $a_x=150$, $a_y=80$ et $C_0=0.7$ et $C=7.6$. Soit deux observations situées en $x_1=(0,0)$ et $x_2=(30,10)$.

a) Quelle est la valeur théorique du variogramme pour les v.a. correspondant à ces deux points? L'équation du variogramme gaussien utilisée ici est : $C_0+C(1-\exp(-3hl^2/a^2))$ pour $h>0$.

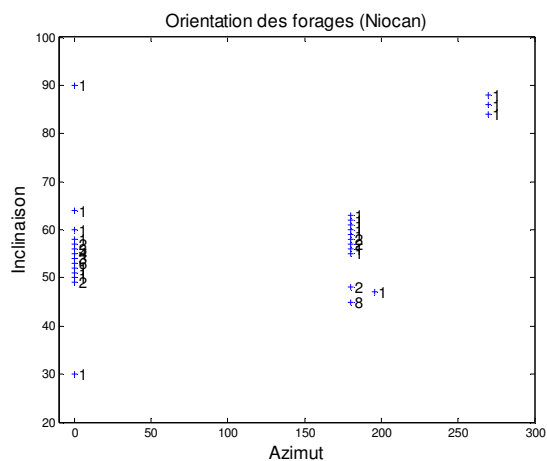
b) Quelle est la valeur théorique de la covariance entre les v.a. correspondant à ces deux points?

c) Quelle est la valeur théorique de la corrélation entre les v.a. correspondant à ces deux points? (Rappel: $r_{Z(x_1),Z(x_2)}=\text{Cov}(Z(x_1),Z(x_2))/[\text{Var}(Z(x_1))\text{Var}(Z(x_2))]^{0.5}$)

5- Ajustez approximativement un modèle **2D** avec anisotropie géométrique à l'ensemble des variogrammes expérimentaux suivants décrivant la continuité spatiale d'une variable topographique (élévation). Donnez l'effet de pépite, les portées principales effectives (min et max) et leur orientation, le palier et bien sûr le type de modèle. Il importe surtout d'ajuster correctement les débuts des variogrammes (0-120m) dans chaque direction.



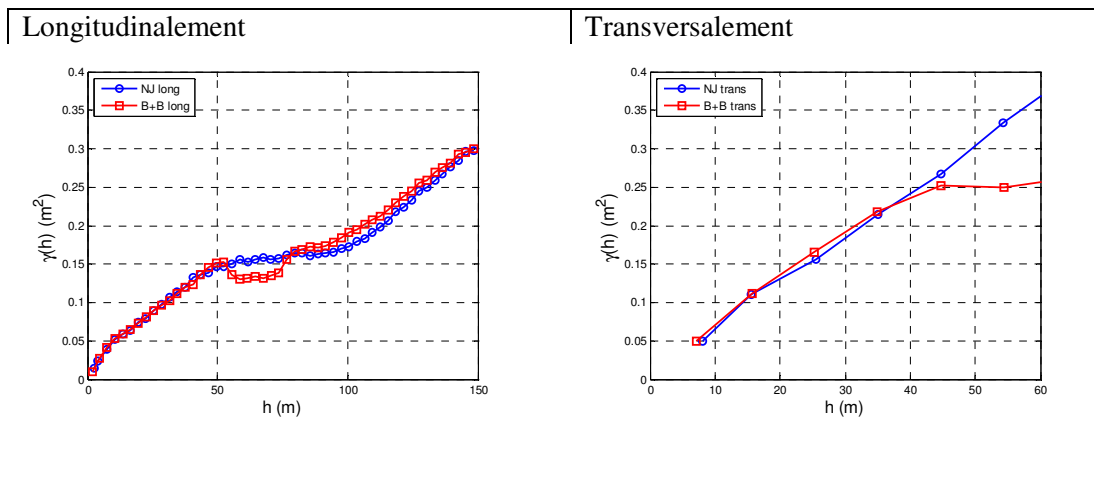
6- On vous présente les orientations des collets des forages pour l'exploration d'un gisement de Nb. En appliquant une tolérance angulaire définissant un cône de 5 degrés autour de chaque orientation choisie, indiquez quatre orientations (azimut et plongée) pour le calcul des variogrammes directionnels de façon à pouvoir détecter une éventuelle anisotropie 3D, et de façon à obtenir suffisamment de paires tout en formant le plus possible les paires avec des observations d'un même forage.



7- Une compagnie A effectue un relevé bathymétrique dans un chenal marin. Une compagnie B effectue un relevé bathymétrique au même endroit mais selon un patron d'échantillonnage légèrement différent et avec un appareillage différent. Certaines différences sont observées pour les valeurs des deux levés. La compagnie B prétend que son relevé est plus précis que celui de A car elle utilise une procédure de correction instantanée pour l'effet des vagues, ce que A ne fait pas (A utilise toutefois un GPS différentiel qui selon elle fournit la même précision). Les mesures le long des lignes sont prises approximativement aux 3 m. et les lignes de relevé sont espacées approximativement de 10m.

On vous présente les variogrammes suivants obtenus parallèlement et perpendiculairement au chenal pour les deux compagnies (ronds : A ; carrés : B).

- Discutez du résultat obtenu. Les variogrammes expérimentaux obtenus appuient-ils la prétention de la compagnie B ? Justifiez.
- Suggérez un modèle **2D** de variogramme (avec effet de pépite et palier unique fixé à 0.15 m^2) s'ajustant bien à ces données pour des distances allant jusqu'à 70 m longitudinalement et 25 m transversalement. Indiquez le type de modèle et les paramètres (modèle 2D).



8- Quel serait l'effet sur le variogramme d'une procédure échantillonnale (P. Gy) moins précise?

Corrigé

Q1- gexp=	3.00	6.00	0.34
	6.00	5.00	0.59
	9.00	4.00	1.06

Q2- gexp1=

gexp1(:,1) =

20.00	9.00	0.13
40.00	1.00	0
0	0	0
0	0	0

gexp1(:,2) =

0	0	0
28.28	5.00	0.23
0	0	0
0	0	0

gexp1(:,3) =

20.00	8.00	0.34
40.00	9.00	0.12
60.00	5.00	0.21
80.00	3.00	0.22

gexp1(:,4) =

0	0	0
28.28	3.00	0.22
56.57	3.00	0.09
0	0	0

gexp2 :

gexp2(:,1) =

22.00	10.00	0.12
0	0	0

gexp2(:,2) =

28.28	5.00	0.23
0	0	0

gexp2(:,3) =

30.59	17.00	0.22
67.50	8.00	0.21

gexp2(:,4) =

28.28	3.00	0.22
56.57	3.00	0.09

Q3- a) Sphérique isotrope avec $a=40\text{m}$ $C_0=5\%$, $C=10\%$
 b) Sphérique anisotrope avec $a_0=40\text{m}$, $a_{90}=100\text{m}$, $C_0=5\%$ et $C=10\%$
 c) $h=36\text{m}$,
 $\text{cov}(h=36)=10*(1-[1.5*(36/40)-0.5(36/40)^3])=0.14$;
 d) $h=36\text{m}$, $\theta=\text{atan}(20/30)=33.7\text{ m}$; $a(\theta)=61.82$
 $C(h,\theta)=10*(1-[1.5*(36/61.8)-0.5(36/61.8)^3])=2.25$;

Q4- a) $\theta = \text{atan}(10/30) = 18.4$.

$$h=31.6 \text{ m}$$

$$a(\theta) = 134.1 \text{ m}$$

$$\text{variog}(h,\theta) = 0.7 + 7.6(1 - \exp(-3 * (31.6/134.1)^2)) = 1.87$$

$$\text{b) cov}(h,\theta) = 0.7 + 7.6 - 1.87 = 6.43$$

$$\text{c) } = \text{cov}(h,\theta) / \text{var} = 6.43 / 8.3 = 0.77$$

5- Modèle gaussien avec anisotropie géométrique et portées effectives principales de 250m en x ($az=90$) et environ 120m en y ($az=0$) et $C_0=0.7$ et $C=7.3$.

6- 1- vertical, 2- 0-55, 3- 180-60, 4- 180-45

7- a) pas du tout car les variogrammes expérimentaux sont quasi-identiques jusqu'à 50 m longitudinalement (i.e. dans le sens du relevé). L'effet des vagues et donc du mouvement du bateau devrait être un effet de court terme car la taille d'une vague dans le chenal est typiquement <1-2m. Les petites différences observées à plus grandes distances peuvent s'expliquer facilement par le fait que les lignes de relevés ne sont pas exactement les mêmes et que la répartition peut différer entre les deux campagnes. À noter que le variogramme montre une demi-variance de 0.05 m^2 à $h \sim 5 \text{ m}$, ce qui correspond à un écart-type de 22 cm.

Vraisemblablement, les deux compagnies corrigent correctement l'effet des vagues, bien que de façon différente.

b) sphérique avec $a_{\text{long}}=50\text{m}$, $a_{\text{trans}}=23 \text{ m}$, $C_0 = 0 \text{ m}^2$ (ou très faible) et $C=0.15 \text{ m}^2$

8- Comme s_r^2 augmente les analyses peuvent varier davantage à petite distance donc augmentation de l'effet de pépité.