CHPITRE



Chapitre II : Le Logiciel Surfer

II.1 Interpolation par krigeage avec surfer

II.1.1 Calcule d'un variograme

1) Fichier de données

Les fichiers de données XYZ sont organisés en colonnes et en lignes (Chap II). Surfer exige que les données X, Y et Z soient dans trois colonnes distinctes. Généralement les fichiers sont organier dans outil tableur comme Excel dont les données sont organisées en colonnes: une colonne pour les X, une pour les Y, une pour la variable à étudier.

3	Surfer - [piézomé	trie_haut chelif	f]				
File Home	Layout Features	Grids	Map Tools View	Dat	a 🛛 🖓 Search	com 🛆 🕜	- 6
Clear Clear Edit	Find Ford For Shift Next 및 Co charac Replace 값 Ro Find 이 이	ormat Cells Diumn Width Dow Height Format	fx Transform Σ Statistice Data	≩2 Filter ഈ s	Assign Coordinal * New Projected Co ** DMS to DD Coordinate Sy:	te System pordinates Tra Cu stem To	× + ick sor ols
```` <b>````````</b>	<b>(1)</b>						
Contents 🕂 🗙		étrie_haut cheli	ff ×				
	E7	16					
	A	В	х С у	D	E	F	
	1 N° de BIRH	X (m)	Y (m)	Z (m)	prof	nov88	ma
	2 W084/1	465120	325850	288,40	22,31	13,34	1
	3 W084/105	441700	329050	249,24	11,10	4,60	7
	4 W084/107	447250	331000	264,81	17,00	8,85	1
	5 W084/111	440400	331800	245,13	9,08	8,2	
	6 W084/12	462450	321750	308,38	21,21	18,8	1
	7 W084/127	441050	326350	274,14	16,00	7,43	
roperties 7 ×	8 W084/129	440750	327900	251,75	8,65	6,98	7
info	9 W084/131	435700	330250	241,21	17,90	1,59	(
lo selection	10 W084/139	459500	320900	303,64	25,10	8,59	9
	11 W084/14	462470	320850	315,80	14,00	20,54	2
	12 W084/140	458500	321300	296,90	16,20	9,72	1(
	13 W084/143	458750	320300	301,10	15,81	8,00	9
	14 W084/146	459400	325000	280,04	13,50	12,86	1
	15 W084/155	456000	321050	293,02	12,01	10,75	1
	16 W084/166	442400	325250	269,18	16,00	9,18	1(
	17 11/00//160	110050	0 000000	010 15	10 51	7 26	7
		11					

#### 2) Réalisation du semi- variograme dans surfer

Dans la feuille "plot" du surfer, et a l'aide du Menu Grids choisir **Variogram** ensuite **New Variogram** Et sélectionner le fichier de données créé en excel.

۲	Sur	fer - [Plot1]		-		• X
File Home	Layout Features	Grids	Map Tools 🛛 🕅	liew	۵ 🕜	- 6 23
Grid Grid from Data Server	<ul> <li>Grid from Contours</li> <li>Function</li> <li>Variogram</li> <li>New Variance</li> </ul>		Vīn Calculus 🖶 🕎	Extract Resize	Grid Editor Editor	Grid Info Info
	BO Export Var					
Contents 7 ×	Plot1 Cre	w Variogram ate a new va for help,	riogram	ւեկութերքը։	1.61.0.62.	ہ ا££ ^
Properti 무 × Info	นึ่นปลิในปลิในปลิในปลิ					

Ensuite dans la fenêtre open data on doit sélectionner le fichier de données.



Une fois le fichier de données sélectionné, une boîte de dialogue s'ouvre, pour paramétrer le variogramme:

1			Surfer - [	Plot1]		-			23
File	Home Lay	yout Fe	eatures	Grids	Map Tools	View		۵ 🕜 ۵	- @ X
Grid Data	Grid from Server		/n Calculu	s 🐏 🕎	F Mosaic	Grid Editor	Grid Info		
n	New Variogram	1						8	x
Contents	Dataset 1 Ge Input Data C:\Users\d Data Colum X: Column	eneral File ient\Desktop ns B: X (m)	\TD logiciel	s\TP Surfer	(TP01-Manupula Duplicat To Keep	ation de Fi e Data o: All	chie 🔹	Browse.	
_	Y: Column	C: Y (m)		•	X Tolera	ance: 0			
Properti	Z: Column	E: prof		•	Y Tolera	ance: 0			
Info No selec	Data Exclusio	n Filter (eg,	, x=-999 OF	₹ y=-999 O	R z=-999)	[	Stat	istics	•
							OK	Anni	uler

Vérifier que les variables sélectionnées correspondent bien à celle désirées. Laisser les paramètres **Duplicates Data** tels quels.

Dans l'onglet General, ajuster **Max Lag Distance** à la distance de prospection maximale du variogramme. (est égale à la valeur maximale en abscisse dans le variogramme). En général on prend la moitié de la taille du carré de la zone d'étude.

۲		Surfer -	[Plot1*]		. den - 103			
File Home	Layout Features	Grids	Map Too	ls View	Q s	earch comman	id 🌣	23 🕤 🖸
Grid Grid from Data Serv	(in Grid from Contours)	Assign N	loData 🔬	$\sqrt{n}$ Calculus		Extract	Grid	Grid Info
Image: Contents         Image: Contents           Image: Image: Image: Image: Contents         Image: Contents           Image: Image: Image: Image: Image: Contents         Image: Contents           Image: Image: Image: Image: Image: Image: Image: Contents         Image: Contents           Image:	Dataset 1 General Variogram Grid Max Lag Distance: 25 Angular Divisions: 18 Radial Divisions: 10	000 D 🐳 D 🐳						
Properties - Ma Scaling Grid General Tic	Generate Report							
Labels Show Angle (degr.m)	0		_		ОК	Annu	ler	AND COL
Offset from (	0.0493(-) d,dddd				1			-
Click to s Map: B	ottom Axis			6.25 cm	10.39 cm	16.31 cm x 4	.59 cm	

Il est important de faire ce réglage dès le départ, sinon le variograme sera mal conditionné par la suite.



Après avoir sélectionné OK, le variograme est créé, ajusté par un modèle linéaire de base, qu'il va falloir améliorer.



#### II.1.2 Modélisation du variogramme

En premier lieu il faut ajuster le nombre d'intervalles et/ou leur taille. Il est intuitif de prendre comme intervalle ("lag)" la distance réelle entre les points d'échantillonnage Pour cela faire un double clic sur le variogramme et une fenêtre s'ouvre:

Model	Statistics	Plot	Info			
Estimator type		Variogram				
Max lag distance		20000				
Number of lags		22				
dth						
	909.090	909.0909091				
l scale	1					
e	78.9	78.9				
	Model pe ance ags dth I scale e	Model Statistics pe Variogr ance 20000 ags 22 dth  909.090 al scale  78.9	Model     Statistics     Plot       pe     Variogram       ance     20000       ags     22       dth     ☑       909.0909091       il scale     ☑       e     78.9	Model     Statistics     Plot     Info       pe     Variogram       ance     2000       ags     22       dth     Image: Comparison of the second of the seco		

On peut ici ajuster ces paramètres:

- Max Lag distance: distance maximale de prospection du semi variogramme (X max)
- Number of lags : nombre d'intervales d'études
- Lag width : taille des intervales (se règle automatiquement en fonction du nombre d'intervales)
- Vertical scale: Y max du semi variogramme.
- Lag direction: permet de trouver d'éventuelles anisotropies. A utiliser une fois que le modèle a été défini.

Une fois que ces paramètres sont modifiés, il faut améliorer le modèle d'ajustement du variogramme.

#### 1) Ajuster le modèle (choix du modèle et paramètres)

Une fois ces paramètres ajustés, on peut ajuster le modèle (courbe bleue). Pour cela sélectionner l'onglet Model:

Properties - Va	riogram	2				<b>4</b> >
Experimental	Model	Statistics Plot	Info			
- Variogram	Compon	ents				
Current cor	m Nugo	et Effect (Error=57	7.2, Micro=	0)		đ
Componen	ts Add	Remove				
- Parameter	s					
Error varian	ce 57.2				9 2	
Micro varia	n 0	Add Component				
AutoFit	Au	Select the compor	nent to add			
		Exponential			ОК	
		Gaussian				
		Logarithmic			Cancel	
		Nugget Effect		=		
		Power		-		
		Rational Quadrat	ic			
		Spherical				
	_	Wave (Hole Effec	t)	+		
		CUDIC		and the second		

La partie Variogram Components permettre le choix et l'ajustement des paramètres du modèle utilisé. Par défaut Surfer commence avec un effet pépite 'nugget effect " $(C_0)$ , et un

modèle linéaire. Très souvent ce modèle ne correspond pas et il faudra donc changer ces composants.

Pour cela, sélectionner le composant à enlever et sélectionner **remove** pour supprimer le modèle linéaire afficher automatiquement par le logiciel et ajouter un modèle qui représente bien les données.

Pour ajouter un nouveau composant, appuyer sur **add**, une fenêtre s'ouvre, avec différents composants ajoutables:

Pr	operties - Vario	gram				Ψ×
E	xperimental	/lodel	Statistics	Plot	Info	
=	Variogram Co	mpon	ents			
	Current com	. Expo	nential (Sca	le=55, L	ength=46	00, Aniso 🔻
	Components	Add	Remov	/e		
	Parameters					
	Scale	55				
	Length (A)	4600				
	Anisotropy r	1				A V
	Anisotropy a	. 0				*
	AutoFit	Auto	oFit]			

Choisir le type de modèle désiré. (On prend dans notre cas un modèle exponentiel par exemple). Une fois OK sélectionné, l'onglet Model est modifié en fonction du choix.

# 2) Paramétrer le modèle du variogramme

Il convient alors de paramétrer le modèle pour qu'il s'ajuste à la forme du semi variograme expérimental.



Dans surfer, l'option **autofit** est possible, mais les résultats ne sont pas toujours très convaincants. Si les résultats ne sont pas satisfaisant, il vaut mieux ajuster manuellement les paramètres, en jouant sur les réglages proposés dans la boite d'affichage du modèle. Cette boîte dépend du modèle choisit.

En premier lieu, vérifier que le composant à paramétrer est sélectionné (affiché en bleu). Ensuite jouer sur les paramètres suivants:

- Scale : correspond à la valeur de la semivarinace où le plateau est sensé être atteint (hauteur)
- Length (A) : correspond à la valeur de x où le plateau est atteint: c'est la "range", ou la distance maximale sur laquelle les données présentes une dépendance spatiale.
- Ratio et Angle permettent d'introduire de l'anisotropie (souvent inutile)

A chaque modification on peut visualiser le résultat en appuyant sur **Entrée.** Petit à petit on finit par avoir un modèle reflétant le variogramme. (pour le moment je ne connais pas de fonction dans Surfer permettant de tester l'ajustement du modèle au semivariogramme).

A cette étape le variogramme est fini, et peut être utilisé pour kriger les données, c'est à dire pour faire une carte des valeurs.

### II.1.3 Faire une carte krigée des données

Une fois le variogramme établis, et son modèle ajusté, on peut faire une carte des valeurs par kriegeage, c'est à dire par interpolation des valeurs entre les points de mesure.



Pur cela il faut soit enregistrer le variogramme et l'appelé lors de l'établissement de la carte ou le laisser ouvert et affiches dans la fenêtre « plot » et lors de l'établissement de la carte on clic sur Getvariogramme, pour récupérer les paramètres du variogramme, puis créer les données interpolées. Ensuite on peut afficher les données sous forme de carte.

<b>Data Statistics</b>		Kriging Parameters	
Original Count	40	Kriging type Point	
X Minimum	435700	Drift type None	
X Maximum	483750	Standard deviations grid	<b></b>
Y Minimum	320300	External drift grid	
Y Maximum	332600	Import variogram Get Variogram	
Z Minimum	8.5	Nugget Effect	
Z Maximum	36.77	Error variance 10	
		Micro variance 0	
		Variogram Component #1 (Exponential: Scale=55, Lengel	gth=46
		Component type Exponential	
		Scale 55	
		Length 4600	
		Anisotropy	
		+ Variogram Component #2 (None)	
		Variogram Component #3 (None)	
1 1 4 4	•	Search Neighborhood	
N 8 14	11 m	None (use all data)	
	P	Number of sectors to search 1	4
		Max data to use from ALL sectors 40	4
		Import variogram Import the variogram definition from a previously modeled variog plot document.	ram in th

### 1) Créer les données interpolées

Dans le menu Home Choisir l'option **Grid data** et sélectionner le ficher Excel de données brutes. Une fenêtre de dialogue s'ouvre alors:

-	ns (40 data point	ts)		ОК	
Column B	: X (m)	• F	ilter Data		
: Column C	: Y (m)	•	View Data	Cancel	
Z: Column E	: prof	-	Statistics	Grid Report	
Gridding Met	thod				
Kriging		Advance	ed Options	Cross Validate	
	Minimum	Maximum	Spacing	# OT NODES	
	Minimum	Maximum	Spacing	# OT NODES	
X Direction:	Minimum 435700	483750	485.3535353535	100	
X Direction: Y Direction:	Minimum 435700 320300	Maximum 483750 332600	485.3535353535 492	# of Nodes 100	
X Direction: Y Direction: Grid Z Limits	Minimum 435700 320300	Maximum 483750 332600	485.3535353535 492	# of Nodes 100	
X Direction: Y Direction: Grid Z Limits Minimum:	Minimum 435700 320300	Maximum 483750 332600 Z 1	485.3535353535 492	# of Nodes 100	
X Direction: Y Direction: Grid Z Limits Minimum:	Minimum 435700 320300	Maximum 483750 332600 21	485.353535353 492 Fransform: Linear Assign NoData outside Inflate convex hull by	int nodes 100 v 26 v convex hull of dat	

La partie **Output Grid géométrie** décrit le fichier de données qui va être créé (données interpolées). Normallement X direction et Y direction sont correctement réglés, et correspondent aux coordonnées des points extrêmes de la carte à Krieger. Le nombre de lignes et colonnes modifie la résolution de la carte (sont modifiables selon l'objectif de la carte).

Une fois que tout cela est bien réglé, il faut vérifier que les données qui vont être interpolées sont bien celles qui nous intéressent. Pour cela dans l'onglet **data**, vérifier les "data columns" surtout les coordonnées X et Y et la variable Z à interpolée.

Ensuite il faut injecter les paramètres du modèle du variogramme pour faire l'interpolation:

### 2) Injection des paramètres du modèle

Dans la partie **Gridding method** choisir la méthode d'interpolation (interpolation par **Krigeage**) et pour introduire le modele de variogramme et les paramètres cilquer sur **Advenced options** ensuite sur **Get Variogramme**, le logiciel récupère alors automatiquement les paramètres du variogramme actif (il faut vérifier que le bon est sélectionné quand il y a plusieurs variogrammes déjà crée!). Les paramètres s'affichent automatiquement.

Original Count X Minimum X Maximum	40 435700		Kriging type	Point	225
X Minimum X Maximum	435700				•
X Maximum			Drift type	None	•
	483750		Standard deviations grid	💾 🕽	4
Y Minimum	320300		External drift grid	2	4
Y Maximum	332600		Import variogram	Get Variogram	
Z Minimum	8.5	=	Nugget Effect		
Z Maximum	36.77		Error variance	10	
			Micro variance	0	
			Variogram Component #1 (Expor	nential: Scale=55, Length=46.	6
			Component type	Exponential	•
			Scale	55	
			Length	4600	
			Anisotropy		
		+	Variogram Component #2 (None)	)	
		±	Variogram Component #3 (None)	)	
1 N 18 14		-	Search Neighborhood	///	
N 8 10	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		None (use all data)		
			Number of sectors to search	1	A. Y
			Max data to use from ALL sectors	40	A. V
		-			A.

Pour exécuter l'interpolation Sélectionner OK. Les données estimées sont automatiquement générées et enregistrées dans un fichier .grd du même nom que le fichier de données excel.

# 3) Faire la carte krigée

Une fois le fichier de données interpolées créé (.grd), il est possible de réaliser la carte krigée des variables. Pour cela sélectionner le menu **Home**, et cliquer sur l'outil **Contour Map**.



Nous aurons une carte en courbes d'égale valeurs, cette carte peut être afficher aussi en plage de couleurs pour une meilleur représentation.

