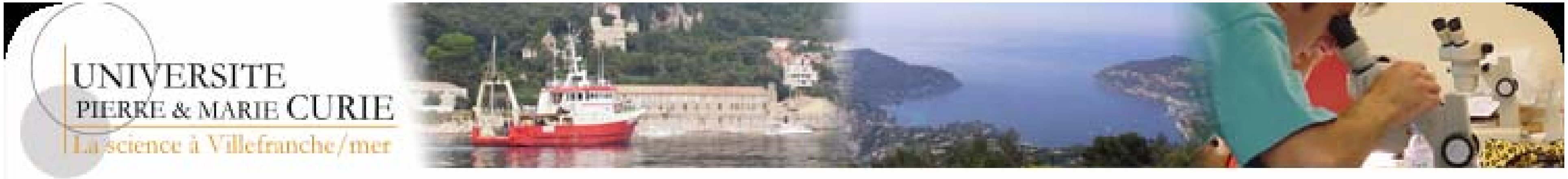


Mémo d'utilisation des méthodes d'interpolations,

Environnement MATLAB.

UE 210 Océanographie instrumentale et méthodologie.

Jean-Philippe Labat

Généralités : Les données

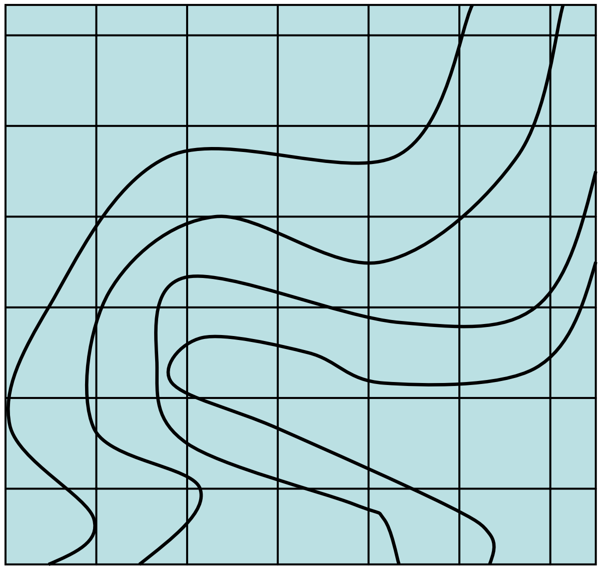
X	**Y**	**Z**	**…**
x_1	y_1	z_1	…
x_i	y_i	z_i	…
x_n	y_n	z_n	…

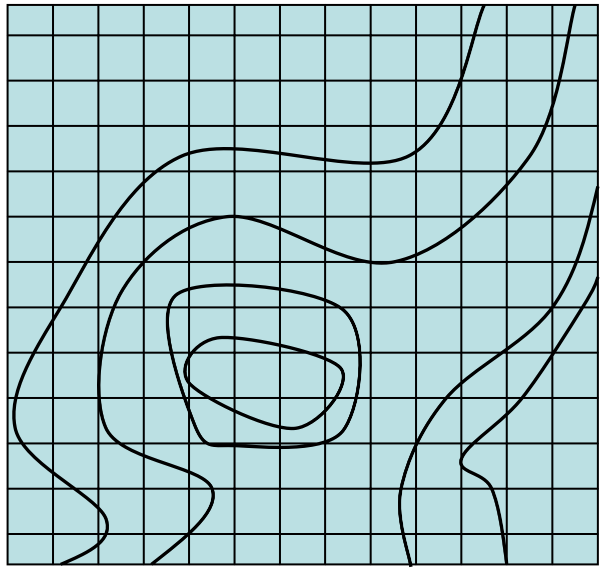
Exemples :
Latitude/longitude/Température
Distance/profondeur/Biomasse
Temps/Profondeur/Salinité
…

Généralités : Obtention d'une grille régulière.

A partir de données en x, y, z, il s'agit d'obtenir une grille régulière avec nombre de lignes et colonnes choisies *a priori* par l'utilisateur. Il faut donc calculer une valeur pour chaque noeud de la grille à partir des données irrégulières initiales.

Le choix *a* priori du nombre de lignes et colonnes et donc du nombre de noeuds a estimer va influer sur le résultat final. *Par exemple* un grand nombre de noeuds va accroître le lissage mais augmenter les effets locaux souvent appelés "effets d'yeux".

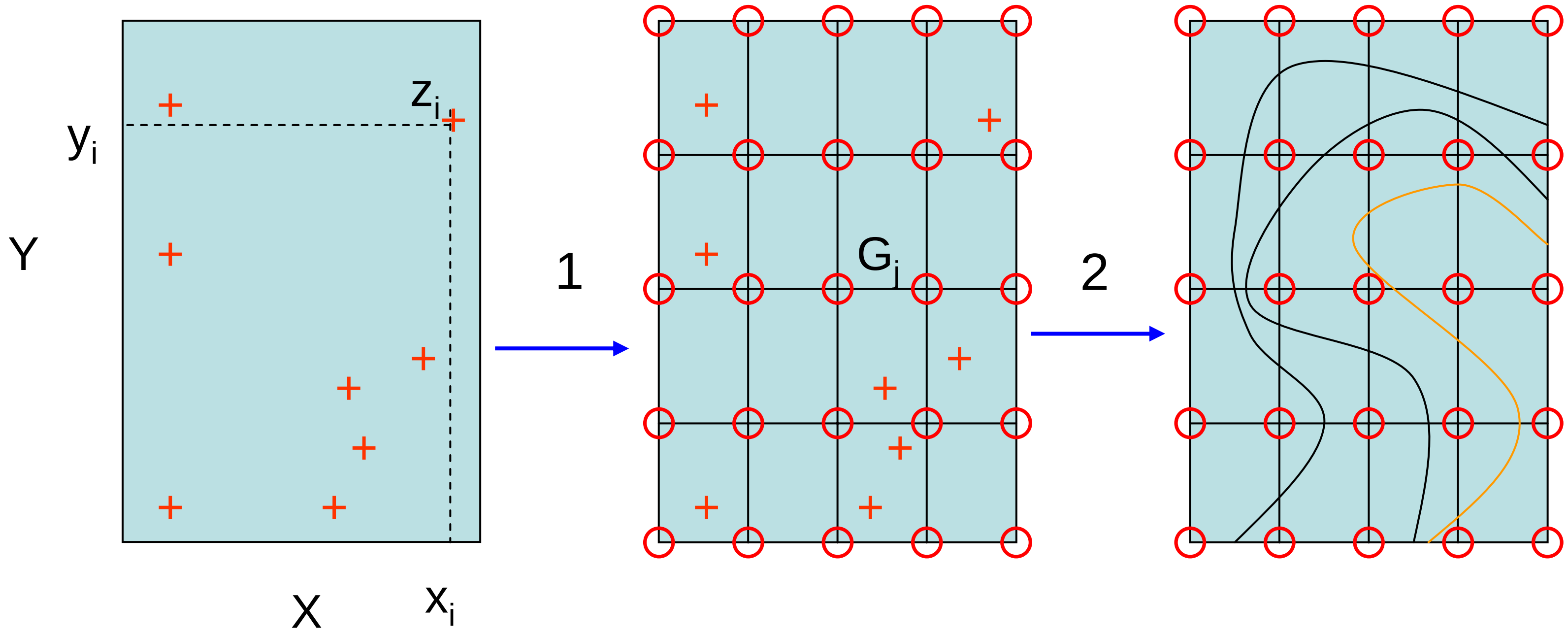




Généralités : mise en oeuvre

Le processus va comprendre deux étapes :

1. la construction d'une grille régulière à partir de données irrégulières du type x_i, y_i, z_i,
2. la deuxième une représentation graphique par isolignes ou surface 3D.



Formule générale :

- { Z1, Z2,...., Zn,}

$$G_j = \sum_{i=1}^{n} w_{ij} . Z_i$$

- G_j est la valeur du noeud j,
- n nombre de points utilisés pour l'interpolation,
- Z_i, la valeur du ieme point,
- W_{ij} le poids associé au ieme point, varie entre 0 et 1, la somme des n W_{ij} est égale à 1.

Pour que la solution soit non-biaisée, la somme des poids, les Wi, doit être égale à 1.

1) la construction d'une grille régulière
A- la grille

Générer la grille régulier (n ligne, m colonne) par l'utilisation de la fonction **meshgrid**.

[XI,YI] = **meshgrid**(Vx,Vy)

construit les coordonnées des points de la grille pour les valeurs Vx et Vy sous forme de deux matrices répétant soit n vecteurs lignes identiques Vx soit m vecteurs colonnes identiques Vy.

exemple :

Vx = [1 2 3] ; Vy = [10 11 12 13 14]

[XI,YI] = **meshgrid**(Vx, Vy) ;

XI =

1	2	3
1	2	3
1	2	3
1	2	3
1	2	3

YI =

10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14

1) la construction d'une grille régulière
B- Calcul des valeurs pour chaque nœud de la grille.

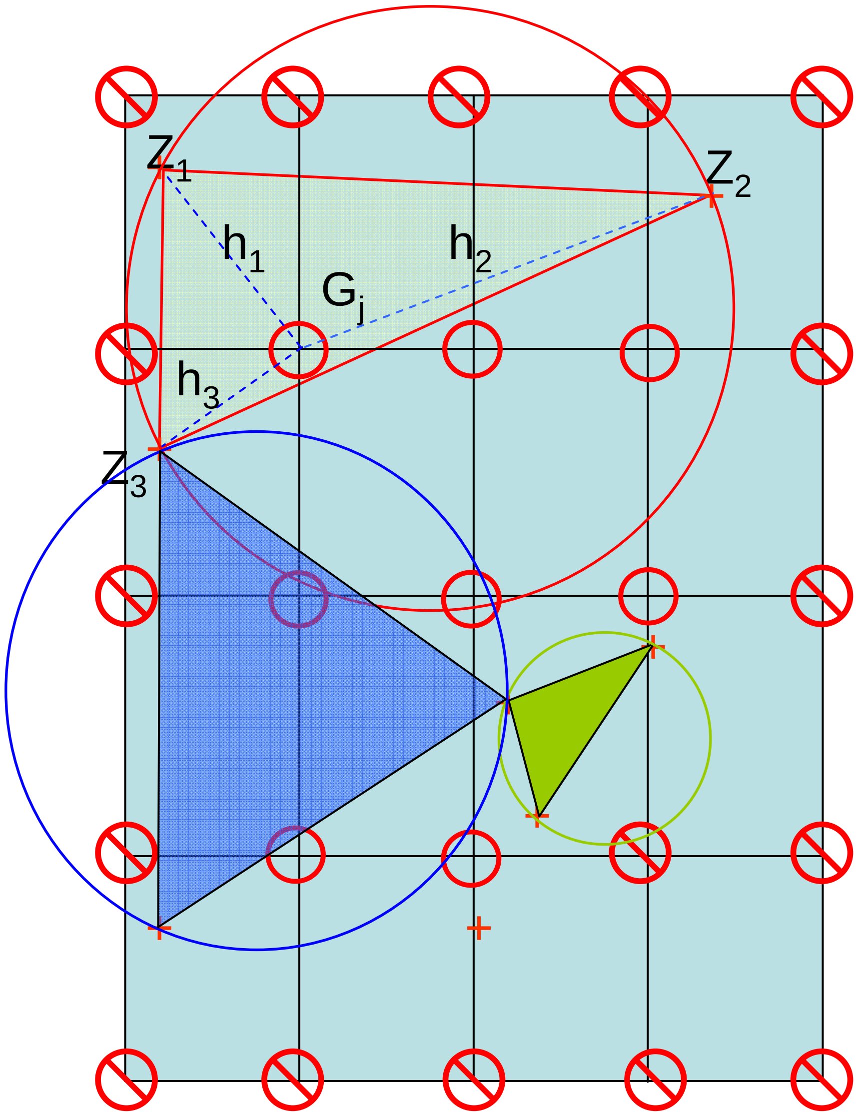
Méthodes proposées part Matlab

- **Triangulation** (Méthode de Delaunay). Permet de conserver des discontinuités dans les données. L'algorithme crée des triangles entre les points dont les cotés ne se coupent pas.
  - ‘linear' Interpolation linéaire (par défaut)
  - 'cubic‘ Interpolation “cubique” .

- Interpolation par **le Voisin le plus proche**. 'nearest' « Nearest neighbour interpolation ».

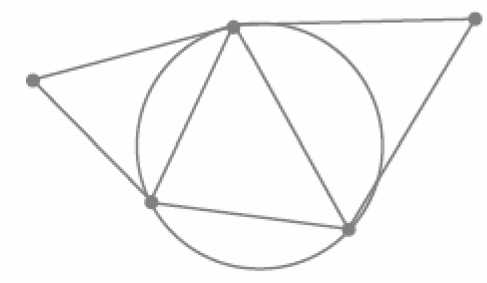
- ‘**V4**' MATLAB 4 griddata method

Méthode par Triangulation



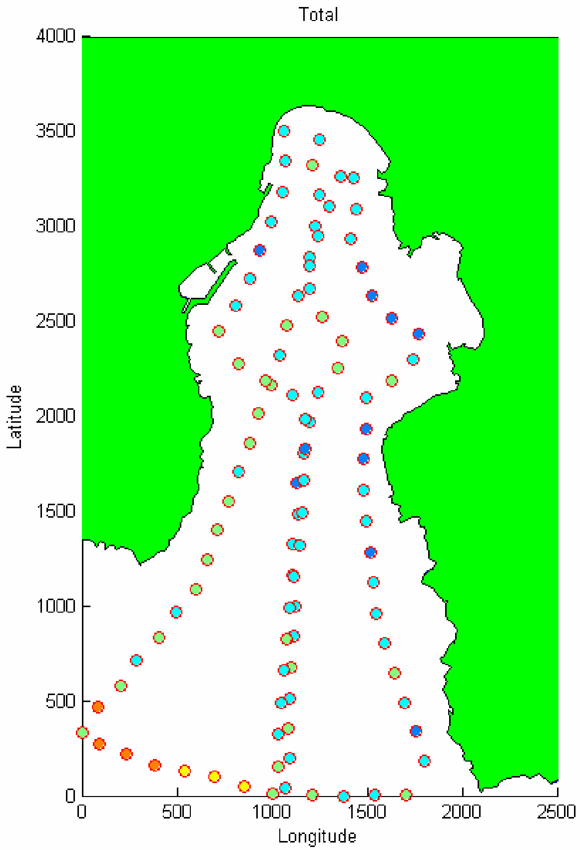
G_j est calculé à partir des 3 valeurs Z du triangle dans lequel il est situé pondérées par l'inverse de la distance h_i.

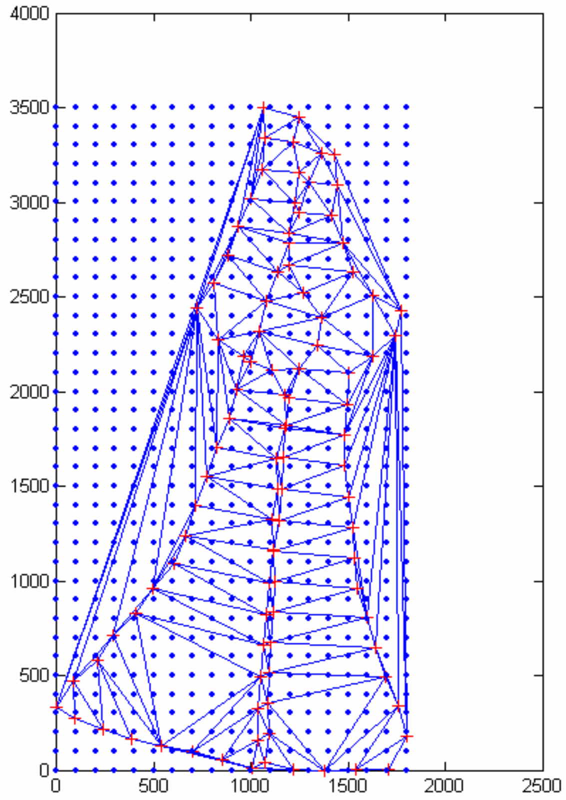
Triangulation de Delaunay - propriétés du triangle : Le cercle dans lequel chaque triangle est circonscrit ne contient que les points définissant ce triangle

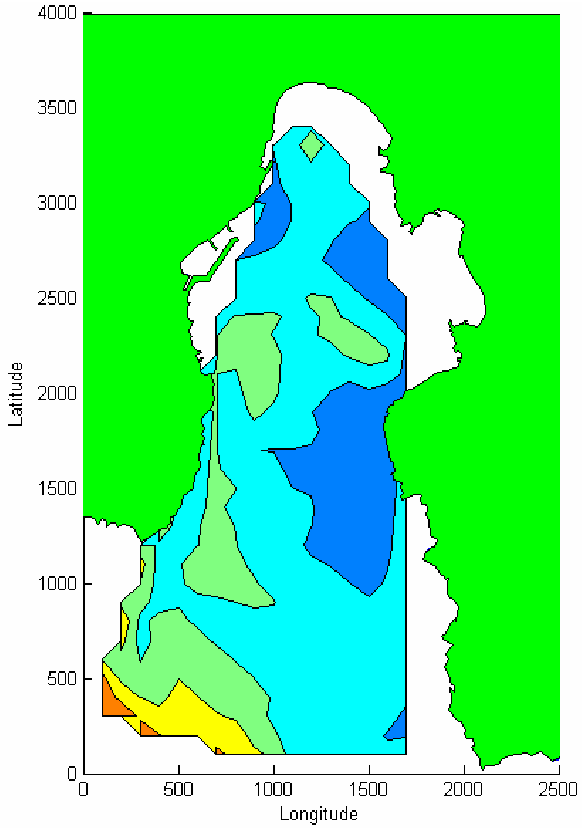


Pratique : On ne peut pas calculer de valeur pour les nœuds de la grille qui ne sont pas compris dans un triangle de points.

Exemple : interpolation par triangulation.

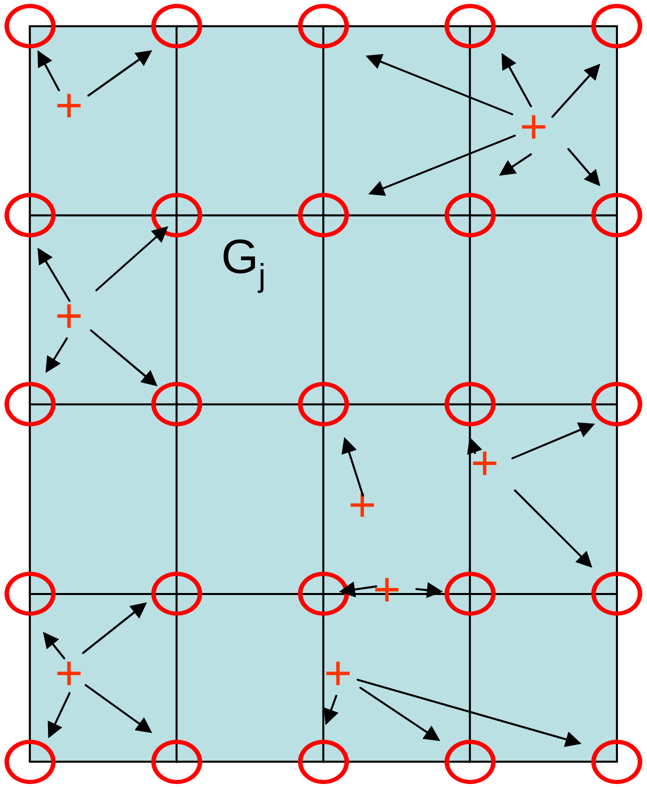






Méthode du Voisin le plus proche.

Chaque nœud de la grille prend la valeur du point observé le plus proche dans l'espace x, y.



Méthode V4

MATLAB 4 griddata method

Sandwell, David T., 1987

Biharmonic Spline Interpolation of GEOS-3 and SEASAT Altimeter Data.

Geophysical Research Letters, 2, 139-142

Interpolation par la fonction « ***griddata »***

Interpoler avec la fonction **griddata**

ZI = **griddata**(x,y,z,XI,YI,methode)

Ou

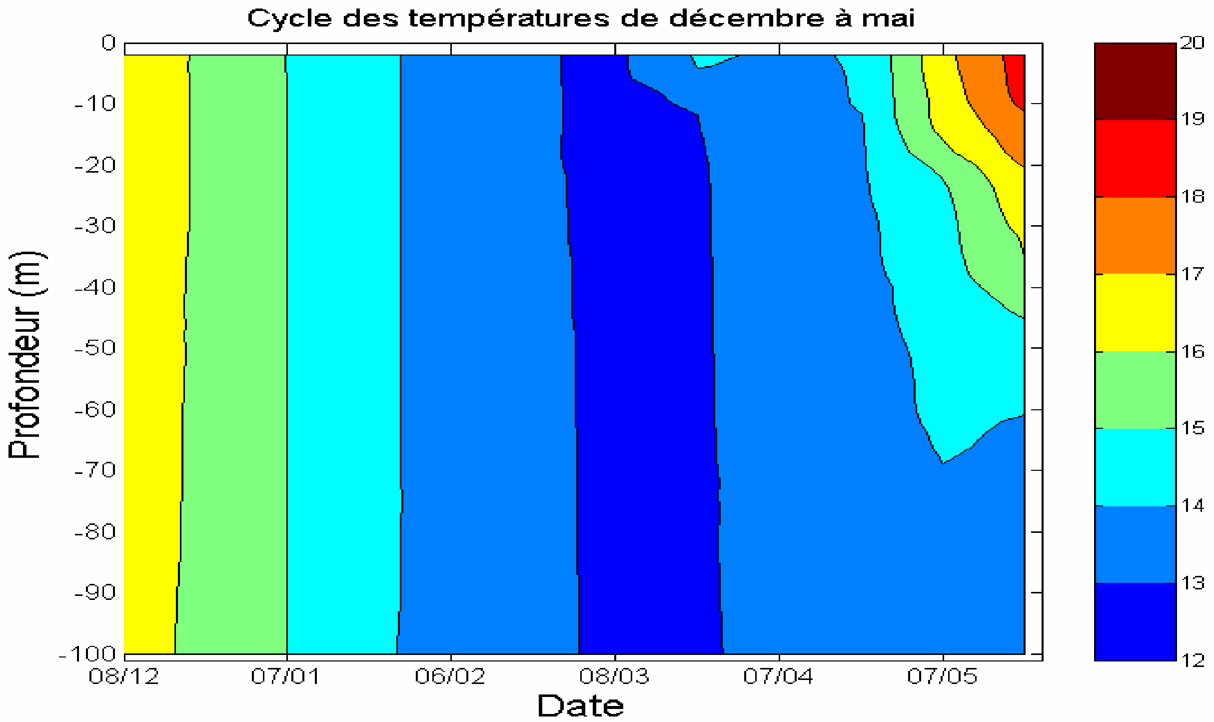
- x,y,z sont les p triplés des données initiales,
- XI la matrice contenant les valeurs des m coordonnées de la matrice interpolée sur l’axe des X (XI = m vecteurs lignes identiques)
- YI la matrice n x m contenant les valeurs des n coordonnées de la matrice interpolée sur l’axe des Y (YI = n vecteurs colonnes identiques).
- methode = une des méthodes disponibles.

L’interpolation devra tenir compte des relations entre x et y liées à l’anisotropie possible de cet espace.

Anisotropie de l'espace de XY

La relation entre les normes des directions X et Y de l'espace et la variabilité des structures à décrire dans ces mêmes dimensions est un éléments à prendre en compte.

Numériquement les normes des directions X et Y vont influer sur le calcul des valeurs des noeuds de la grille à partir des valeurs observées quand elles sont pondérées par une distance prenant en compte les deux dimensions.

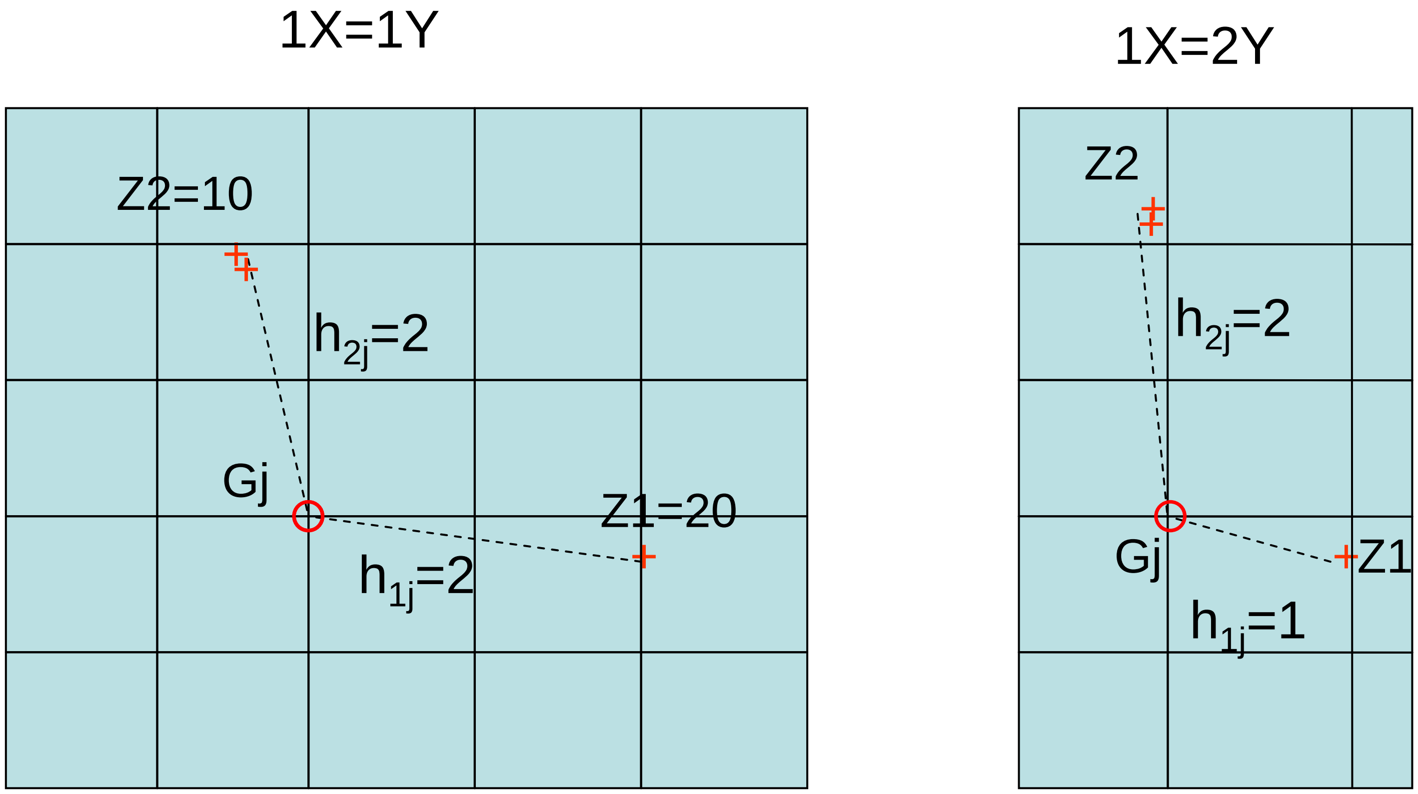


Cela est bien sur le cas quand X et Y ne sont pas de même nature : le temps et l'espace comme dans ce graphique temps/profondeur.

Mais cela doit aussi être envisagé quand les deux dimensions sont de même nature, spatiale par exemple latitude et longitude.

Anisotropie de l’espace de XY

La relation entre les dimensions X et Y de l’espace va avoir un effet immédiat sur le calcul des valeurs des noeuds de la grille à partir des valeurs observées.



Exemple de la prise en compte de l'anisotropie de l'espace

Transformation des x et y dans le cas de données x est un temps en jour et y une profondeur en mètre.

```
pas_horz=15;          % pas d'interpolation  des X en jour
pas_vert=1;           % pas d'interpolation   en mètre

facteur=10;           % anisotropie entre 1 mètre et 1 jour, ici 10 jours = 1 m

 x=x/facteur;         %  réduction de l'échelle des x (jours)

methode='linear';     % choix de la methode linaire

[XI,YI] = meshgrid((min(x):pas_horz:max(x)),(min(y):pas_vert:max(y)));
% génère une grille du minimum au maximum des séries x et y avec les pas
% choisis.

ZI = griddata(x,y,z,XI,YI, methode);

XI=XI*facteur ;  % rétablissement des valeurs des X à interpoler.
x=x*facteur ;    % rétablissement des valeurs de x initiales
valcont=([  11 13 15 17 21 23 25 27 30 ] );  valeurs des isolignes
title('Cycle des températures de 1999 à 2005','FontSize',18);
 caxis([12 28]);
 contourf(XI,YI,ZI,valcont);
```

Construction des isolignes (contours) ou de surfaces 3D.

- **Isolignes.**
  Il est possible de définir le nombre, l'intervalle, les isovaleurs. Une possibilité de lissage des lignes est disponible.

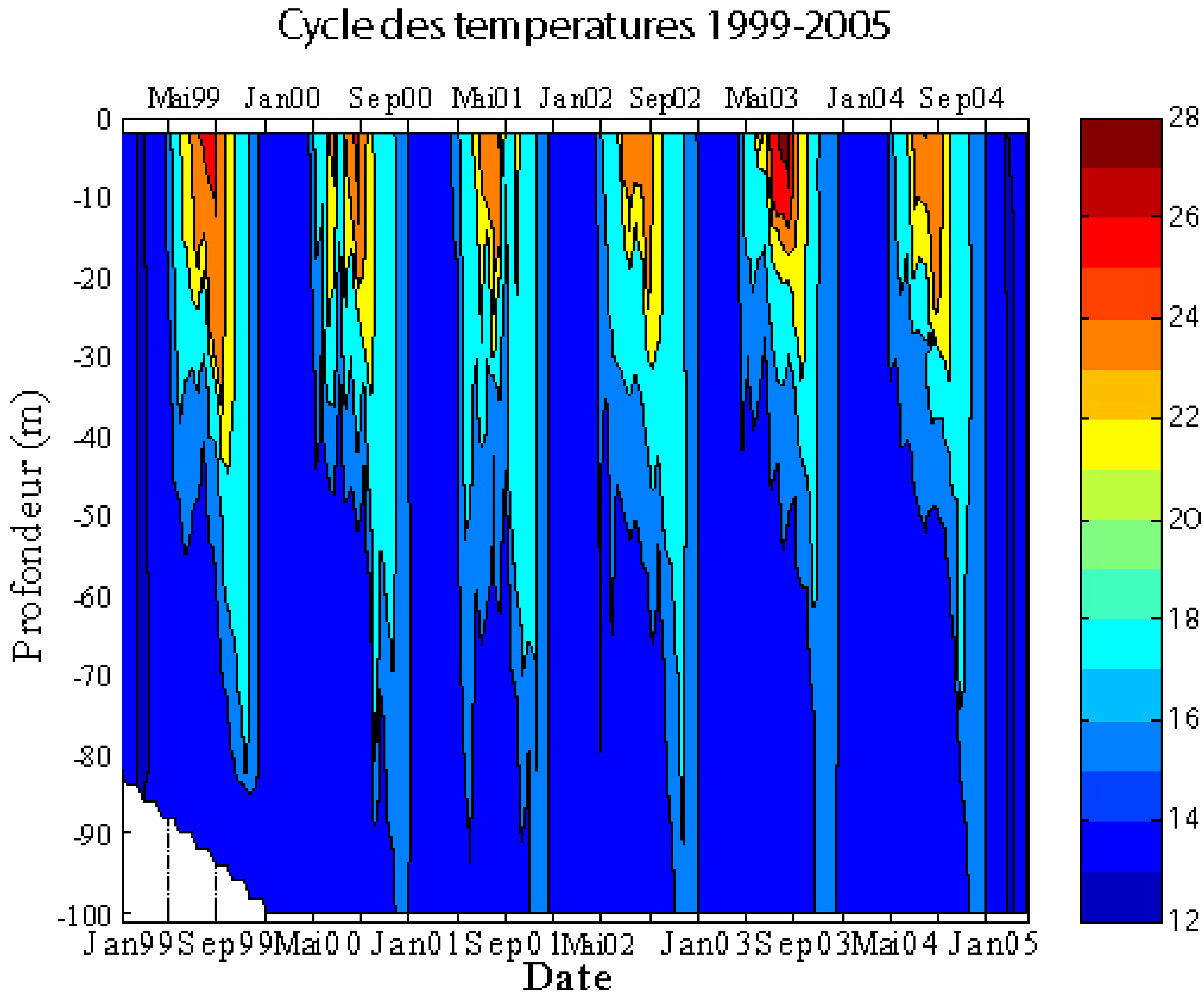
- **Surfaces 3D**.
  Crée la possibilité de représenter 4 dimensions en projetant sur une surface 3 D une représentation par couleur d'une 4eme variable.

Construction des isolignes ou d'isosurfaces.

Utilisation de la fonction **contour** et **contourf**.

contour(XI,YI,ZI) : dessin de lignes d'isovaleurs dans un espace à 2 dimensions.
contourf(XI,YI,ZI) : dessin de surfaces d'isovaleurs dans un espace à 2 dimensions.
[C,h] = contourf(XI,YI,ZI,valcont); ou valcont est le vecteur des valeurs des isolignes.
Pour indiquer les valeurs à écrire sur les isolignes.
clabel(C,h); n'indique les étiquettes que sur les isolignes des valeurs du vecteur v.

```
valcont=([  11 13 15 17 21 23 25 27 30 ] );  valeurs des isolignes
title('Cycle des températures de 1999 à 2005','FontSize',18);
    caxis([12 28]);
    contourf(XI,YI,ZI,valcont);
```


Cycle des temperatures 1999-2005
Mai99 Jan00 Sep00 Mai01 Jan02 Sep02 Mai03 Jan04 Sep04
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
Profondeur (m)
Jan99 Sep99 Mai00 Jan01 Sep01 Mai02 Jan03 Sep03 Mai04 Jan05
Date
28
26
24
22
20
18
16
14
12