



## **Une approche implicite pour la reconstruction de modèles stratigraphiques pour des données de réservoirs**

**stage de 4<sup>ème</sup> année**

***BAKHADDA ABDESSAMAD***

Tuteur : ALEXANDRA BAC

/ MARC DANIEL

Référent : JEAN-FRANÇOIS

RAINAUD

16 août 2021

Mots-clés : Stratigraphie, Horizon, Interpolation, Extrapolation, Modèle

## **Remerciements**

Je tiens tout d'abord à remercier tous les employés de **GEOSIRIS** qui m'ont offert l'opportunité de travailler ces trois mois de stage avec eux ,bien que les circonstances liées au COVID-19 n'aient pas été favorables.

Je tiens ensuite à remercier particulièrement mes tuteur Madame Alexandra Bac et Mr Marc Daniel ainsi que Mr Jean-François Rainaud et Mr Michel Perrin pour leur disponibilité, leur aide infatigable et leurs conseils nombreux.

## Résumé

Mon stage de 4<sup>ème</sup> année s'est déroulé entre le **01-06-2021** et le **31-08-2021**, pour une durée égale à 3 mois. Je l'ai effectué avec l'entreprise : ***Geosiris***. Pendant la durée de mon stage, j'ai exercé la fonction de *stagiaire recherche et développement*. Mon travail quotidien en tant que stagiaire était de mettre au point des modèles mathématiques et des algorithmes, de les implémenter en Matlab, puis de les tester sur différents points de données pour aboutir à des solutions.

## Table de Matière

<b>I.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
1	Sujet défini .....	4
1.1	Contexte .....	4
1.2	Objet du stage .....	8
2	Présentation de l'organisme.....	9
3	Rôle occupé .....	9
<b>II.</b>	<b>Description et Résultats .....</b>	<b>10</b>
1	Présentation de la problématique .....	10
1.1	Géologie .....	10
1.2	Problème à traiter .....	10
2	Quelques éléments de modélisation géométrique .....	11
2.1	Modélisation .....	11
2.2	Modèles de Surface.....	11
2.3	Modèle implicite .....	12
2.4	Structure de données pour le nuage de points .....	13
2.4.1	Nuage de points .....	13
2.4.2	Structure de données.....	13
3	Description des travaux antérieurs .....	13
4	Description de travaux de recherche et résultats .....	14
4.1	Interpolation .....	14
4.2	Approximation et sous-échantillonnage avec une grille régulière .....	15
4.3	Coupes horizon/plan .....	18
4.4	KdTree .....	19
5	Description des solutions techniques.....	21
5.1	Matlab .....	21
5.2	Description synthétique du code /architecture .....	21
6	Organisation su travail .....	23
<b>III.</b>	<b>Bilan .....</b>	<b>24</b>
1	Ce que j'ai apporté à l'entreprise.....	24
2	Ce que l'entreprise m'a apporté et ce que j'ai appris.....	24
3	L'apport de l'école .....	24
4	Mes points faibles et mes points forts .....	24
5	Mon retour d'expérience .....	24

# *I. Introduction*

## *1 Sujet défini*

### *1.1 Contexte*

Dans le sous-sol, les dépôts sédimentaires sont le plus souvent organisés en couches (unités) superposées les unes aux autres comme dans l'exemple suivant:

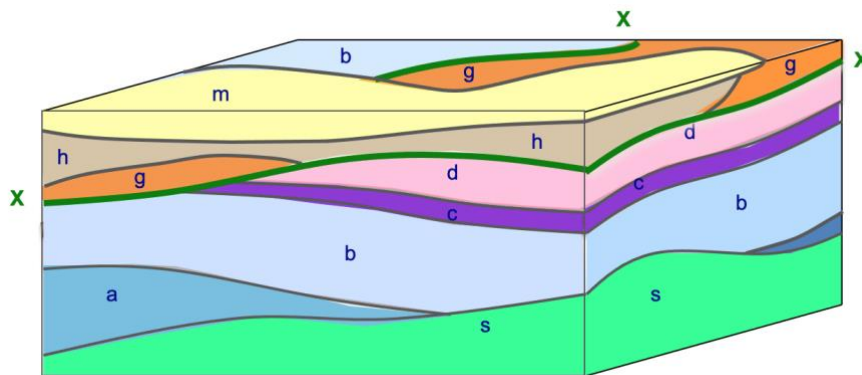
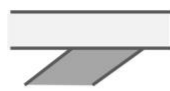


Figure 1 – Un dépôt sédimentaire

Il existe 4 types de relations possibles entre unités:



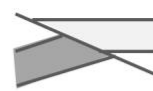
1. Concordance



2. Discordance



3. On Lap



4. Discordance + On Lap

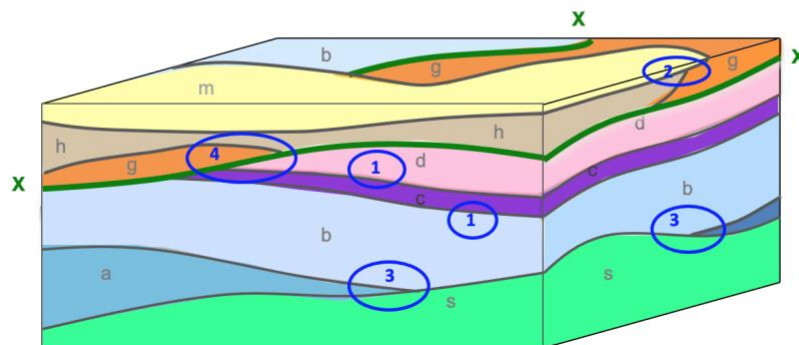


Figure 2 – Relations possibles entre unités

Une succession d'unités peut être divisée en paquets de strates concordantes (SUS = Stratigraphic Unit Stack : Pile d'unités stratigraphiques limitée à sa base par une surface d'érosion ).

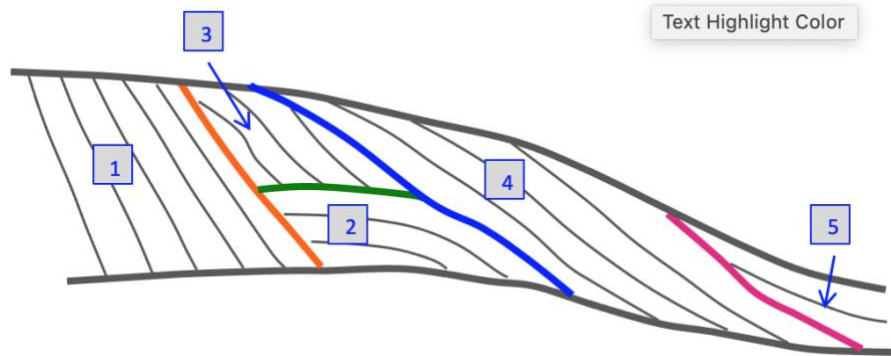


Figure 3 – Succession composée de 5 SUS

Chaque unité est limitée à son sommet, par une surface **Top** et, à sa base, par une surface **Bottom**.



Figure 4 – Unité limité par une surface **Top** et une surface **Bottom**

Dans une succession d'unités concordantes, le Top d'une unité est confondu avec le Bottom de l'unité située immédiatement au-dessus d'elle.

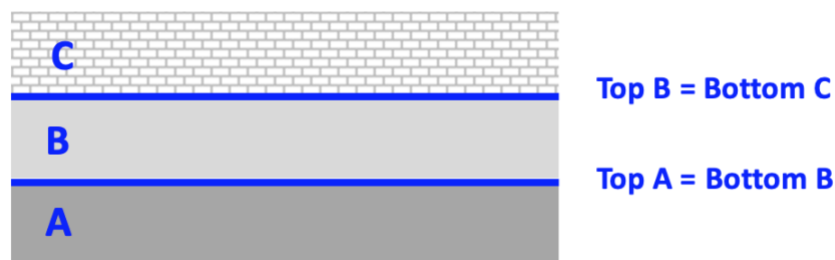


Figure 5 – Succession d'unités concordantes

Dans un **SUS**.

Les couches sont interrompues sous une **surface de discordance** (cas des SUS 1 et 3 ci-dessous)

Les couches s'arrêtent au dessus d'une **surface On Lap**. (cas des SUS 2 et 3 ci-dessous).

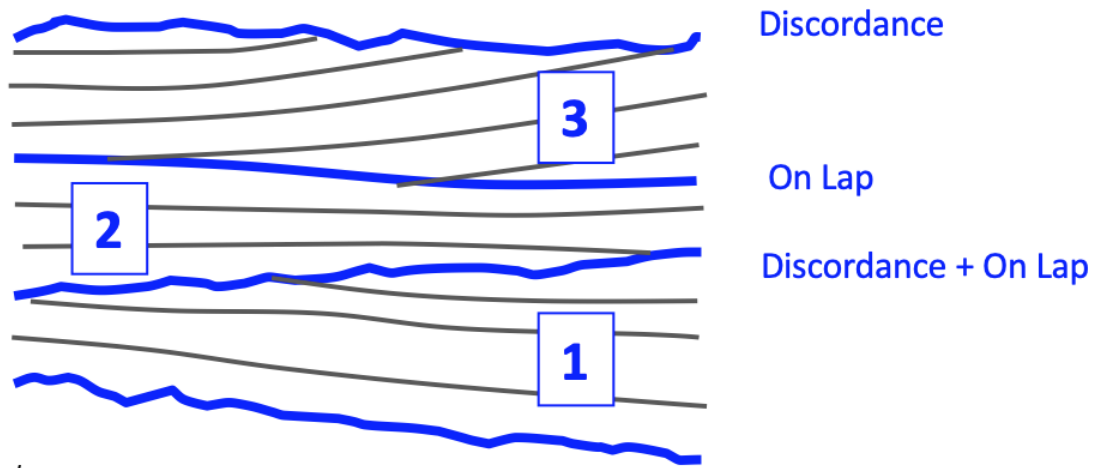


Figure 6 – Succession d'unités concordantes

Des représentations 3D du sous-sol géologique (**géo-modèles 3D**) sont construites en vue de quantifier les ressources en pétrole disponibles dans les réservoirs.

On construit en premier lieu un modèle structural (**Structural Framework**) en assemblant les différentes surfaces géologiques : les limites de couches (**horizons**) et les surfaces de **failles**.

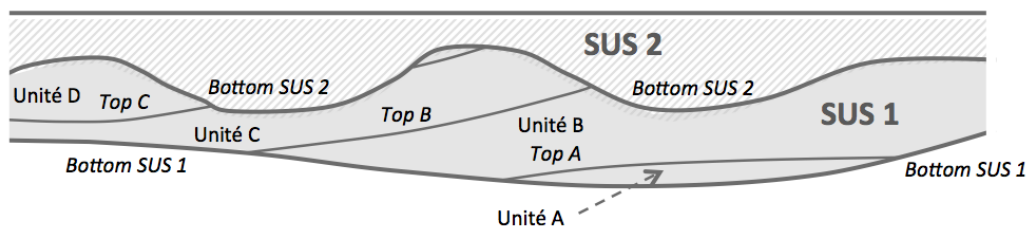


Figure 7 – un modèle structural de deux SUS

Les volumes délimités par les différentes surfaces sont ensuite maillés et des propriétés sont affectées à chacune des mailles pour préciser la nature des roches présentes et leurs caractéristiques (par exemple leur porosité)

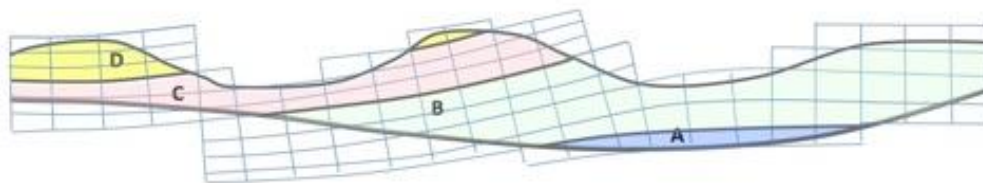


Figure 8 – Maillage des surfaces

Les propriétés ne sont connues que ponctuellement à la verticale des sondages. Elles sont estimées sur l'ensemble des volumes grâce à des simulations géostatistiques, qui doivent être opérée sur des maillages cartésiens dans les espaces de dépôt.

Pour chaque SUS, une correspondance doit donc être établie entre l'espace actuel et l'espace de dépôt dans lequel les couches sont disposées à plat.

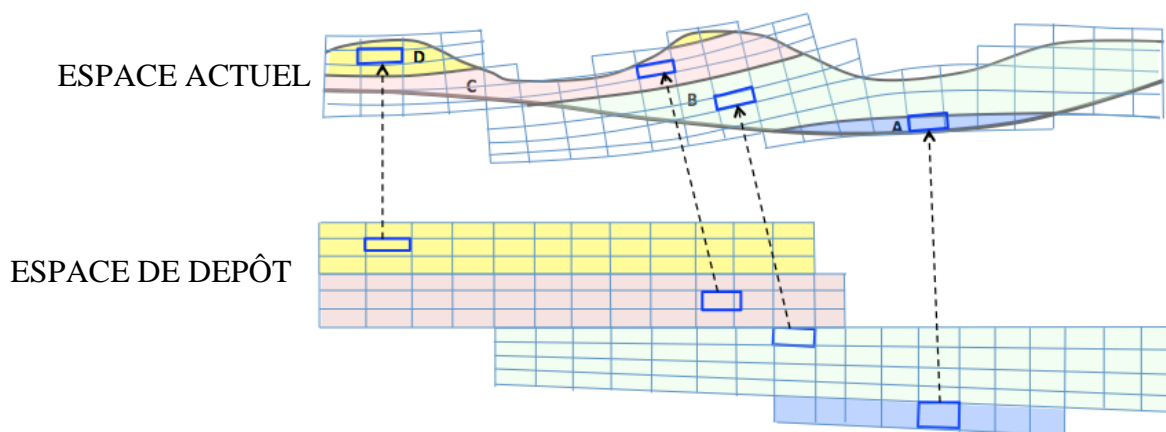


Figure 9 – Correspondance entre l'espace actuel et l'espace de dépôt



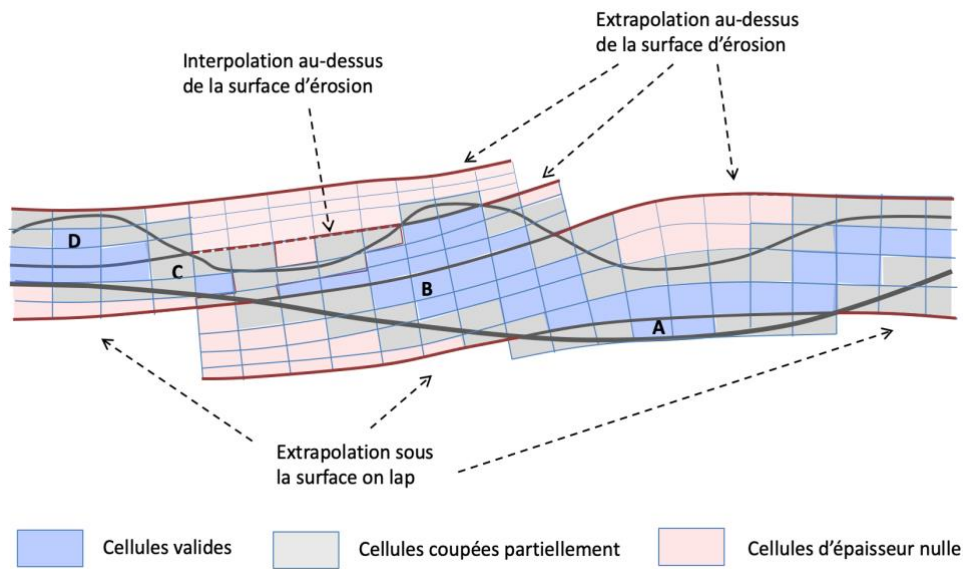


Figure 10 – Caractérisation des cellules de la stratigraphie

Chacune des cellules des maillages doit être caractérisée comme valide, coupée partiellement ou d'épaisseur nulle. Cette caractérisation peut être effectuée dans l'espace actuel après qu'on ait prolongé virtuellement les horizons dans les parties érodées et sous les surfaces on lap.

## 1.2 Objet du stage

Il s'agira de réaliser dans l'espace actuel, les interpolations et extrapolations d'horizons qui permettront la construction dans les espaces de dépôt de maillages cartésiens requis pour les simulations géostatistiques

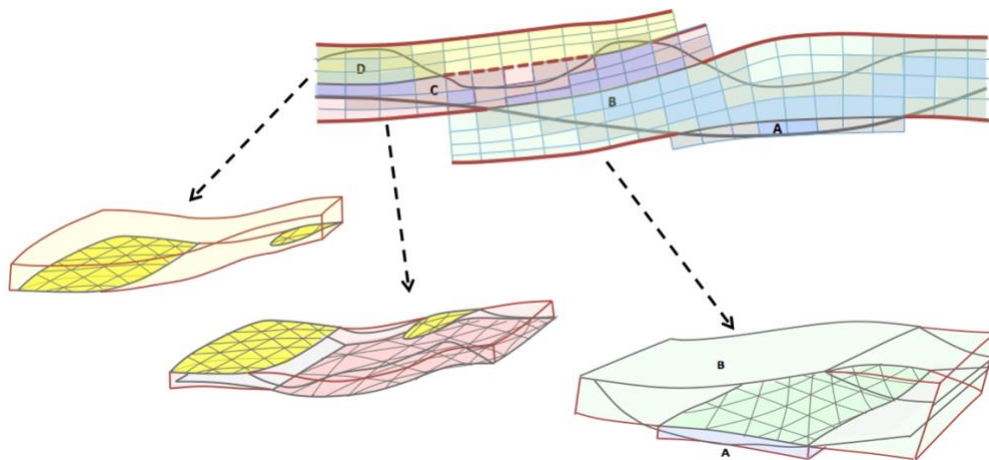


Figure 11 – Les interpolations et extrapolations à réaliser

## *2 Présentation de l'organisme*

**GEOSIRIS** : est une petite entreprise innovante fondée en 2012 par des chercheurs d'IFPEN et de MINES ParisTech. Son objectif est de tirer parti des résultats de recherche avancés dans le domaine des géosciences pour développer des applications logicielles dédiées à la modélisation du sous-sol et aux études de réservoirs souterrains.

**Geosiris** propose des services et des nouvelles technologies dans le domaine de la géo-modélisation (de l'interprétation sismique à la saisie de simulation).

**GEOSIRIS** : est une société axée sur la technologie avec une expertise dans les projets de soutien technique d'exploration et de production. Son cœur de métier est d'assister et d'accompagner les grandes entreprises O&G dans l'exploration et le développement de nouveaux champs par le biais du réexamen des données (réinterprétation sismique, refonte de la géologie structurale régionale, amélioration des modèles géologiques et réservoirs, revue des diagraphies de puits...). elle collabore avec des experts E&P bien connus.

**GEOSIRIS** : collabore avec différentes Universités :  
Poitiers, Strasbourg, Aix-Marseille, Pau et Pays de l'Adour (France).  
Université fédérale de Rio Grande do Sul (Brésil).

**GEOSIRIS** : est membre actif du Consortium Energistics ([www.Energistics.org](http://www.Energistics.org)) et coopère avec Total, BP, Exxon, Chevron, Statoil, Aramco, Paradigm, CMG, Schlumberger, Emerson Roxar, IFP Energies Nouvelles etc.) pour définir un standard d'interopérabilité dans le domaine des Géosciences Pétrolières.

**GEOSIRIS** : est également Partenaire et prestataire de sociétés d'exploitation comme Total et EGIS Géotechnique et d'éditeurs de logiciels comme Schlumberger, Paradigm, INT/X.

## *3 Rôle occupé*

Mon rôle consiste à faire des recherches sur des modèles mathématiques, des algorithmes et des éléments qui peuvent être utiles, puis les implémenter en Matlab, ensuite faire des tests sur différents points de données pour aboutir à des solutions que je discute après avec mes tuteurs afin d'obtenir leur validation pour pouvoir livrer mes solutions aux responsables de Geosiris et passer à résoudre d'autres problèmes en suivant les mêmes étapes.

## II. Description et Résultats

### 1 Présentation de la problématique

#### 1.1 Géologie

Comme le sujet du stage appartient au domaine de la Géologie, je commence par définir quelques mots techniques de ce domaine :

**Stratigraphie** : est une succession des différentes couches géologiques ou strates séparées par des horizons

**Dépôt sédimentaire** : processus par lequel des sédiments ou certaines roches volcaniques ou des altérites sont ajoutés sur une couche plus ancienne

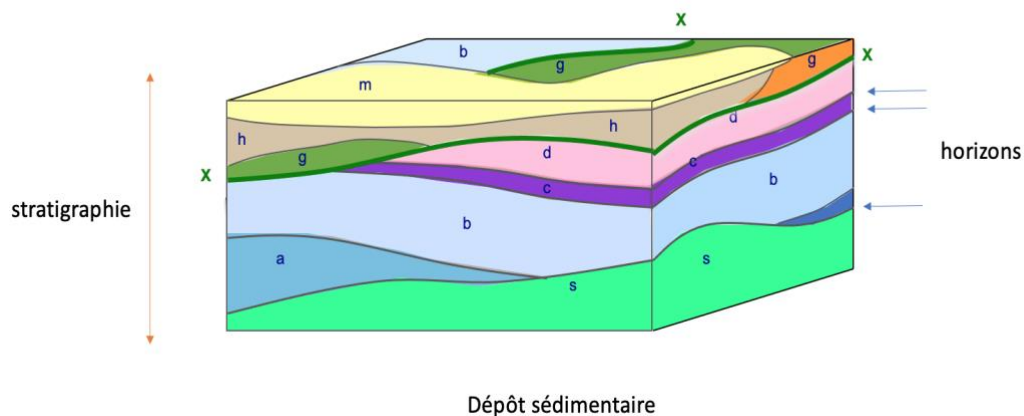


Figure 12– Stratigraphie

#### 1.2 Problème à traiter

Les données obtenues soit par sismique ou par forage sont très incomplètes, autrement dit, les données existent sur certains horizons quand elles manquent sur d'autres. Ces données manquent pour plusieurs raisons, comme l'érosion ou parce que les méthodes utilisées n'ont pas abouti à les extraire tout simplement. Ajoutant à cela le fait que l'épaisseur des couches sédimentaires relativement continue et les surfaces sont lisses.

Le but est de tester des approches implicites pour la reconstruction approximative des données manquantes dans les modèles de réservoirs pétroliers afin d'extrapoler les données sur les bords et boucher les trous.

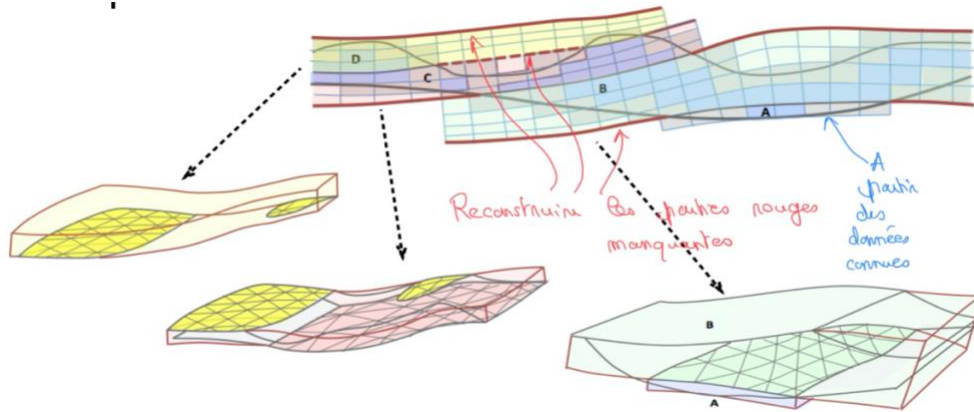


Figure 13 – Données

## 2 Quelques éléments de modélisation géométrique

### 2.1 Modélisation

L'approche pour traiter notre problème est de voir l'information de manière globale, c'est-à-dire que les données manquantes sur un horizon vont être remplacées par les données existantes sur un autre horizon, c'est pour cette raison qu'on cherche à modéliser les surfaces (horizons) et le volume (stratigraphie)

### 2.2 Modèles de Surface

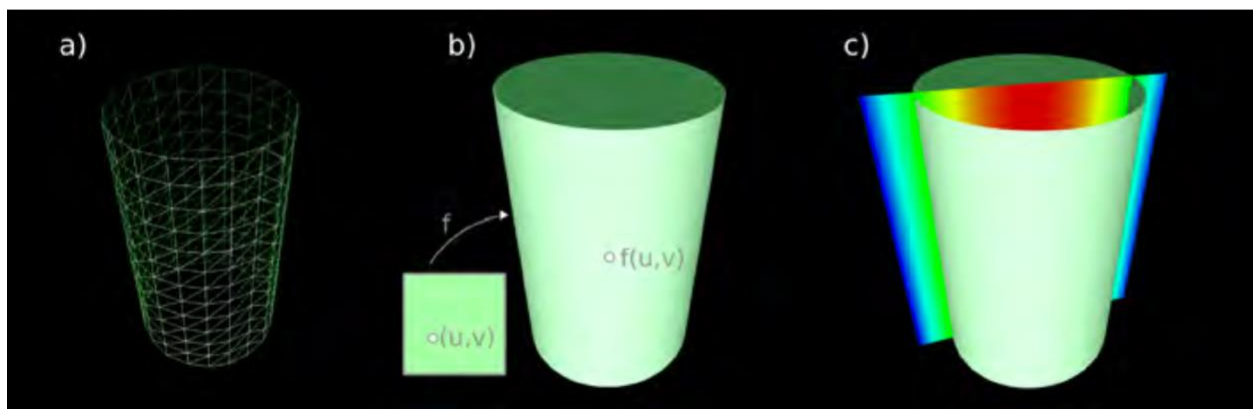


Figure 14 – Illustration de trois types de modèles surfaciques :  
a) maillage, b) surface paramétrique, c) surface implicite

- les maillages (triangulaires, quadrangulaires, polygonaux), modèles discrets, composés de faces reliées par leur bord. Les maillages ont connu un essor très important à partir des années 90 par la combinaison de souplesse, d'expressivité et d'efficacité (entre autre pour

leur rendu) qu'ils offrent. Par ailleurs les maillages triangulaires et cubiques trouvent leurs racines dans la topologie algébrique (complexes simpliciaux et cubiques).

- les courbes et surfaces paramétriques, modèles analytiques (ou “continus”, par opposition aux modèles discrets) ont constitué le modèle de prédilection des premiers travaux de modélisation géométrique (avec les travaux, entre autres, de P. Bézier, P. De Casteljau, S. Coons dans les années 70). Les modèles paramétriques offrent une bonne expressivité tout en assurant, par nature, que les surfaces modélisées sont lisses (ce qui peut néanmoins être un handicap pour représenter des lignes saillantes). En revanche, la nécessité de définir un domaine de paramétrisation et la nature des équations des modèles paramétriques rendent certaines opérations complexes (intersections, déformations, modification locale des surfaces ...)
- les surfaces implicites, modèles analytiques également, constituent un domaine déjà ancien en Mathématiques et Mathématiques appliquées. L'émergence des techniques de numérisation (scanners Laser, stéréo-photogramétrie, IRM ...) a ramené ces modèles sur le devant de la scène, en particulier en termes de reconstruction à partir de nuages de points. Les modèles implicites échappent à la contrainte de la paramétrisation et offrent des garanties de continuité géométrique de par leur nature même. En revanche, ces avantages constituent également des inconvénients : rendu non trivial, sur-lissage (et donc difficulté à modéliser des lignes saillantes).

## 2.3 Modèle implicite

Les surfaces implicites sont les seules qui modélisent les surfaces et les volumes et sont les plus adéquates pour la reconstruction à partir de nuages de points, donc on a opté pour ce choix et parmi les surfaces implicites, il y'a les surfaces RBF (Fonctions à Base Radiale) qui ont de bonnes propriétés d'interpolation et de régularité, et c'est ce qu'on cherche. D'ailleurs, ils sont utilisés dans les travaux de Carr et al dans les années 80 pour la reconstruction de surface. La fonction à base radiale qu'on a choisi est Thin plate RBF ( $\varphi(r) = r^2 \cdot \log(r)$ , RBF de plaque mince) parce qu'elle donne des surfaces rigides et elle est citée dans les travaux de Julien Renaudeau.

$$f(X) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \varphi(\|X - P_i\|) + \sum_{j=1}^k \beta_j \pi_j(X)$$

Avec :  $\varphi(r) = r^2 \cdot \log(r)$   
RBF de plaque mince

Polynôme de degré k

collocations

Collocations : les points de données sur lesquelles sont centrés les autres points.

L'ajout du polynôme du degré  $k$  est nécessaire pour assurer la propriété d'interpolation de la fonction  $f$  vu que la fonction implicite  $\varphi$  choisie est faible pour l'interpolation mais elle a de meilleures propriétés de rigidité

## *2.4 Structure de données pour le nuage de points*

### *2.4.1 Nuage de points*

Le nuage des points constituant les horizons sont non structurés, donc on a cherché à les regrouper et les organiser dans une structure afin d'éviter de parcourir tous les points de données, autrement dit, d'éviter la complexité  $O(N)$  à chaque fois, avec  $N$  : le nombre total des points de données.

### *2.4.2 Structure de données*

Les structures de données envisageables pour organiser le nuage des points sont :

Grille régulière : permet une subdivision très basique en regroupant les points qui sont proches dans une même cellule .

Kd-tree : une structure de données de partition de l'espace permettant de stocker des points, elle permet une subdivision plus souple par rapport aux données

Octree : une structure de données de type arbre dans laquelle chaque nœud peut compter jusqu'à huit enfants. Les octrees sont le plus souvent utilisés pour partitionner un espace tridimensionnel en le subdivisant récursivement en huit octants.

## *3 Description des travaux antérieurs*

Dans les modèles de réservoir, les failles peuvent être simplement représentées par des limites extérieures de blocs géologiques maillés, qui ne correspondent qu'approximativement aux géométries des surfaces de failles réelles. Comme les failles fournissent des informations importantes pour interpréter l'évolution géologique, les géologues souhaitent souvent utiliser des représentations plus précises. L'enjeu est alors d'intégrer de manière optimale les données issues des campagnes sismiques. Dans les coupes sismiques, les failles sont signalées par des interruptions d'horizon et leur sélection est affectée par l'incertitude. Pour minimiser les irrégularités de la sélection de failles résultantes, les géomodélistes les approximent actuellement par des surfaces mathématiques sur lesquelles ils construisent généralement des surfaces paramétriques ou maillées (linéarisées, triangulées et maillées).

Pour construire des cadres structuraux scellés, les géomodélistes opèrent actuellement des intersections « précises » sur des objets de surface qui se rapprochent des horizons et des failles. Mais, en réalité, une faille correspond généralement à un objet 3D constitué d'une mince plaque de roches craquelées générant un bruit sismique., une fonction implicite ayant une valeur nulle sur la surface médiane du volume et des valeurs finies positives et négatives sur ses limites peut fournir une meilleure représentation des fautes basée sur la partition spatiale.

La méthodologie proposée de représentation implicite des défauts présente des avantages significatifs. Il simplifie les procédures de géo-modélisation et permet d'éviter les incohérences topologiques dues aux intersections de surfaces triangulées. La méthodologie facilite l'analyse



des géométries des failles et peut être utilisée avec profit pour décrire et interpréter la tectonique fragile géologique et régionale à une échelle locale ou régionale. Les travaux futurs consisteront notamment à construire une interface permettant aux utilisateurs de sélectionner et de trier les données d'entrée et de choisir facilement les valeurs des paramètres de modélisation.

## 4 Description de travaux de recherche et résultats

Comme j'ai effectué un stage R&D, les résultats font partie intégrante du processus de recherche.

### 4.1 Interpolation

Elle consiste à trouver un modèle qui passe par les données. Dans ce cas, les collocations seront tous nos points de données. Alors pour résoudre le système

$$\forall X_i \text{ point de donnée}$$

$$f(X_i) = c_i$$

On serait amené à inverser une matrice  $N \times (N+K)$  qui est cher en terme de complexité, Pourtant les résultats obtenus semblent bien marcher

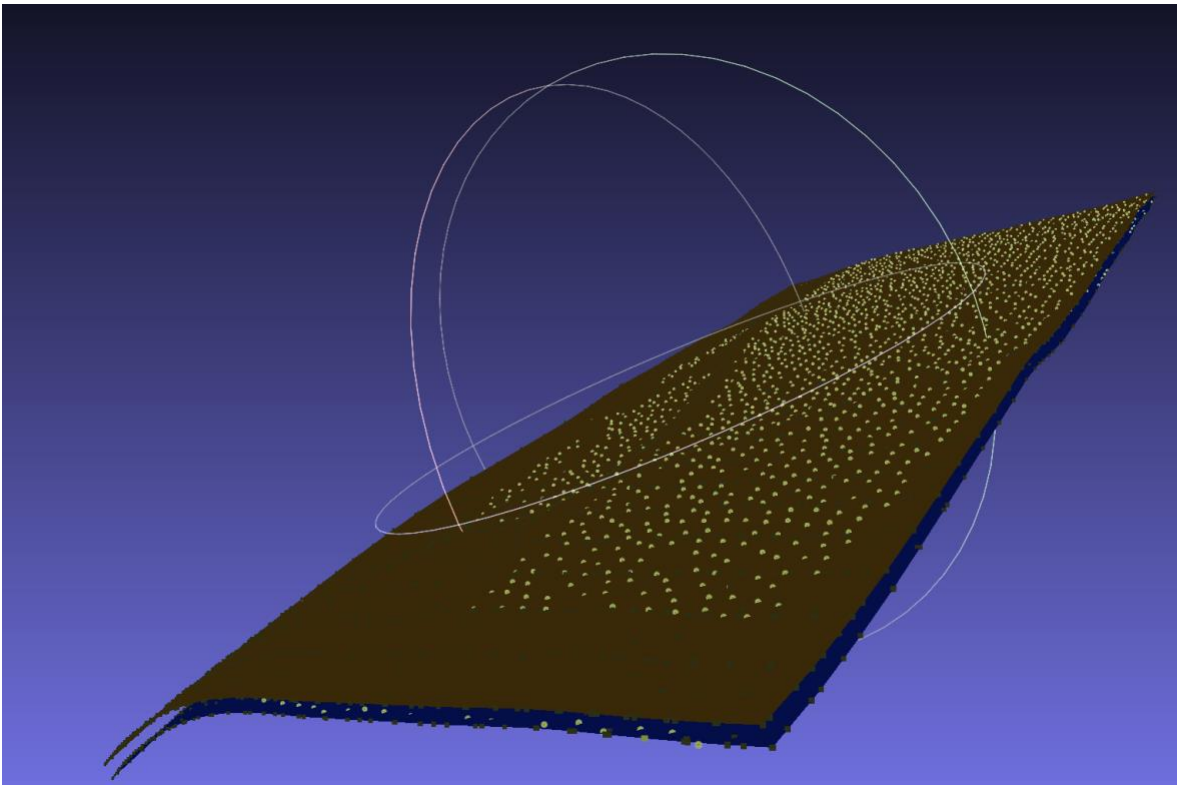


Figure 15 – Surfaces obtenues pour les données **Brent/Dunlin**

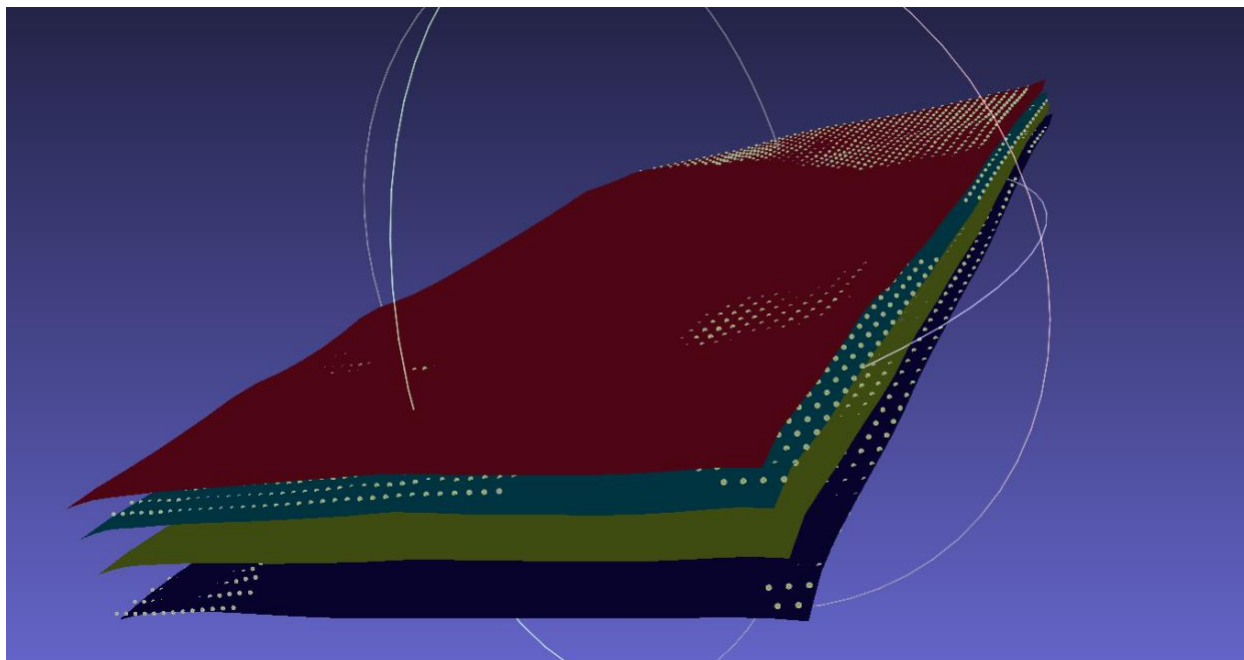


Figure 16 – Surfaces obtenues pour les données **Volve**

## 4.2 Approximation et sous-échantillonnage avec une grille régulière

Afin de rendre la complexité plus faible, on a remplacé l'approche d'interpolation par l'approche d'approximation qui consiste juste à trouver le modèle le plus proche des données, donc dans ce cas, les collocations seront des points représentant des données ; ces collocations vont être choisis en effectuant un sous échantillonnage des points avec une grille régulière, les collocations seront les barycentres des cellules pleines de la grille.

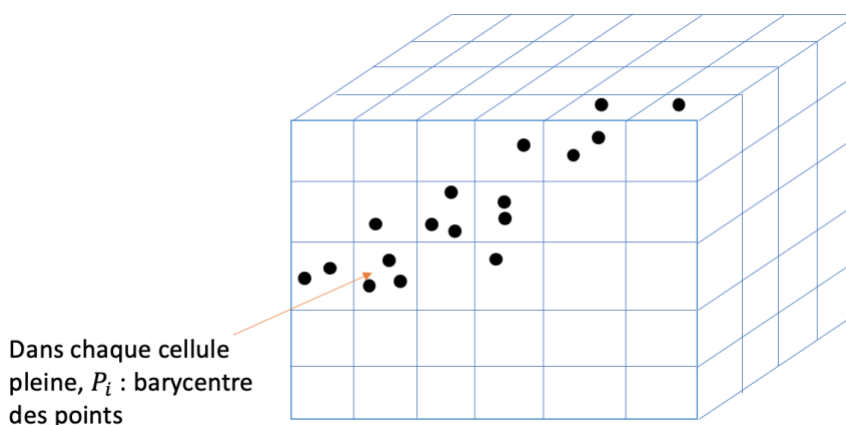


Figure 17 – sous échantillonnage avec une grille régulière

Pour s'approcher des données, il faut minimiser la fonction  $J$  suivante (somme des erreurs aux carrées) :



$$J(\vec{\alpha}, \vec{\beta}) = \sum_{i=1}^N (f_{\vec{\alpha}, \vec{\beta}}(X_i) - c_i)^2$$

Résoudre ce système consiste à inverser une matrice  $N \times (n+k)$ ,  $n$  est le nombre de collocations ( $n \ll N$ ), ce qui est un grand gain en terme de complexité par rapport à ce qu'on avait auparavant. Par contre, c'est à l'utilisateur de choisir les paramètres de la grille régulière (le nombre de cellules à avoir selon les trois dimensions  $x, y, z$ ), Un mauvais choix de ces paramètres peut mener vers de mauvais résultats.

Résultats :

- Bon choix de paramètres

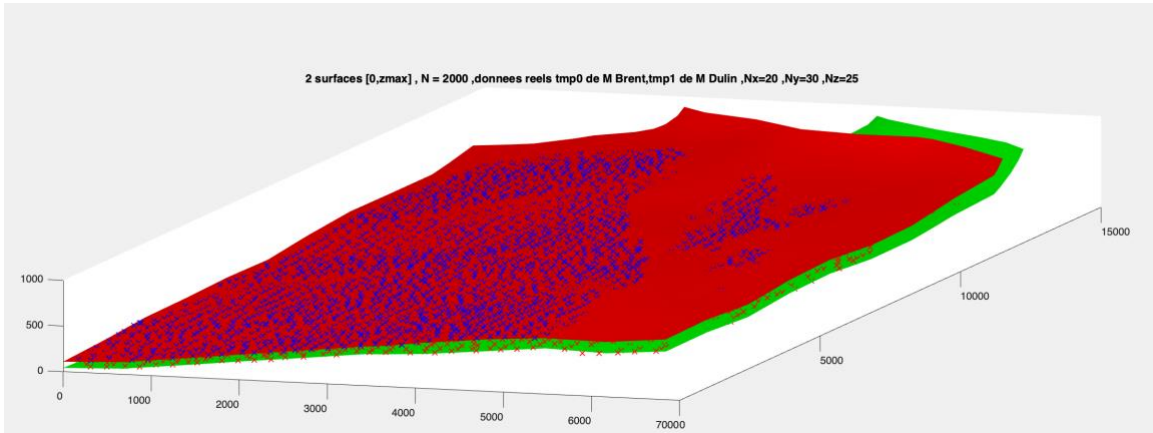


Figure 18 – Surfaces obtenues pour les données **Brent/Dunlin** avec  $N_x = 20, N_y = 30, N_z = 25$

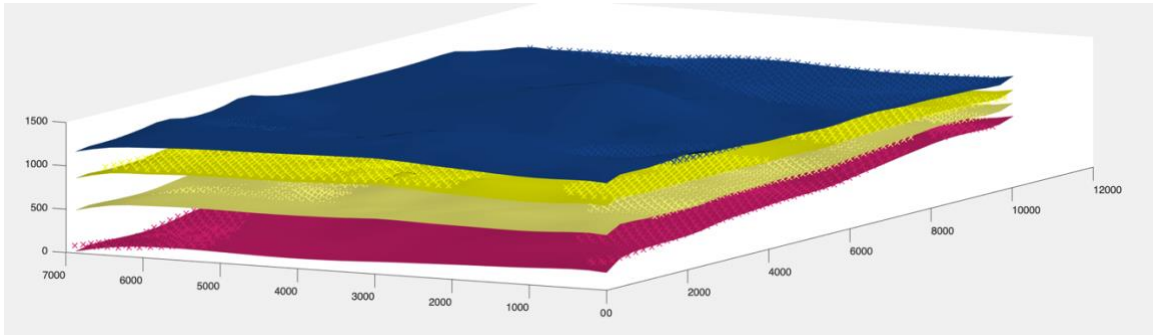


Figure 19 – Surfaces obtenues pour les données **Volve** avec  $N_x = 20, N_y = 20, N_z = 10$

Pour s'assurer que les surfaces obtenues sont proches des points de données, on calcule la distance entre les points de données de chaque horizon et la surface obtenue pour l'horizon grâce à CloudCompare et on trouve effectivement que la plupart des points sont à la distance 0 de la surface correspondante.

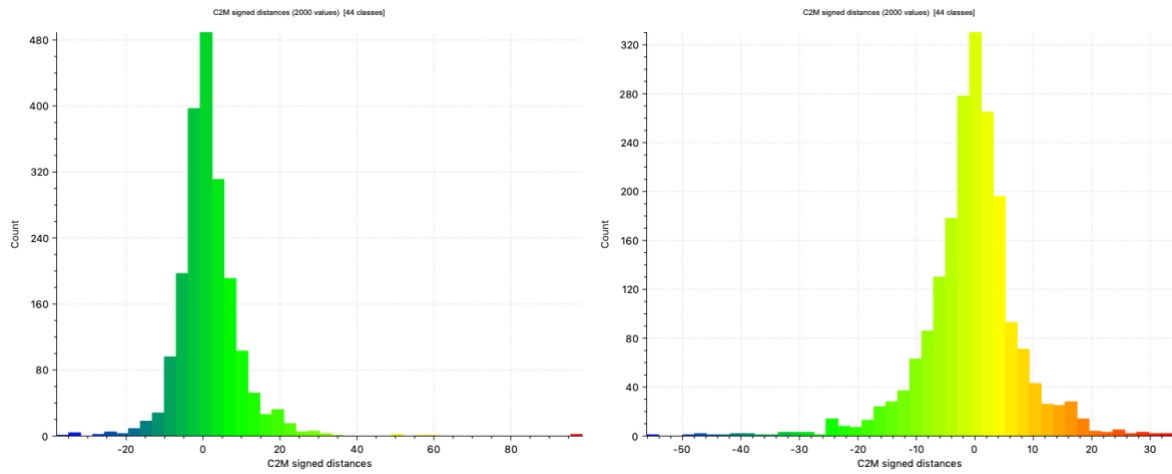


Figure 20 – Histogrammes (Nombre de points/distance) pour les données **Brent/Dunlin**

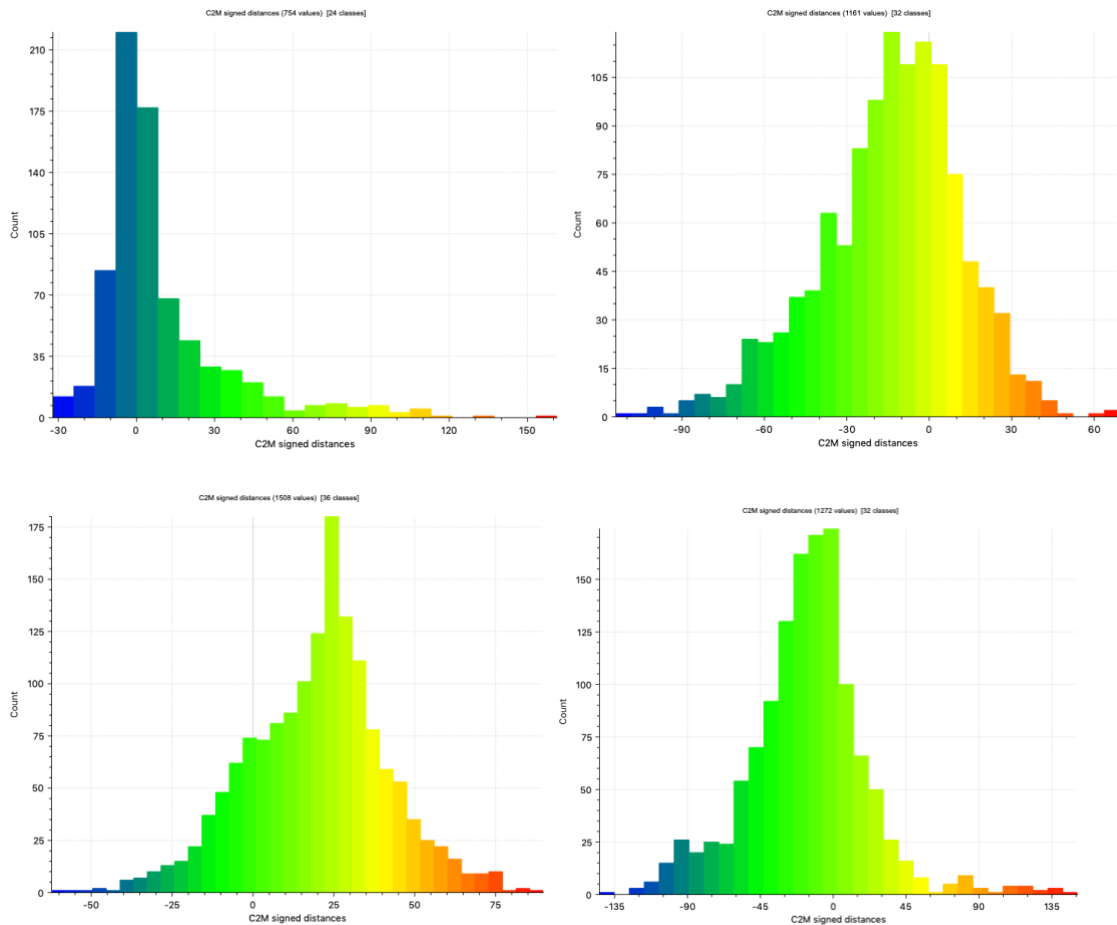


Figure 21 – Histogrammes (Nombre de points/distance) pour les données **Volve**

- Mauvais choix de paramètres

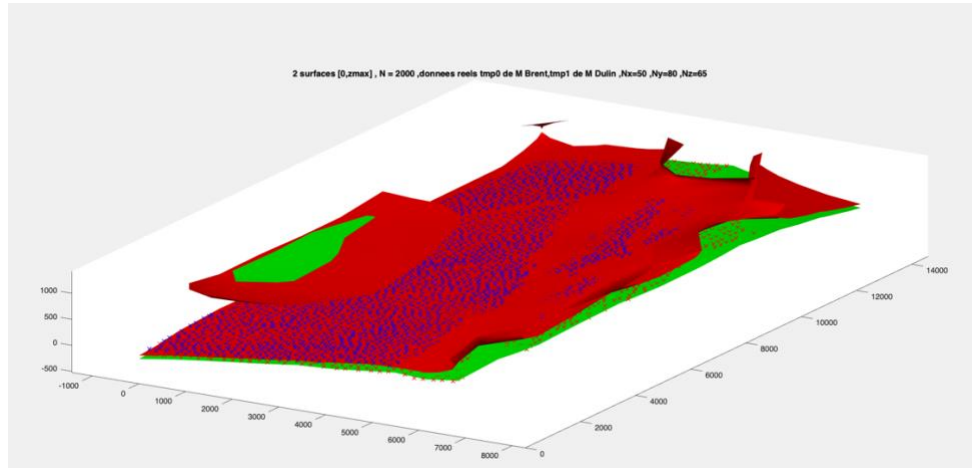


Figure 22 – surfaces obtenues pour les données **Brent/Dunlin** avec  $N_x = 50, N_y = 80, N_z$

### 4.3 Coupes horizon/plan

Comme on peut le remarquer sur la figure 22, le choix des paramètres effectué a donné de mauvaises surfaces. Pour comprendre d'où vient le problème, on a voulu afficher les lignes d'intersections entre les horizons et un plan vertical aux horizons

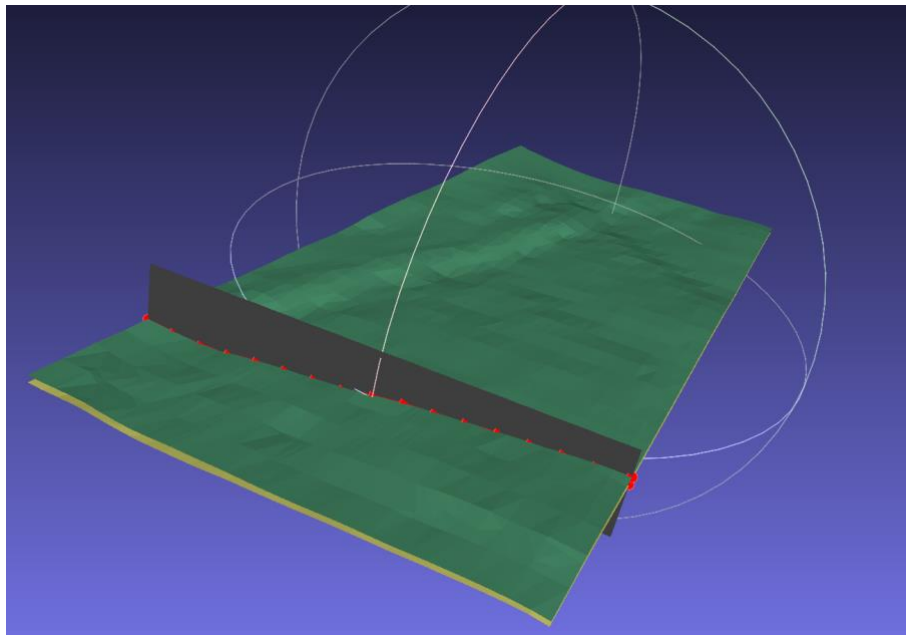


Figure 23 – Lignes d'intersections entre le plan et les Horizons des données **Brent/Dunlin**

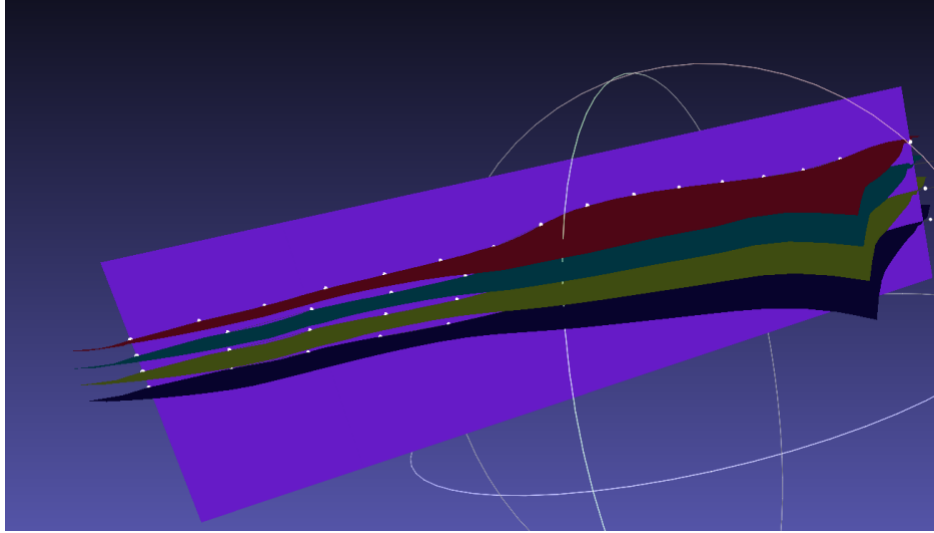


Figure 24 – Lignes d'intersections entre le plan et les Horizons des données **Volve**

Ce qu'on comprend d'après ces résultats, c'est qu'il faut effectuer un sous échantillonnage par horizon et avec une structure plus adaptative et anisotrope (les propriétés sont différentes selon les directions de l'espace), d'où le choix de KdTree

#### 4.4 KdTree

En effectuant un KdTree sur chaque horizon des points de données, on construit pour chaque horizon, des voxels dont le nombre des points est plus petit que seuil voxel (le nombre maximum de points qu'on peut avoir dans un voxel). Les collocations de l'horizon seront les barycentres des voxels de l'horizon et les collocations de toutes la stratigraphie seront l'union des collocations de tous les horizons.



Figure 25 – Schéma général de KdTree

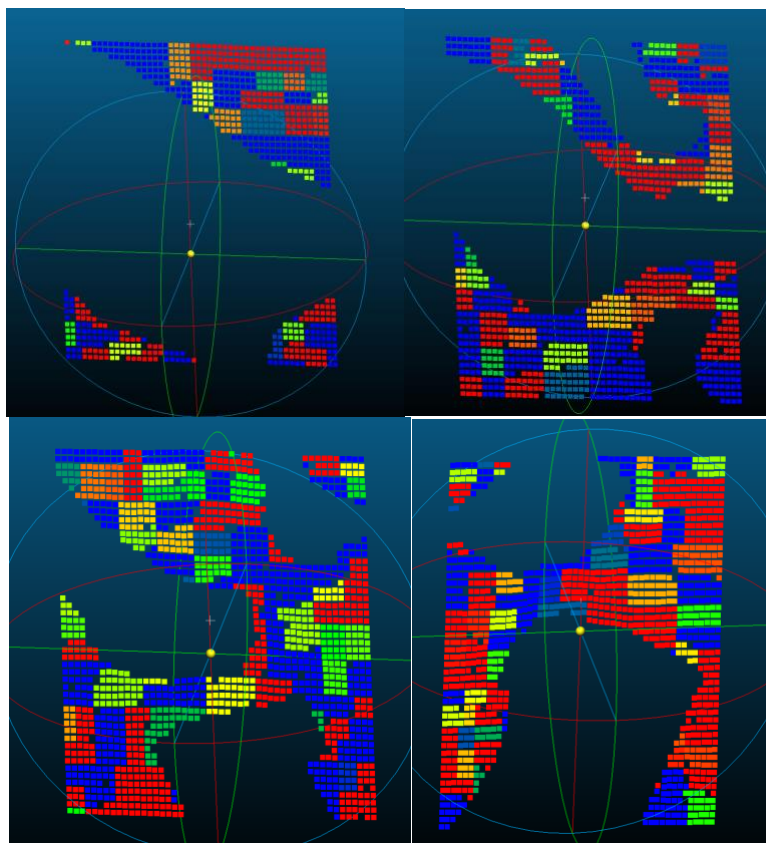


Figure 26 – les voxels des 4 horizons de **Volve** pour un seuil voxel de 50

Quelque soit le seuil voxel choisi , on obtient de bons résultats .

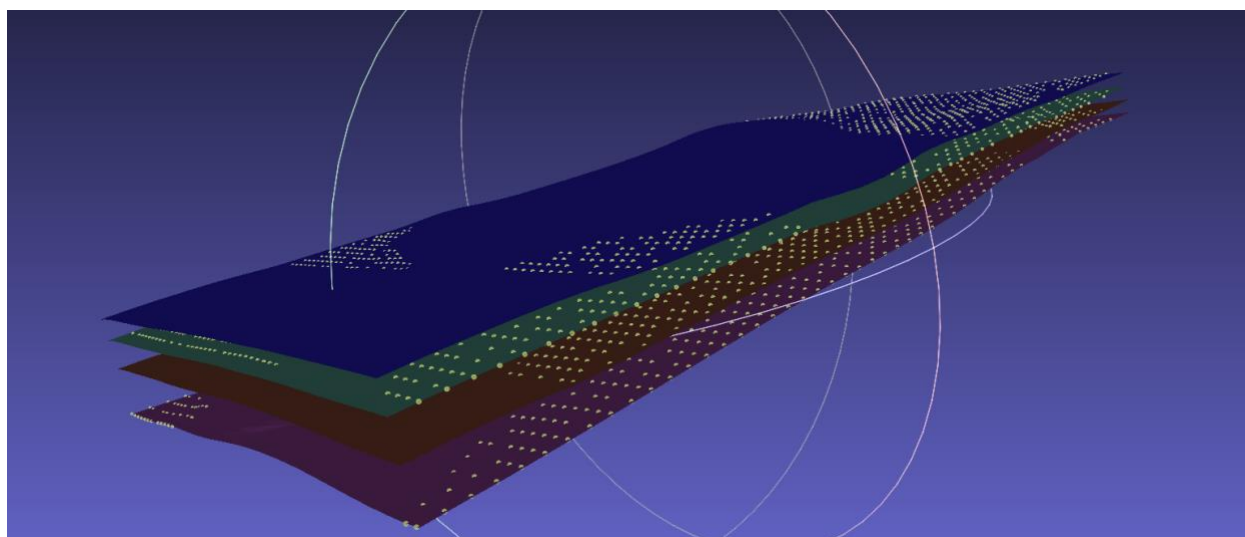


Figure 27 — Surfaces obtenues pour les données de **Volve** pour un seuil voxel de 5

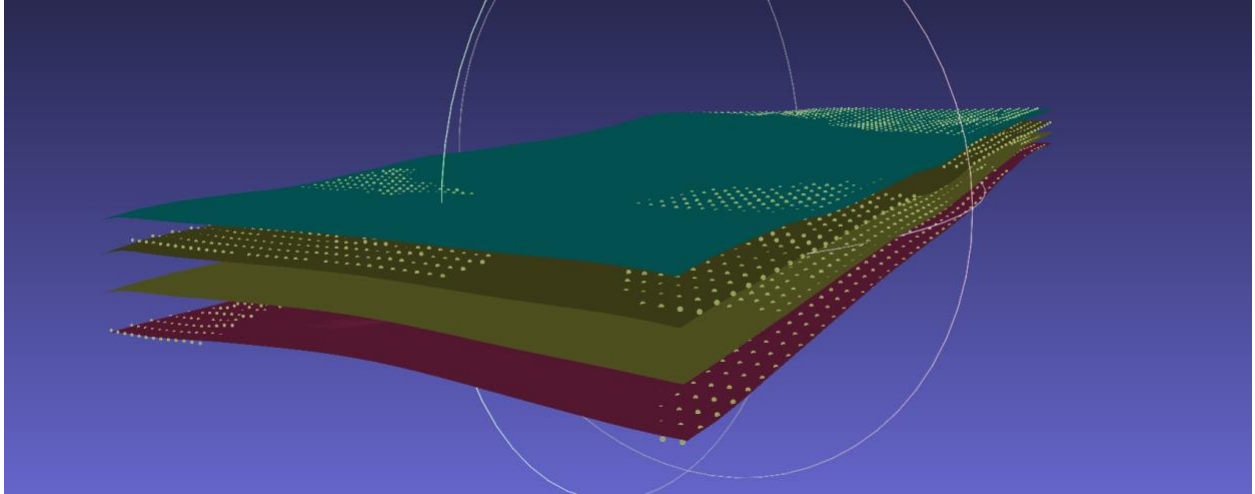


Figure 28 — Surfaces obtenues pour les données de **Volve** pour un seuil voxel de **50**

## 5 Description des solutions techniques

### 5.1 Matlab

Coder avec Matlab est imposé par mes tuteurs car c'est l'outil de prototypage de tout ce projet R&D car il est très efficace pour le prototypage numérique. Le portage en C++ est réalisé une fois les algorithmes validés par l'ingénieur de recherche de **Geosiris**

### 5.2 Description synthétique du code /architecture

Le schéma général du code est composé de **4 parties** :

- **Partie 1 : valeurs de potentiels**  
On donne à chaque horizon  $i$  une valeur de potentiel  $c_i = i$
- **Partie 2 : choix des collocations**  
On choisit les collocations au début par une grille régulière, après avec KdTree
- **Partie 3 : reconstruction de la fonction  $f$**   
On reconstruit notre fonction implicite  $f$  après résolution du système des moindres carrées en utilisant les points de données, les collocations et les valeurs de potentiel  $c_i$
- **Partie 4 : représentation des surfaces**  
On représente la surface correspondante à chaque horizon  $i$  (  $f(X) = c_i$  )

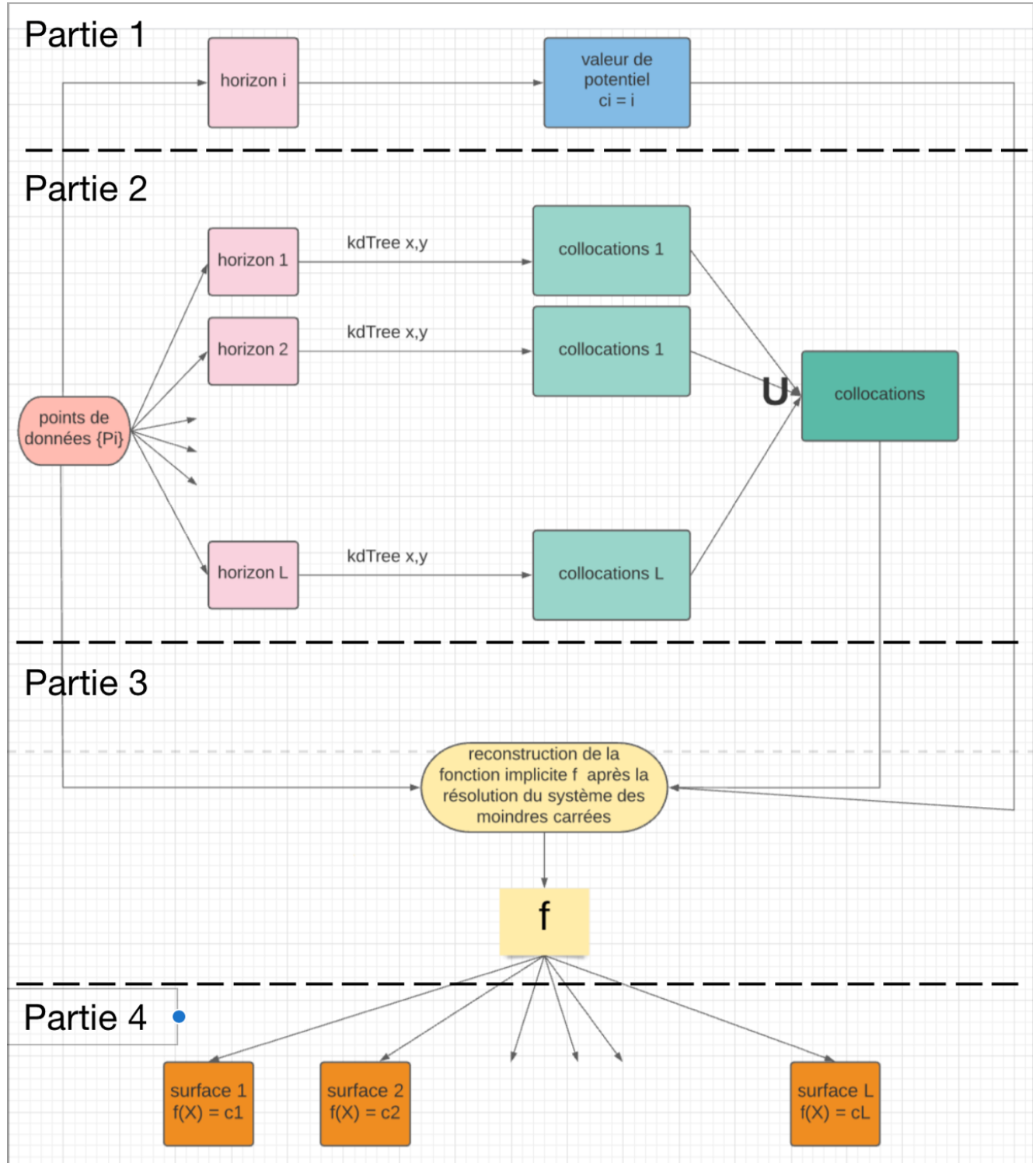


Figure 29 – Schéma général du Code

## 6 Organisation su travail

Le travail est organisé selon 5 étapes essentielles qui forment une boucle :

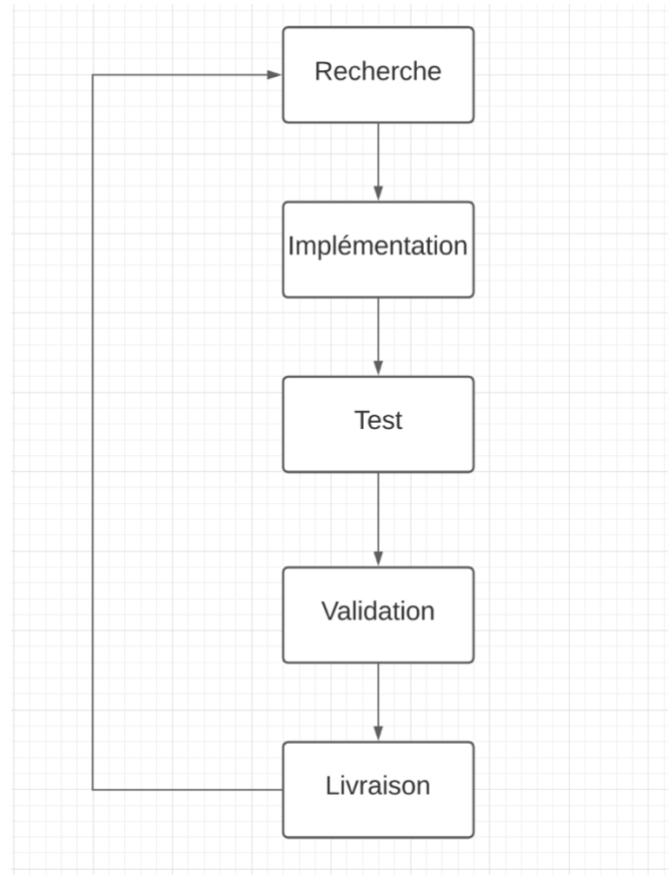


Figure 30 – Organisation du travail

Le plan du travail du stage est désigné lors d'une réunion avec Geosiris à Marseille, les tâches demandées étaient la continuité de mon projet de 4A où j'ai pu implémenter, tester et valider la partie de l'interpolation.

Pendant le stage, j'ai fait deux importantes livraisons (description détaillée et code commenté), la première concernant l'intersection entre les horizons et le plan de la coupe, plus la distance entre les surfaces et les points de données. La deuxième est constitué de l'algorithme de KdTree, c'est-à-dire les méthodes qui font les tâches suivantes :

- création des voxels pour chaque horizon
- calcul des collocations de chaque horizon
- l'union des collocations



### ***III. Bilan***

#### ***1 Ce que j'ai apporté à l'entreprise***

En tant que stagiaire chez Geosiris, j'ai apporté mon savoir faire que j'ai acquis tout au long de mon parcours scolaire, particulièrement en mathématique car j'ai pu comprendre le modèle mathématique proposé, en informatique, en implémentant le modèle en Matlab sans oublier les qualités qu'on développe chaque jour dans l'école comme la recherche, l'autonomie, l'organisation, la rigueur et la bonne communication.

#### ***2 Ce que l'entreprise m'a apporté et ce que j'ai appris***

L'entreprise m'a offert l'opportunité de découvrir le monde de R&D, de travailler dans un projet dont les utilités dans le monde réel sont très importantes puisqu'on parle du domaine pétrolier. Sans oublier le grand honneur que j'ai eu en travaillant directement avec des chercheurs très qualifiés et qui ont cumulé des années d'expériences dans la géo-modélisation comme Mr Jean-françois Rainaud, Madame Alexandra bac et Mr Marc Daniel, c'est une énorme valeur ajoutée, dans mon parcours, de bénéficier de leurs conseils et leurs instructions.

#### ***3 L'apport de l'école***

Dans ce stage, j'ai pu combiner les différentes connaissances que j'ai apprises à l'école à l'aide des professeurs, la rigueur dans l'implémentation du code m'a servi énormément pour pouvoir produire un code lisible et compréhensible. Un autre point important que l'école m'a apporté, c'est de pouvoir organiser son temps et son effort pour aboutir à rendre les projets tout en respectant les délais imposés.

#### ***4 Mes points faibles et mes points forts***

Mes points forts :

- je suis une personne persévérante, je ne lâche pas facilement, donc j'essaie tous les chemins qui peuvent m'emmener vers la solution.
- J'adore bien comprendre tous ce qui me paraît très compliqué, résoudre les problèmes et dépasser toute sorte d'obstacles.
- J'arrive à travailler en autonomie et s'organiser tout seul, ce qui le prouve, c'est le fait d'effectuer ce stage à distance.

Mes points faibles :

- Mon grand point faible c'est que je donne tout seulement pour les projets qui me plaisent, donc je trouve une difficulté énorme à faire sortir mes qualités quand le problème ou la tâche à faire ne me donne pas envie.
- Parfois, je n'arrive pas à bien expliquer mes idées aux autres

#### ***5 Mon retour d'expérience***

Ce stage effectué à Geosiris était un grand plaisir pour moi, j'ai appris plein de choses, j'ai découvert le monde de R&D et j'ai pu contribuer dans un projet très important pour la société.

Donc je tiens à remercier beaucoup tous les employés de Geosiris et particulièrement Madame Alexandra bac qui m'a ouvert les portes vers cette expérience incroyable.