



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM**

**Faculté des Sciences Exactes & de l'Informatique  
Département de Mathématiques et d'Informatique  
Filière Informatique**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique  
Option : Systèmes d'information géographiques**

**Mise en œuvre d'un système d'information  
Géographique pour la gestion du transport du  
hydrocarbure par canalisation**

***Présenté par :***

**Larbaoui Abdelmalek**

**Haouach Habib**

***Encadré par:***

***Mme S.SIDIYKHLÉF***

**Année Universitaire 2012/ 2013**



## Remerciement

*Tout d'abord, nous tenons à remercier ALLAH clément et miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener bien ce modeste travail.*

*On exprime nos sincères remerciements à Mme S.SIDIYKHLEF qui a accepté de nous encadrer pour ses précieux conseils, ses critiques utiles et ses aides.*

*Nous remercions également M.KASMIA FARID SDT DE RIO qui nous a toujours guidés dans le bon chemin en suivant chaque étape de réalisation de ce travail.*

*Et tous les gens de RIO et surtout de SDT et DPO « BACHIR, FAYÇAL, ZAKARIYA, MORAD, SOLTAN, TATOUZA, SOUAD, AICHA, AHL'EM ».*

*On remercie les membres de jury qui nous a fait l'honneur de juger notre travail.*

*On adresse nos profondes reconnaissances à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont soutenus de loin ou de près durant notre cycle d'étude.*

*Abdou et Habib*



## *Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents dont le rêve était toujours de me voir réussir. Qu'ils sachent que leur place dans mon cœur et ma pensée, reste et demeure immense.*

*A mes frères et ma très chère sœur.*

*A mes cousins et mes cousines et leurs familles chacun par son nom grand et petit.*

*A mon binôme LARBAOUI ABDELMALEK et sa famille.*

*A tous mes amis pour les bons moments que nous avons passés ensemble et qui restent des souvenirs inoubliables.*

*A tous les étudiants (es) de notre promotion.*

**HABIB**



## Dédicace

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents dont le rêve était toujours de me voir réussir. Qu'ils sachent que leur place dans mon cœur et ma pensée, reste et demeure immense*

*Je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre amour, à votre Patience et vos innombrables sacrifices.*

*A mes frères et mes très chère sœurs.*

*A mon binôme « HAOUACH HABIB » et sa famille.*

*A mes très chers amis*

*En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liées et des bons moments passés ensemble. Je vous dédie ce travail en vous Souhaitant un avenir radieux et pleine bonnes promesses.*

*Et surtout à*

*"INTISSAR", KHALED, BENAMAR, MELLAH, FAROUK, ABDEL FETTAH, FOUAD, YUCEF, FETHI, BOUZIANE, KHEBRACH, SOFIANE, YACINE, OUEZZA3, MOSTAPHA.*

*ABDELMALEK*

# SOMMAIRE

---

<b>Remerciement</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Sommaire</b> .....	01
<b>Introduction générale</b> .....	03
<b>Chapitre 01 : Transport par Canalisation</b> .....	05
1. Définition .....	05
2. La structure de Sonatrach.....	05
3. Activité de TRC.....	06
4. Le Transport au sein de la chaîne hydrocarbure.....	07
5. Missions de l'Activité TRC.....	09
6. La gestion traditionnelle du TRC.....	09
7. Les limites de gestion traditionnelle.....	10
<b>Chapitre 02 : Système d'information géographique</b> .....	11
1. Définition.....	12
2. Propriétés.....	12
3. Les objectifs d'un SIG .....	12
4. Concept de couche d'information.....	13
5. Les fonctionnalités d'un SIG.....	13
5.1.Abstraction.....	13
5.2.Acquisition des données géographiques .....	14
5.3.Archivage.....	14
5.4.Interrogation et analyses .....	15
5.5.Affichage.....	16
6. Modes de représentation graphiques .....	18
6.1.Mode raster ou image .....	18
6.2.Mode vecteur ou objet .....	18
7. Question de base dans SIG.....	19
8. Les avantages de SIG .....	20
9. Comment mise œuvre un SIG.....	20
9.1.Méthodes.....	20
9.2.La place de SIG dans la gestion de l'information .....	23
10. Etapes de conception du SIG .....	24
10.1. Etude de faisabilité .....	24
10.2. Conception du système .....	25
<b>Chapitre 03 : Etude descriptive de réseau du pipeline</b> .....	27
1. Description le réseau de pipeline .....	28
1.1.Les canalisations .....	28
1.2.Les vannes .....	28
1.3.Gares de racleurs .....	28
1.4.Station de compression.....	29
1.5.Station de pompage .....	29
1.6.Poste de détente .....	29

# SOMMAIRE

---

1.7.Les bacs de stockage.....	29
2. Etude descriptives de l'environnement du réseau .....	29
2.1.Les difficultés de pose.....	30
2.2.Les servitudes d'ordre administratif et domanial.....	33
<b>Chapitre 04 : Conception et Implémentation .....</b>	<b>35</b>
1. Présentation de la zone d'étude.....	36
2. La Conception de notre Système.....	37
2.1.Analyse de l'existant et définition des besoins.....	37
2.2.Identification des différents utilisateurs .....	37
2.3.Source de donnée .....	38
2.4.Modélisation du monde réel .....	38
2.4.1. Structuration de notre base des données .....	38
2.4.2. Model conceptuel de donnée .....	38
2.4.3. Dictionnaire des données.....	40
3. Implémentation.....	43
3.1.Environment matériel et logiciel.....	43
3.2.Les outils de réalisation .....	43
3.3.Architecture générale du GPLSIG .....	44
3.4.Description de l'application .....	44
3.5.Description l'interface principale.....	48
3.6.Description de menu personnalisé.....	49
<b>Conclusion.....</b>	<b>57</b>
<b>Liste d'abréviations.....</b>	<b>58</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>59</b>
<b>Référence.....</b>	<b>60</b>

## **Introduction générale :**

Sonatrach est une compagnie nationale Algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivées. Elle a pour missions de dévaloriser de façon optimale les ressources nationales d'hydrocarbures et de créer des richesses au service du développement économique et social du pays.

Le transport des hydrocarbures liquides et gazeux par canalisations joue un rôle très important à Sonatrach pour le marché algérien et le commerce international des hydrocarbures.

Les besoins en information des institutions varient en fonction de plusieurs paramètres: taille, complexité, volume des transactions, méthodologie de crédit et/ou d'épargne, environnement réglementaire, infrastructure, etc. Il n'existe pas un système d'information (SI) unique qui puisse répondre aux besoins de toutes les institutions.

Chaque institution se doit de réfléchir sur ses propres besoins et tenir compte de son environnement. Le processus présenté dans cet article a pour but de définir les étapes nécessaires pour permettre à une bonne conception de la gestion de TRC de mieux comprendre et définir les besoins de son SI.

Un système d'information géographique (SIG) est un système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement et diffusion de l'information géographique. La représentation est généralement en deux dimensions, mais un rendu 3D ou une animation présentant des variations temporelles sur un territoire sont possibles.

Incluant le matériel, l'immatériel et l'idéal, les acteurs, les objets et l'environnement, l'espace et la spatialité, le logiciel offre les fonctions utiles à l'exploitation d'un Système d'Information Géographique S.I.G.

Notre mémoire est organisé de la manière suivante :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation générale du TRC, l'organigramme et leur activité ainsi que la méthode de gestion traditionnelle utilisée.
- Dans le deuxième chapitre nous présentons le SIG, ses objectifs, ses fonctionnalités et comment le mettre en œuvre.
- Dans le troisième chapitre nous allons présenter une étude descriptive des pipelines et leur environnement.
- Et le dernier chapitre est consacré à la conception et la modélisation du transport des hydrocarbures et enfin implémentation de notre système GPLSIG.

# CHAPITRE 01

# TRANSPORT PAR CANALISATION

**1. Définition :** Le transport par canalisation prend une importance de plus en plus grande à l'échelle nationale comme à l'échelle mondiale, qui correspond à une augmentation constante des quantités des produits transportés et des consommations en énergie.

Cette situation exige des entreprises de l'Algérie de développer davantage leur logistique, voire même de diversifier leur modes de transports afin d'assurer un approvisionnement régulier pour faire face à l'accroissement de la demande sur le marché. [1]

## 2. La structure de SONATRACH :

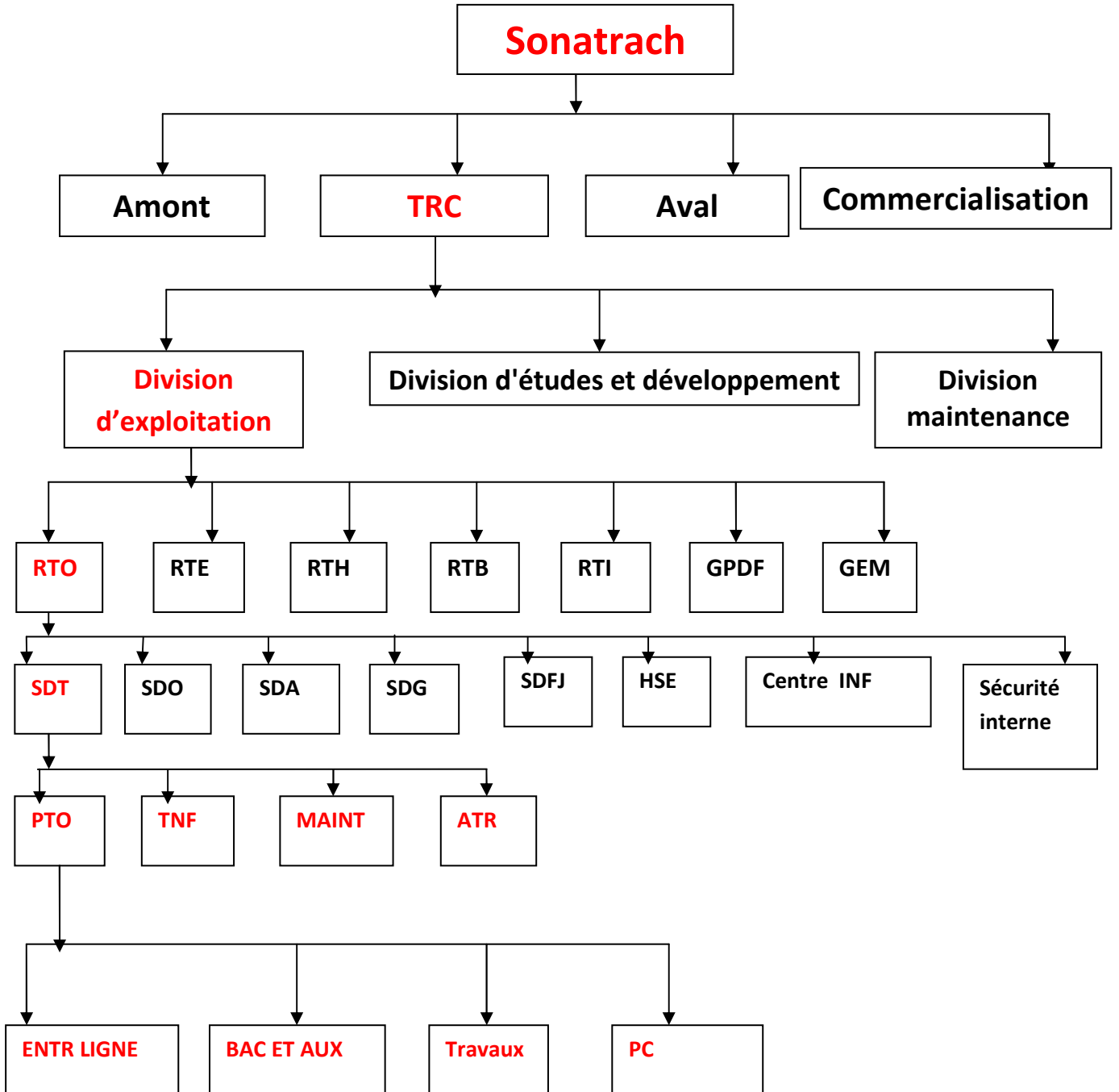
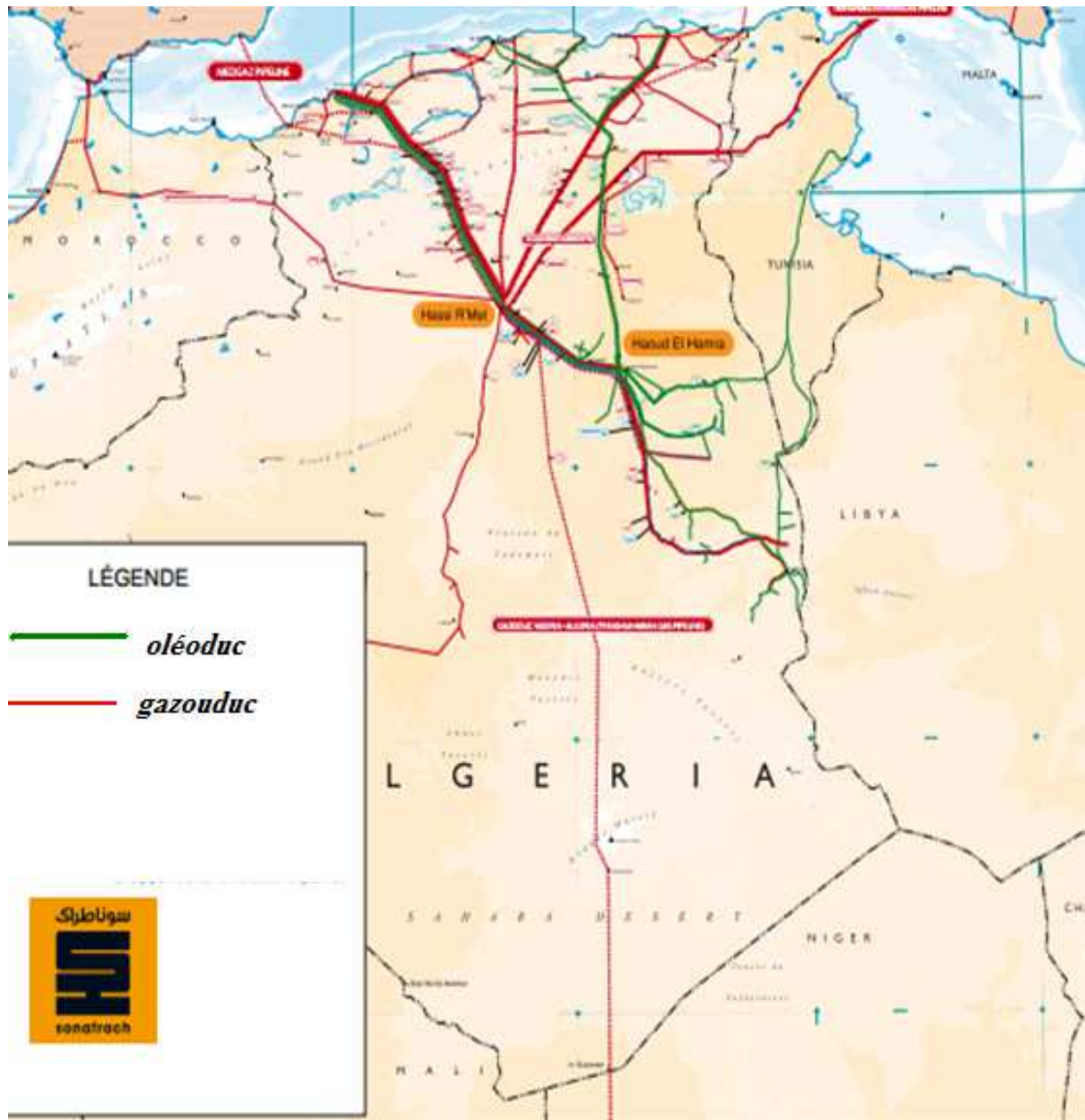


Figure1 : Organigramme général de Sonatrach.

### 3. L'activité du TRC :

L'activité de TRansport par Canalisation (TRC) assure l'acheminement des hydrocarbures (pétrole brut, condensat, gaz naturel, GPL). Les centres de dispatching comptent parmi les installations névralgiques de l'Activité :

- Le Centre de Dispatching d'Hydrocarbures Liquides (CDHL), se trouve à Hassi Messaoud , ( Haoud El Hamra) il produit 1,4 million barils /jour transitent actuellement par ce véritable poumon de l'Activité. Le Centre National de Dispatching Gazes (CNDG), se situe à Hassi R'mel. C'est le point où se fait la collecte et le dispatching du gaz à travers les gazoducs vers les clients nationaux (SONELGAZ, clients tiers et autoconsommations des unités de Sonatrach) et internationaux (livraison aux complexes de liquéfaction et des gazoducs transcontinentaux (PEDRO DURAN FARELL, ENRICO MATTEI et MEDGAZ) .
- Sonatrach, à travers l'activité Transport par Canalisation, dispose de 22 systèmes de transport par canalisation (20 en exploitation, un en cours de réalisation et qui est GK3, un en phase de lancement du GR5) avec 82 stations de pompage et de compression. 39 stations de pompage sont destinées au brut.
- Sonatrach dispose également de nombreux postes de chargement à quai de gaz et de pétrole au niveau de trois ports pétroliers de chargement d'hydrocarbures sur les villes côtières que sont Arzew, Bejaia et Skikda.
- Les trois ports sont équipés de cinq bouées de chargement de pétrole en haute mer. Quant au réseau de canalisation, sa longueur est de près de 18 512 Km :
  - ✓ Le réseau transport par canalisation compte 20 oléoducs d'une longueur de 9883 Km, avec une capacité de transport de 145 Millions Tonnes.
  - ✓ Le réseau transport par canalisation compte 14 gazoducs d'une longueur totale de 8629 Km, avec une capacité de transport de 142 milliards de m<sup>3</sup>/an. [2]



**Figure 2 :** Les différents schémas du réseau de transport par canalisation en Algérie

#### **4. Le Transport au sein de la chaîne hydrocarbure :**

Le Transport par Canalisation constitue le maillon intermédiaire entre l'Amont de l'activité pétrolière et gazière et les activités en Aval en matière de transformation, de traitement des hydrocarbures et leur commercialisation.

Le transport par canalisations est une étape charnière dans la chaîne des Hydrocarbures.

# TRANSPORT PAR CANALISATION

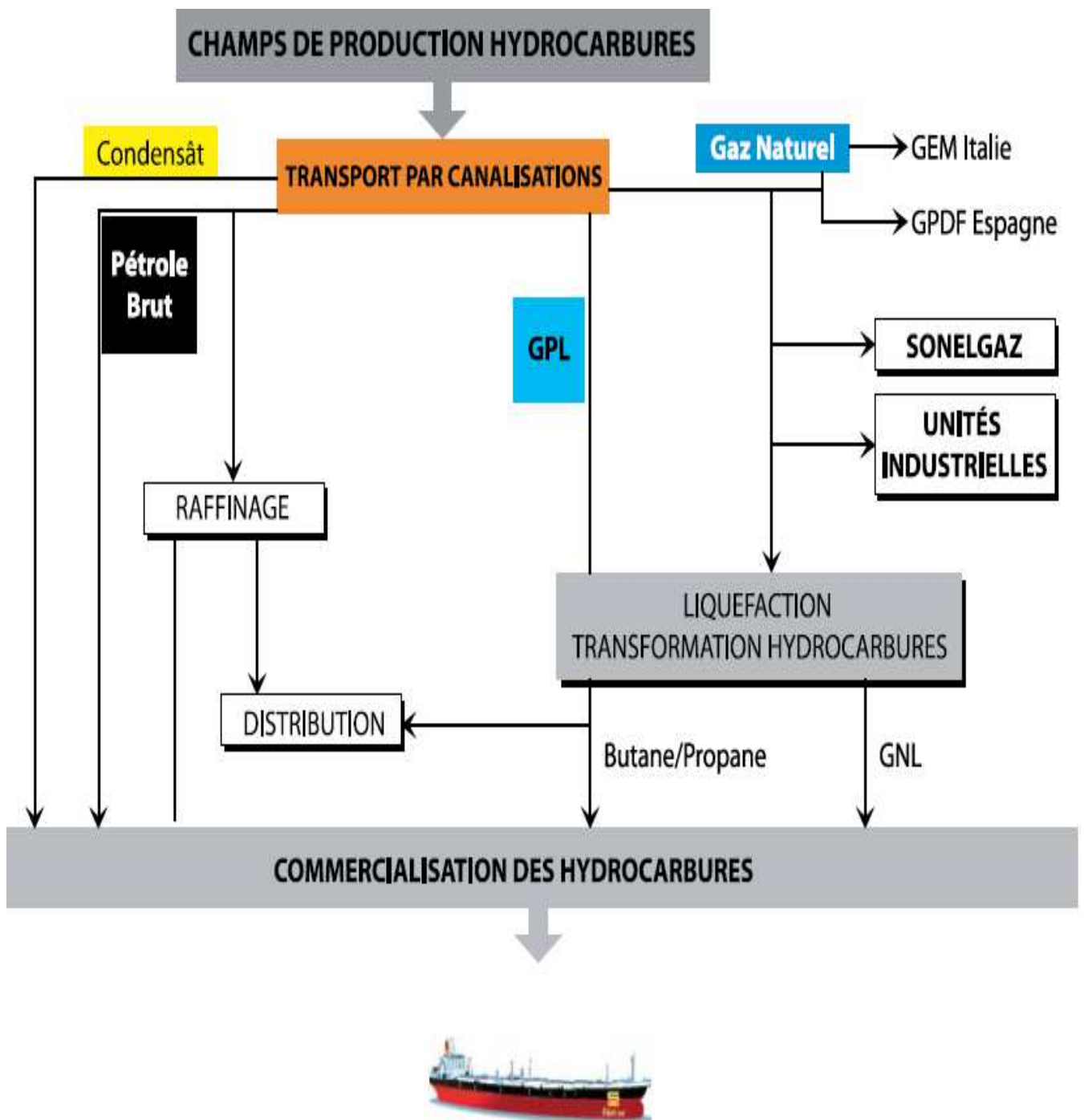


Figure 3: L'activité du transport par canalisation.

## 5. Missions de l'Activité TRC :

Parmi les missions de l'activité du TRC on peut citer :

- Coordination des aspects stratégiques liés à l'activité TRansport par Canalisation, ainsi que le règlement des interfaces opérationnelles critiques y afférent.
- Gestion des interfaces opérationnelles.
- Préparation de la prise de décision de portée stratégique.
- Management des projets internationaux pour lesquels l'Activité aura soumissionné seule ou dans le cadre d'un partenariat.

Dans le cadre de ces missions générales, l'activité transport par canalisation :

- Définit, réalise, exploite, maintient et fait évoluer le réseau de canalisations et les installations y afférents pour répondre aux besoins des profils de transport de Sonatrach dans les conditions optimales d'économie, de qualité, de sécurité et de préservation de l'environnement.
- Assure la régulation entre la production et la commercialisation. [3]

## 6. La gestion traditionnelle du TRC :

La gestion traditionnelle du réseau de canalisations, se basant essentiellement sur les documents graphiques (cartes, levés, plans de pose, plans de détail et les documents littéraires (types de vannes, ....) [4]

On peut citer que SONATRACH utilise pour gérer la gestion de transport par canalisation TRC un système nommé « DCS » c.à.d. distribution contrôle système.

Un « DCS » est un système composé de plusieurs dispositifs intelligents coopérer pour le bien commun.

Les appareils intelligents (micro-ordinateurs, postes de travail, robots processus de soutien, etc.), qui coordonnent activités et l'échange d'informations par l'intermédiaire d'un réseau de communication.

Pour rappeler un dispositif "Intelligent", il doit satisfaire aux exigences suivantes :

- Contiennent une sorte de processeur ou CPU pour réalisation des processus et la prise de décision.
- Disposer une capacité de mémoire suffisante pour stocker l'information.

Mais cette approche ne contient aucune information spatiale c pour ça il ne peut pas faire un analyse spatiale. [5]

## 7. Les limites de gestion traditionnelle :

Il existe plusieurs problèmes dans la gestion traditionnelle comme :

- Complexité de manipulation des documents.
- Perte de temps dans la recherche de l'information.
- Déperdition des informations sur le réseau.
- Problème de stockage et d'archivage.
- La quantité d'informations est limitée.
- Le produit final ne pourrait être distribué et utilisé qu'en bloc.
- Aucun calcul n'est possible directement.
- Les requêtes complexes restent difficilement réalisables.
- Une carte imprimée reste figée jusqu'à la prochaine mise à jour.
- Une carte est un document qualitatif, aucune analyse quantitative ne peut être menée aisément sur les données qu'elle représente. [6]

# CHAPITRE 02

## 1. Définition :

« Un S.I.G. est un ensemble constitué par le matériel, les logiciels, les données géographiques et les ressources humaines mis au point pour saisir, stocker en mémoire, mettre à jour, transformer, analyser et représenter toutes sortes d'informations spatiales à référence géographique. <sup>1</sup> »

On peut citer une autre définition.

« Un système d'information géographique est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision. » [7]

## 2. Propriétés :

Un S.I.G permet, à travers la manipulation de la base de données formée, de s'enquérir de toute information utile par des méthodes simples et rapides, ainsi qu'à des requêtes composées.

Un S.I.G. manipule deux types de données :

- Données spatiales qui peuvent être représentées dans un plan par un point (point côté, emplacement d'un puits, d'une école...), une ligne (rivière, route,...), une surface ou un polygone (unité pédologique, parcelle, délégation,...)
- Données descriptives, qualitatives ou quantitatives qui portent des informations concernant les données spatiales : altitude, capacité, type de sol, nom de la délégation etc...

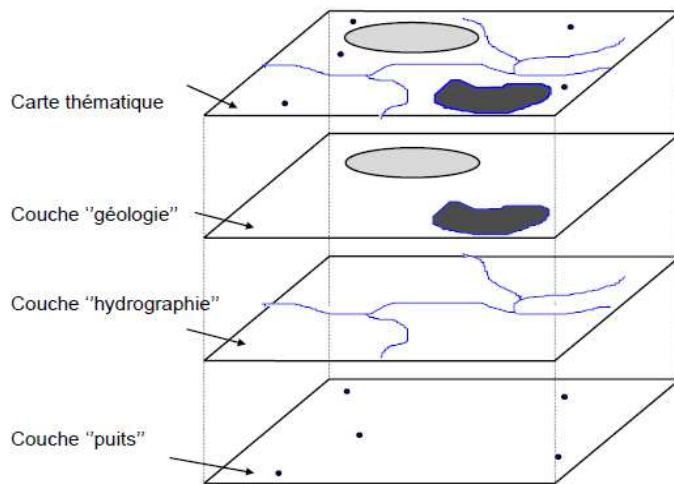
Un S.I.G. combine les possibilités de représentation graphique d'un logiciel de dessin assisté par ordinateur (DAO) avec les capacités de manipulation de données d'un système de gestion de base de données (SGBD).

## 3. Les objectifs d'un SIG :

- **Suivant les besoins des utilisateurs** : un SIG est un système pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation et l'affichage des données localisées.
- **Suivant les besoins des décideurs** : un SIG est un ensemble de données repérées dans l'espace structurées de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision. [8]

<sup>1</sup> Proposée par ESRI (Environmental Systems Research Institute – USA (1992))

## 4. Concept de couche d'information



**Figure 4 :** Notion des couches dans un SIG.

## 5. Les fonctionnalités d'un SIG :

Les systèmes d'information géographique peuvent être constitués pour répondre à différentes demandes. Comme le système universel n'existe pas, il faut les adapter selon les objectifs fixés.

Toutefois ils ont en commun des fonctionnalités que l'on retrouve dans chaque système regroupées en 5 familles sous le terme des « 5A » pour :

Abstraction, Acquisition, Archivage, Affichage et. Analyse

Ces termes résument les fonctionnalités que tous les systèmes doivent assurer mais cachent leur diversité : différents modèles mis en œuvre, nombreuses applications, présentations multiples des données, variété des informations et capacités de stockage.

### 5.1. Abstraction :

Les systèmes d'information géographique sont utilisés pour réaliser des descriptions du territoire permettant d'obtenir l'information nécessaire pour répondre à une problématique. Ils contiennent cette information sous plusieurs formes dont certaines sont des représentations d'éléments ou de phénomènes existants. Ces représentations cherchent à reproduire le plus fidèlement possible la réalité d'une manière compréhensible par les utilisateurs et utilisable informatiquement dans le but de répondre à des objectifs donnés. Il est donc nécessaire de préciser les éléments sur lesquels on doit disposer d'information et la nature de celle-ci. Un parallèle peut être établi avec la représentation cartographique du territoire qui comprend des éléments

choisis selon leur nature et selon des spécifications données afin de répondre aux besoins des utilisateurs identifiés. Leur dessin est effectué en respectant des règles sémiologiques destinées à faire percevoir facilement un maximum d'informations aux lecteurs de la carte. Les choix portent sur la nature de l'information qui doit être accessible, sur les éléments du territoire qu'il faut pouvoir identifier et séparer de leur contexte, sur la manière de les dessiner et sur les critères ou sur les propriétés qui doivent être perceptibles. Ces choix sont effectués en fonction d'objectifs à atteindre ou plus généralement en fonction des problématiques à résoudre. Le monde réel est ainsi modélisé en fonction des besoins, ce qui permet de définir précisément le contenu du système.

## **5.2. Acquisition des données géographiques :**

Les éléments que doit contenir le système sont connus dès que le modèle conceptuel est établi et que sont précisées les informations géométriques et sémantiques nécessaires. Les données doivent ensuite être intégrées et doivent répondre aux exigences de qualité induites par les objectifs à atteindre. Ces données peuvent provenir de fournisseurs extérieurs, de numérisation directe ou de traitements particuliers comme des images satellites par exemple. Les données peuvent être de quatre types différents selon la géométrie qui leur est associée: les données raster, les données vecteurs, les grilles ou MNT et les données sans géométrie.

Avant d'utiliser des données papier dans un SIG il est nécessaire de les convertir dans un format informatique. Cette étape s'appelle digitalisation.

## **5.3. Archivage :**

Le Système d'information géographique rassemble de l'information afin de permettre son utilisation dans des applications variées. Pour permettre un accès efficace aux différentes données des logiciels informatiques ont été créés en utilisant les retours d'expériences des systèmes classiques et ceux des systèmes de DAO. Les moteurs de bases de données sont utilisés pour gérer les objets comme dans un système classique car la géométrie peut être perçue comme une propriété au même titre que les attributs classiques tant que l'on ne cherche pas à l'utiliser dans des requêtes.

Le SIG possède des capacités de traitements spécifiques à la composante géométrique et offre une palette d'outils permettant de travailler avec en particulier dans les calculs de proximité ou dans les recherches basées sur des critères géométriques. Pour prendre en compte la spécificité géographique plusieurs méthodes de gestion sont possibles

autant au niveau logique qu'au niveau physique. Au niveau logique, certains systèmes informatiques gèrent simultanément les données géométriques et les données attributaires alors que d'autres séparent ces deux types de données. Cela entraîne des conséquences car les possibilités de traitements ne sont pas les mêmes. De plus au niveau physique, les bases de données peuvent être réparties sur plusieurs sites, le lien étant réalisé par des serveurs.

Les sources d'informations peuvent être d'origines très diverses. Il est donc nécessaire de les harmoniser afin de pouvoir les exploiter (c'est le cas des échelles, du niveau de détail, des représentations...).

### **5.4. Interrogation et analyses :**

Les données contenues dans un système d'information géographique décrivent un terrain, et donc permettent d'appréhender les événements potentiels pouvant survenir. L'utilisation des données dans la résolution de problématiques variées valorisera d'avantage un système d'information. Les principales possibilités offertes par la mise à disposition de renseignements géométriques et de renseignements sémantiques concernent la mise en relation mutuelle d'objets localisés ayant certaines propriétés.

Les différentes relations que l'on peut mettre en œuvre concernent la proximité (trouver les objets proches d'un autre), la topologie (objets jointifs, inclus, partiellement inclus, exclus...) ou la forme (taille, type...). Comme les objets possèdent aussi des attributs traduisant des propriétés autres que géométriques, les analyses faites dans les systèmes d'information classiques, c'est à dire sans utiliser de fonction géométrique, peuvent être réalisées. Il est ensuite naturel d'utiliser une combinaison entre les propriétés géométriques et les propriétés sémantiques afin de réaliser une analyse complète.

Ayant sous la main un SIG et des données, l'utilisateur pourra commencer par poser des questions simples.

La plus utilisée et la plus intéressante dans les SIG est l'analyse spatiale : L'intégration des données au travers des différentes couches d'information permet d'effectuer une analyse spatiale rigoureuse. Cette analyse par croisement d'informations, si elle peut s'effectuer visuellement nécessite souvent le croisement avec des informations alphanumériques. Par exemple: croiser la nature du sol, la

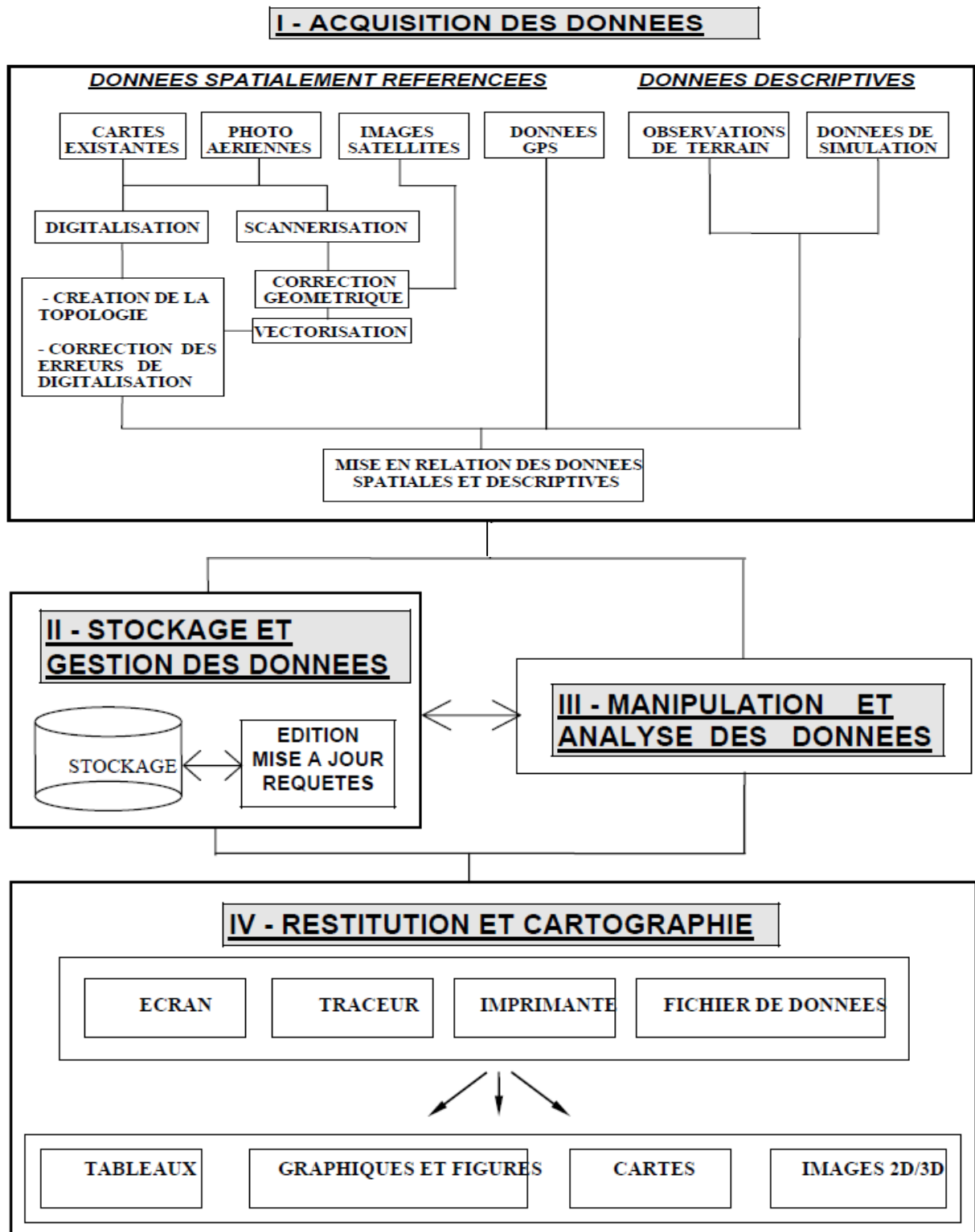
configuration topographique du terrain, le tracé actuel, les parcelles à traverser est un exemple d'analyse sophistiquée pour une nouvelle déviation d'une canalisation.

### **5.5. Affichage :**

Le propre des informations manipulées dans un SIG est qu'elles sont localisées et pour la plupart dotées d'une géométrie. Elles décrivent un territoire qui peut ainsi être visualisé dans sa totalité ou partiellement selon une échelle variable . Les moteurs informatiques fournissent des outils extrêmement performants pour une visualisation rapide. Les sélections de certains objets selon des critères variés permettent des approches thématiques visualisées par le SIG. L'information visuelle occupe une place de plus en plus importante dans la société actuelle. En particulier les SIG fournissent des outils permettant de visualiser très rapidement un territoire de multiples façons selon des thématiques choisies et avec une échelle adaptée. La disponibilité quasi instantanée des données dans un système de gestion permet la réutilisation permanente des données. Cela est par exemple le cas d'un serveur INTERNET répondant aux sollicitations d'utilisateurs de données géographiques. Les règles sémantiques de la cartographie s'appliquent aussi aux produits dérivés d'un SIG.

Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser des cartes et des graphes. Une carte vaut mieux qu'un long discours. Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais facilement intégrer des rapports, des vues 3D ; des images photographiques et toutes sortes d'éléments multimédia. [9]

Dans la figure ci-dessous un résumé de toutes les fonctionnalités d'un SIG.



**Figure 5 : Les fonctionnalités d'un SIG**

## 6. Modes de représentation graphiques :

Une représentation extensive d'un objet est impossible car la description de tous ces points intérieurs impliquerait un stockage d'un nombre infini d'enseignements, dès lors il faut se tourner vers des structures intensives.

Deux modèles sont exploités actuellement pour représenter les informations géographiques :

**6.1. Mode raster ou image :** Le mode de structuration et de stockage de l'information se fait sous la forme d'une série de surfaces élémentaires disposées selon une grille à maille régulière. Un élément de cette grille s'appelle pixel (contraction de l'expression anglaise " Picture élément") ou encore tachel (contraction de l'expression française "tâche élémentaire"). Il est repéré par son numéro de ligne et numéro de colonne. Les données sont alors représentées par une matrice à "n" lignes et "p" colonnes.

Chaque cellule porte une information relative à l'objet qu'elle représente (réflectance, altitude, type de sol, etc.).

Il est possible de rattacher à une image un fichier valeur dans lequel on affecte des attributs relatifs à un groupe de pixels ayant les mêmes valeurs ou appartenant à un même domaine de valeurs.

Exemples: image satellitaire, carte ou photo scannée, etc.

**6.2. Mode vecteur ou objet :** Les informations sont stockées selon les représentations géométriques. Des entités de type point, lorsqu'il s'agit d'une information ponctuelle, des entités de type ligne (succession de points liés par des segments de droites) pour les informations linéaires, et enfin, des entités de type polygone (ligne fermée) pour les informations surfaciques.

A chaque couche d'information (même classe d'entités) est affectée une table attributaire.

Les logiciels de traitement d'image spatiale commercialisés actuellement, donnent la possibilité de passer du mode vecteur au mode raster (rastérisation) et vice versa (vectorisation). Cependant, le passage du mode vecteur au mode raster est beaucoup plus facile que l'opération inverse. Cette dernière exige un temps de calcul plus important et peut être parfois peu précise. [10]

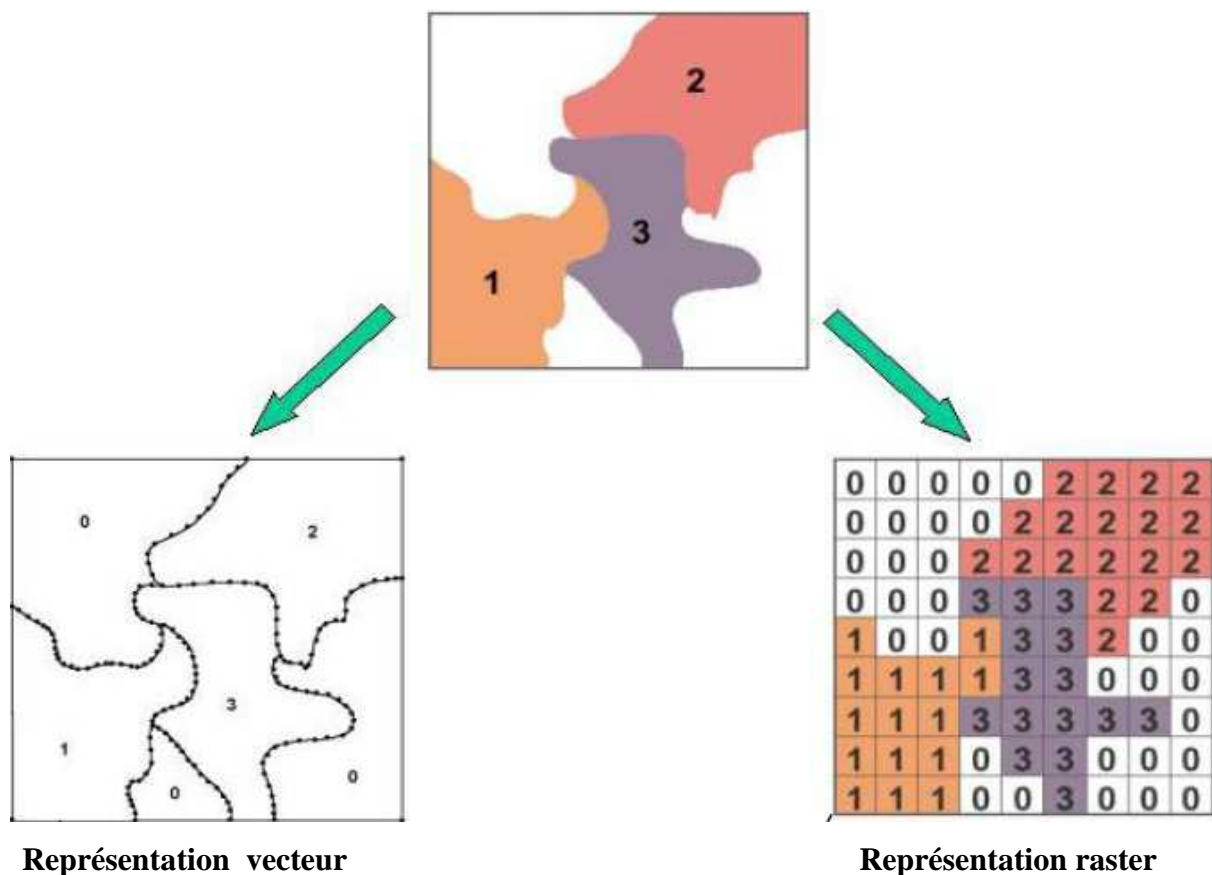


Figure 6 : Les modes de représentations

## 7. Questions de base dans SIG :

**Où?** Où se trouve cet objet ? Ce phénomène où se trouve-t-il ?

Plus généralement où se trouvent tous les objets d'un certain type ?

Cette interrogation permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet.

**Quoi?** Que trouve-t-on à cet endroit ?

Il s'agit de mettre en évidence tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donné.

**Comment?** Quelles relations existent ou non entre les objets et les phénomènes? C'est la problématique de l'analyse spatiale.

**Quand ?** A quel moment des changements sont intervenus ?

Quel sont l'âge et l'évolution de tel objet de phénomène ?

C'est la problématique de l'analyse temporelle. [11]

## 8. Les avantages du SIG :

- Les informations sont stockées de façon claire et définitive,
- Gérer une multiplicité d'informations attributaires sur des objets,
- Comprendre les phénomènes, prévoir les risques (simulations),
- Etablir des cartographies rapides,
- Localiser dans l'espace et dans le temps,
- Répondre à toutes les requêtes complexes et analyses géographiques,
- Positionnement des objets géographiques dans l'espace tout en les décrivant à l'aide d'informations alphanumériques,
- Edition des cartes et plans selon la convenance,
- Capable d'intégrer et combiner dans un même système des données issues de sources différentes (image satellitaire, plans scannés ou digitalisés, ...),
- Interfaçage avec des logiciels de modélisation,
- Réponses rapides à toutes les requêtes possibles,
- La disposition des objets dans un système de référence géoréférencé,
- La conversion des objets graphiques d'un système à un autre,
- La facilité de la superposition de cartes de sources différentes,
- L'extraction de tous les objets géographiques situés à une distance donnée d'une route et la détermination de l'itinéraire le plus court pour se rendre à un endroit précis.

## 9. Comment mettre en œuvre un SIG ?

La perspective de définition d'un SIG, celle qui s'intéresse aux procédures et à l'organisation dans le temps des étapes d'un SIG, va nous conduire à préciser les types de traitement que recouvre cette gestion d'information.

### 9.1.Méthodes :

A la vue statique de la composition structurelle des composants on substitue une vue dynamique dans laquelle le SIG devient un processeur, un système qui à partir d'un input produit un résultat. Il existe de nombreuses représentations des grandes étapes par lesquelles passe le fonctionnement d'un SIG. Les Figures 7 et 8 en présente deux, intéressantes par leur point commun et leur dissemblance.

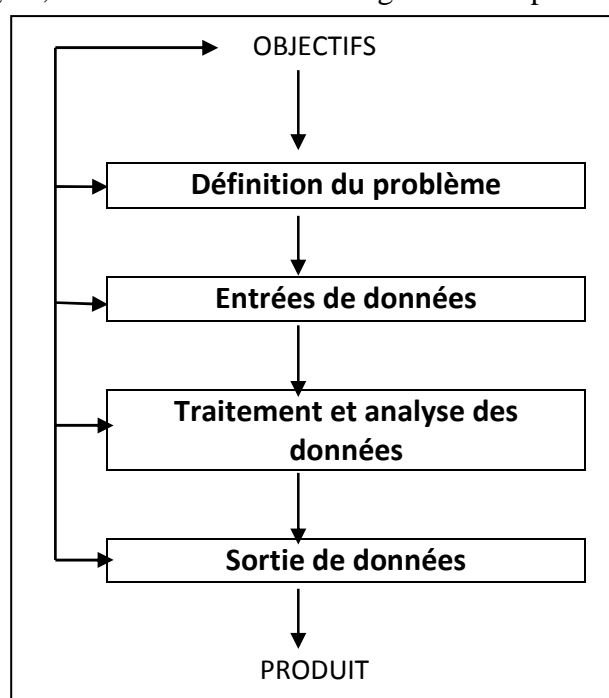
La première<sup>1</sup>, Est la plus simple et générale. Elle comporte quatre étapes, placées entre des objectifs et un produit, chaque étape bouclant sur la précédente. Elle correspond à une vue prosaïque très proche d'une vision du SIG comme structure technique. Le problème posé est un problème de traitement de données spatiales.

Une fois déterminés les objectifs et le problème, il s'agit d'entrer dans le système les données nécessaires, de les traiter et de produire un résultat.

Le deuxième schéma<sup>2</sup> est à la fois plus conceptuel et plus détaillée (6 étapes).

Première différence : il intègre dans l'étape de problématisation originelle la définition des objectifs, Le passage de la définition du problème à l'entrée des données, qui se fait en une étape est à la fois beaucoup plus séquencé et plus abstrait. Avant de saisir les données, il faut selon les auteurs disposer d'une modélisation du monde réel, qui renvoie aux questions d'ontologie et de représentation du monde dont nous parlions plus haut. Il faut aussi construire une structure de base de données adaptée aux objectifs. En revanche, les étapes aval sont aussi rapides que chez Nyerges : traitements (analyse et modélisation) puis sortie (présentation et visualisation).

On peut faire l'hypothèse que ces différences sont autant de variations autour d'un paradigme, défini comme le schéma général des problèmes

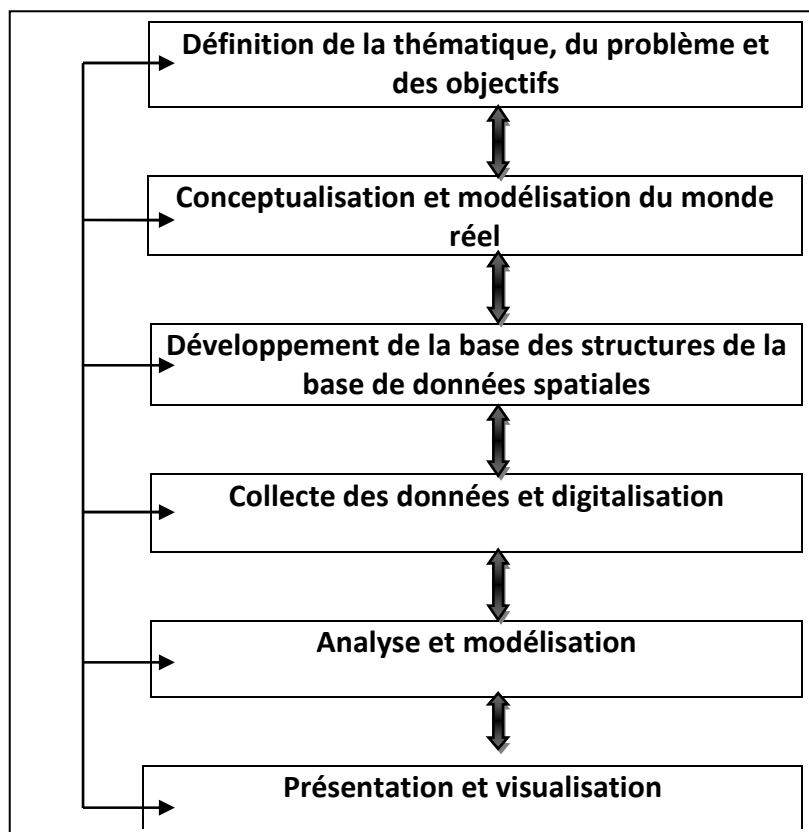


**Figure 7 :** vues procédurales d'un SIG selon Nyerges (1993)

---

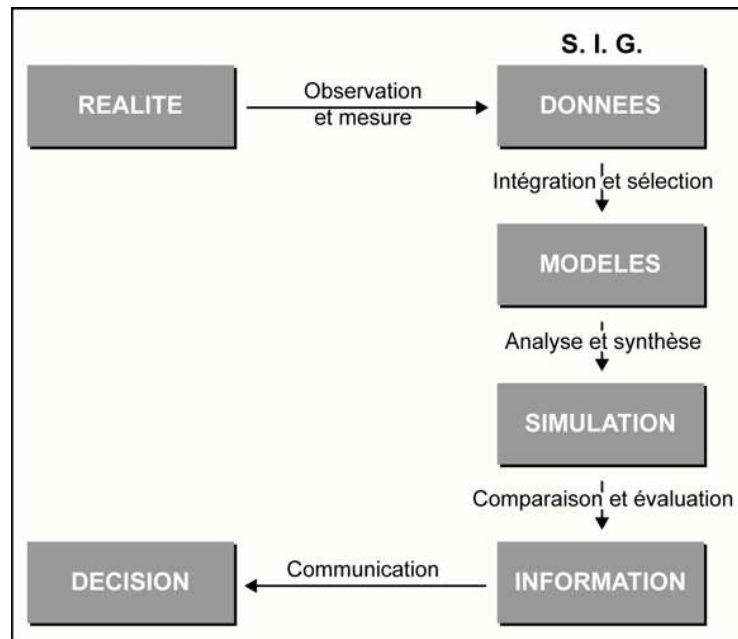
<sup>1</sup> Proposée par Nyerges *op.cit.*

<sup>2</sup> Proposée par Ott et Swiaczny 2001.



**Figure 8:** vues procédurales d'un SIG selon Ott T. et Swiaczny F. (2001)

Pour Thériault, ce paradigme des SIG peut être résumé par un schéma de type procédural (Figure 9). Un SIG sert fondamentalement à construire une version informatisée des différents modèles de la réalité produits par les différentes disciplines techniques et scientifiques pour organiser la connaissance du monde réel : «Le but ultime de ces systèmes consiste à prendre en charge la réalisation des traitement requis pour transformer les données initiales afin de produire une information significative et faciliter la prise de décision ». Un SIG transforme des données en information, au moyen de traitements (intégration, sélection, analyse, synthèse, comparaison évaluation). Le schéma de Thériault, qui ne se contente pas d'énumérer des étapes mais alterne types d'opérations et types de résultat est plus efficace. A juste titre, il place à l'interface du SIG et de la réalité les procédures d'observation et de mesure, dont nous avons vu qu'elles étaient fondamentales et ne pouvaient se résumer à des questions de saisie ou d'organisation de données. Il place aussi les procédures de communication à l'interface du SIG et de la sphère de décision, ce qui est beaucoup plus réaliste. La mise au point des documents finaux ne se fait pas à l'intérieur du SIG, mais en liaison avec les utilisateurs finaux [12]



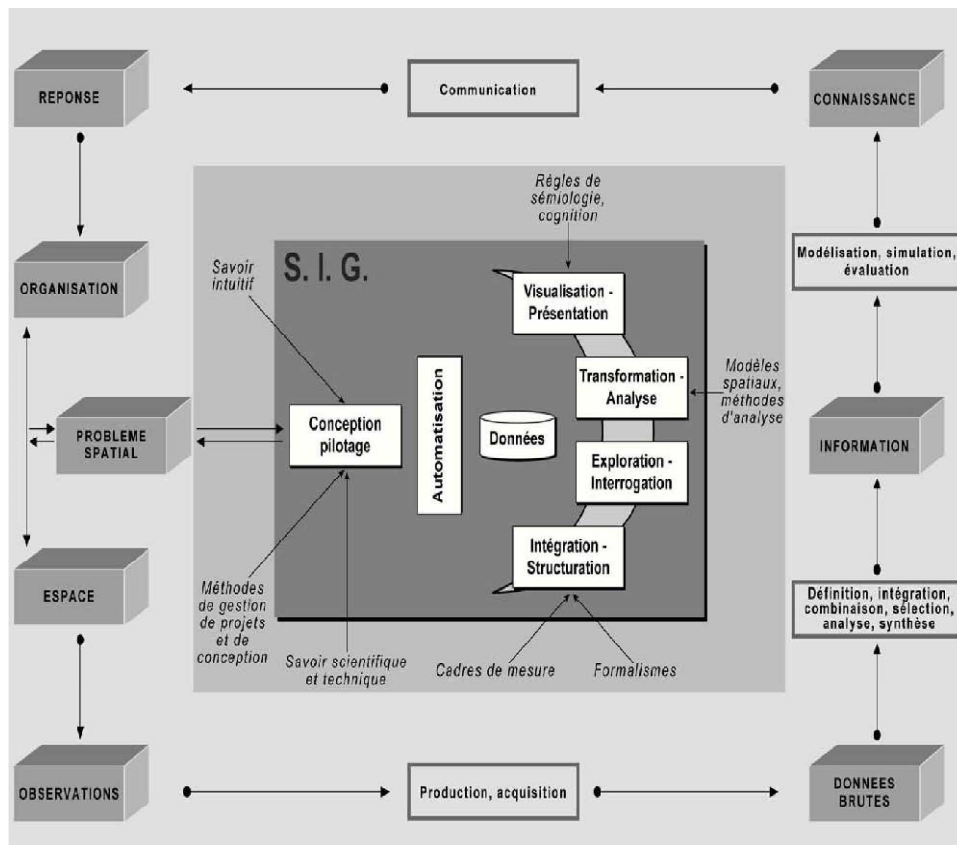
**Figure 9** : Le paradigme des SIG. Source : Thériault 1995

## 9.2. La place de SIG dans la gestion de l'information :

Nous avons proposé les trois grands types de tâches de traitement d'information à l'œuvre dans les SIG :

- **Décrire-mesurer** : on transcrit la réalité en collectant et sélectionnant un certain nombre de données, qualitatives ou quantitatives, qui puissent rendre compte des phénomènes qui nous intéressent.
- **Analyser-synthétiser** : des opérations de sélection, d'agrégation, d'analyse et de synthèse diverses produisent une information pertinente à partir de ces données.
- **Modéliser-simuler** : on représente en les simplifiant les phénomènes et processus du mode réel, et on simule leur fonctionnement ou leur dynamique en fonction des informations qu'on a sur eux.

En combinant ces différents éléments, on peut tenter de reconstituer un schéma général de l'enchaînement des différentes étapes de la constitution d'un SIG :



**Figure 10 :** Les procédures SIG et leur place dans la gestion de l'information.

## 10. Etapes de conception du SIG :

### 10.1. Etude de faisabilité :

Avant de procéder à la conception du système d'information, une étude de faisabilité s'avère indispensable et portera sur les points suivants:

- Elaboration des modèles conceptuels simplifiés.
- Etudes de coûts et des bénéfices.
- Mesurer l'efficacité future de ce système en le comparant avec les outils de gestion traditionnelle.
- Etude sur la réorganisation des services et des tâches
- Panorama des techniques d'acquisition et de mise à jour des données
- Mise en place définitive du comité de pilotage formé par les membres des structures utilisateurs du nouveau système.

Si l'implantation d'un SIG au niveau de l'organisation s'avère retable, les premières décisions à prendre sont les suivantes :

- Affectation des responsabilités.
- Rédaction d'un schéma directeur.
- Définition du rôle d'administrateur du SIG et sa nomination.

Après avoir appliqué ces premières décisions, le client pourra lancer la conception proprement dite du système en suivant les étapes suivantes :

- Conception d'un cahier des charges
- Appel d'offres et benchmark
- Choix du système approprié et sa conception par le concepteur retenu
- Formation du personnel affecté à l'utilisation du système.

## **10.2. Conception du système :**

La conception du SIG nécessitera le passage par les étapes chronologiques incontournables, citées comme suit :

Analyse de l'existant et définition des besoins

1. Identifications des différents utilisateurs
2. Définition des besoins

- Analyse des sources de données
- Standardisation de la terminologie
- Modélisation conceptuel du monde réel
- Calage des plans dans un référentiel
- Saisie des données graphiques
- Saisie des données alphanumériques
- Structuration générale de la base de données géographique
- Scénarisation de tous les plans de détail des différents équipements
- Création des liens entre les bases ; De données alphanumériques et localisées; Intégration des données complémentaires dans les bases des données.
- Additions d'autres informations.
- Choix de l'architecture de la base de données.

Développements des différentes applications .Une fois le système mis en place, un plan de formation du personnel affecté à l'exploitation de ce système doit être lancé

afin d'éviter des routines qui risqueraient d'endommager le système et de donner des résultats médiocres.

Les systèmes d'informations géographiques peuvent être décrits selon les trois niveaux utilisés pour les systèmes d'information classiques : le niveau conceptuel le niveau logique et le niveau de réalisation. La notion d'information géographique amène une composante supplémentaire dans l'information disponible, composante qui, pour être employée efficacement, demande des moyens spécifiques et importants en particulier pour visualiser le contenu du territoire et offrir ainsi une information visuelle globale. Outre les possibilités offertes par la présence d'information supplémentaire, les systèmes d'informations géographiques permettent de gérer des informations de manière classique. Les performances de ces systèmes viennent de leur capacité à mélanger des renseignements attributaires ou qualitatifs avec des données géographiques, permettant de répondre à des interrogations mêlant qualitatif, quantitatif et géométrie. Des analyses territoriales de très grande précision peuvent être réalisées en tenant compte de données liées à la géographie telles que des densités, des répartitions ou des longueurs et des distances. [13]

# Chapitre 03

**1. Description du réseau pipeline :** Le réseau pipeline est un réseau qui est assure le transport des hydrocarbures, il est constitué de :

**1.1. Les canalisations :** Les caractéristiques importantes de la canalisation, celles qui déterminent avant tout l'importance de l'investissement, sont le diamètre et l'épaisseur des tubes. Le choix du diamètre fixant, pour une capacité donnée, la perte d'énergie par friction au cours de transport, donc, au moins pour les fluides incompressibles, la quantité totale d'énergie à injecter pour assurer ce transport. Le choix de l'épaisseur, déterminant la pression maximale d'utilisation, permet, au contraire, de définir le fractionnement de cette puissance, en d'autres termes, l'espacement des stations de pompage et compression le long de la ligne.

**1.2. Les vannes :** Le système est relié par des tubes et une série de robinets de purge à des vannes de sectionnement à fermeture rapide. Les vannes de sectionnement situées le long de l'emprise sur laquelle repose le pipeline sont un matériel de sécurité ordinaire pour tous les pipelines de transport de gaz naturel. Les vannes de sectionnement principales sont reliées au centre de commande pour assurer la surveillance de la pression et de la température du gaz et afin d'effectuer une fermeture rapide des vannes de sectionnement en cas d'urgence.

**1.3. Gares de racleurs :** Les pipelines sont des outils essentiels de transport massif de fluides (liquides, liquéfiés ou gazeux) sur de grandes distances comme sur de petites liaisons. Ils allient débit important et discrétion et confirment année après année qu'ils sont le mode le plus sûr et le plus écologique de transport des hydrocarbures, notamment. Toutefois, si leur enfouissement permet cette discrétion dans la performance, il est aussi problématique dès lors qu'il faut envisager d'assurer la maintenance de ces ouvrages de transport. Ceci est en particulier le cas pour vérifier l'efficacité des mesures préventives mises en œuvre pour faire face aux diverses menaces auxquelles est soumise une canalisation enterrée ou sous-marine : milieu agressif, endommagement par des tiers ou par des éléments de terrain, fluide transporté corrosif. Il a donc été développé des outils qui permettent d'inspecter les pipelines de l'intérieur. Ces outils sont appelés racleurs ou pistons. Lorsqu'ils comportent des éléments de mesure et d'enregistrement, ils sont qualifiés d'instrumentés ou d'intelligents. Le passage de racleurs destinés à nettoyer la paroi interne des tubes est une pratique caractéristique des pipelines. Il est donc nécessaire

de prévoir des 'gares 'permettant l'envoi et la réception de ces racleurs, en général à partir des stations de pompage ou de compression.

**1.4. Station de compression (pour le gaz) :** Les stations de compression participent au transport de gaz naturel sous forme gazeuse dans les canalisations souterraines appelées « gazoducs ». En effet, les gisements de production de gaz naturel sont, pour l'essentiel, situés très loin des centres de distribution et de consommation. Les pertes de pression que subit le gaz lors de son acheminement, imposent de ré-augmenter à intervalles réguliers la pression du gaz (tous les 120 à 150 km). C'est la raison d'être des stations de compression. Ces ouvrages permettent ainsi d'utiliser le réseau de transport de gaz naturel dans les meilleures conditions techniques et économiques.

**1.5. Station de pompage (pour le liquide):** Une station de pompage a pour rôle de booster le pétrole pendant son écoulement dans l'oléoduc pour compenser la perte de charge le long des milliers de kilomètres qu'ils parcourent. La puissance des pompes mis en place dépend de la configuration du terrain, accidenté ou non, de la distance entre les deux stations relais et aussi selon la densité et la viscosité du brut. D'une manière générale, la pression résiduelle à l'entrée de la pompe ne doit pas être inférieure à la capacité d'aspiration de celui-ci. Comme très souvent un oléoduc traverse des régions désertiques, caniculaires ou froides, tout cet ensemble est régulé à distance par ordinateur et de manière automatique.

**1.6. Poste de détente :** c'est un poste de régulation permettant de diminuer la pression de fluide à l'aval. Ces postes sont souvent associés à des postes de livraison. Ils peuvent aussi séparer des portions de réseau exploités à des pressions différentes.

**1.7. Les bacs de stockage :** il existe deux types bac à toit flottant et les bacs à toit fixe. Ces bacs sont destinés pour stocker le brut et condensat. [14]

**2. Etude descriptives de l'environnement du réseau :** Les moyens importants que l'on met en œuvre maintenant pour effectuer la pose des pipelines font que les tracés évitent autant que possible les zones congestionnées ou à forte densité de population, le voisinage des routes, etc. En raison de leur encombrement, et recherchent la ligne droite, autant que possible à travers la campagne, tout en tenant compte cependant des servitudes imposées par les obstacles naturels ou artificiels qui entravent la pose, l'exploitation ou la sécurité des ouvrages. Il est en fait peu d'obstacle qui ne peuvent être franchis avec le matériel important mis en œuvre pour la pose des grands

ouvrages. C'est toujours une question de prix et les facteurs économique sont déterminants ce domaine.

### 2.1. Les difficultés de pose :

Du point de vue de la pose, les difficultés proviennent des obstacles qui empêchent le déploiement du matériel des équipes de pose, qui en ralentissent le fonctionnement, augmentant de ce fait le prix de revient de l'opération, ou qui imposent une préparation coûteuse.

1. Les zones congestionnées à fort densité de population et de voie de communication, ne permettent pas d'utiliser le matériel nécessaire pour l'exécution d'opérations rapides et économiques. De plus, elles imposent des contournements nombreux de zones d'habitation des servitudes de toute nature, réfection de revêtement coûteux, d'ouvrages de toutes sortes, des conditions de sécurités renforcées, des restrictions de circulation, etc.

- ✓ Les voies de communication, routes, chemins de fer, etc. entraînent la nécessité de traverser sans interrompre la circulation, c'est -à-dire l'emploi de méthodes de chantier différentes du tracé courant, d'où rupture de chantier, perte de temps, obligation de faire passer le matériel d'un coté à l'autre, quelquefois avec des détours très importants. Ces ouvrages supplémentaires, gaines, chambres à vannes, vannes de sectionnement, etc.
- ✓ Le voisinage d'autres canalisations souterraines, gaz, téléphone, électricité, impose des servitudes beaucoup moins importantes, ne valant pas la peine, sauf cas exceptionnel, de détourner un tracé. Il est intéressant de signaler, cependant, à ce point de vue, les cas de ligne électricité haut tension qui peuvent avoir des effets d'induction sur les canalisations en acier bien isolées du sol, dans le cas de long parallélisme, et obliger, dans ce cas, à prendre des précautions particulière, briser par exemple la continuité électrique de la canalisation.
- ✓ Lorsque l'on est obligé de traverser une agglomération, par exemple pour desservir des facilités qui sont situées à l'intérieur de cette agglomération, il faut compter que les prix de pose n'ont plus aucun rapport avec les prix d'un tracé courant. Bien qu'il soit difficile de donner des indications de nature général pour ce qui n'est qu'un ensemble de cas particuliers, l'on

peut cependant avancer des coefficients de majoration de l'ordre de 3 à 6 par rapport au prix de pose de base.

2. Pour tenir compte des obstacles naturels, on a coutume d'utiliser des systèmes de coefficient de majoration applicables à un prix de pose de base, grâce auquel on peut déterminer le prix réel de pose en fonction des difficultés du terrain rencontré. c'est ainsi que pour la France, le coefficient moyen est de l'ordre de 1,6 à 1,8.
  - ✓ Les traversées de cours d'eau, fleuves, canaux, rivière navigable, sont à considérer cas par cas en fonction des éléments particulière à chaque traversée : largueur, profondeur, et nature du lit, courant, nature des berges, possibilité de déployer un chantier et de préparer le tronçon de canalisation, etc. ce sont dans tous les cas des opérations couteuses dont le prix de quelque kilomètre à plusieurs dizaines de kilomètre de tracé courant.
  - ✓ Les zones marécageuses imposent de la sujétion importante à la circulation des véhicules, au creusement et à la tenue des tranchées dans l'eau. Quelquefois un lestage de la conduite y est nécessaire pour éviter que la poussée de l'eau ne la fasse remonter à la surface ; ceci étant en particulier vrai pour les canalisations de gaz. Lorsqu'il est nécessaire de prévoir des platelages pour permettre le passage des engins, le coefficient de difficulté peut être l'ordre de 2,5,
  - ✓ Les reliefs accidentés doivent être considérés en fonction des ruptures de méthodes de travail qu'ils peuvent entraîner ou simplement des ralentissements des cadences de pose. Tant que les pentes ne sont pas telles qu'elles empêchent le passage des engins de pose, la limite étant de l'ordre de 30 à 40%, leur influence sur les prix n'est pas très importante; au-delà de cette limite, fortes pentes, falaises, éboulis, doivent être évité dans toute la mesure du possible.
  - ✓ La dureté du sous\_ sol est un des éléments qui influencent le prix de pose d'une façon très importante. La tranchée est faite à la trancheuse à godets, pour des sols tendres, à la pelle mécanique pour des sols demi-durs, à la perforatrice et à la mine pour le rocher, et la piste pour le passage des engins peuvent également devoir être préparée à coups d'explosifs. Le coefficient de difficulté pour des terrains rocheux peut varier de 2,5 à 4,

selon la profondeur où l'on trouve le rocher, les plus ou moins grandes facilités, etc.

3. Les servitudes correspondant à des exigences de sécurité et d'exploitation : Là encore, ce sont les zones congestionnées qui posent les problèmes les plus difficiles et que l'on doit donc chercher à éviter autant que possible.
  - La densité de l'habitat introduit des risques graves en cas d'accident, impose des précautions supplémentaires de construction et d'entretien : l'utilisation des tubes renforcés par exemple, (application des règlements de sécurité) .
  - Les chemins de fer électrifiés peuvent entraîner des phénomènes d'électrolyse dont il sera question ultérieurement, qu'il est en général possible de supprimer par des dispositifs de protection cathodique, mais qui, dans certains cas de dispositions particulières des voies par rapport à la canalisation, peuvent créer des problèmes difficiles à résoudre.
  - Les zones minières à effondrement sont pratiquement interdites aux canalisations, en raison des dangers que les affaissements possibles peuvent leur faire courir.
  - Les zones de captage d'eau, dans les fuites de produits pourraient provoquer une pollution des eaux destinées à la consommation, sont également protégées d'une façon systématique ; la crainte d'incidents y amène souvent, soit à proscrire d'une façon absolue la pose de pipelines, soit à imposer des dispositions spéciales extrêmement coûteuses, comme l'installation de gaines qui, pour un supplément de prix très important, n'apporte guère plus de sécurité que n'en offre une simple canalisation d'épaisseur convenablement renforcée et soigneusement protégée contre la corrosion.
  - Des considérations d'hydraulique peuvent peser sur le choix d'un tracé dans le cas de traversé de reliefs accidentés où les pressions statiques engendrées peuvent être importantes.
  - La nécessité de passer des racleurs dans les pipelines oblige à limiter les courbures ; c'est ainsi que l'on observe généralement la règle de limitation inférieure du rayon de courbure à une valeur à 5 ou 6 fois le diamètre de la canalisation. [15]

### 2.2. Les servitudes d'ordre administratif et domanial :

Dans les pays démocratiques à fort densité de population et grand morcellement de la propriété, les problèmes domaniaux et administratifs sont souvent les plus difficiles et les plus longs à résoudre et, dans la pratique, arrivent à peser très lourd dans la sélection d'un tracé. Pour poser une canalisation, il faut laisser, en effet pendant la durée des travaux, une bande de passage d'une largeur suffisante pour permettre l'évolution et le travail des équipes de pose avec tout leur matériel. Puis, pendant toute la durée de l'exploitation de la canalisation, il faut disposer d'une servitude permanente, d'une part d'avoir accès à tout point de la conduit en cas de nécessité, d'autre part d'interdire toute action susceptible d'endommager la canalisation.

Un droit de passage de la canalisation se décompose donc :

En un droit temporaire d'occupation des lieux sur une bande de 10 à 15 m de large, droit limité dans le temps à la durée nécessaire pour les travaux.

En une servitude permanente, limitée à une bande plus étroite, l'interdiction de plantation de végétation à racines profondes susceptible d'endommager le revêtement de la canalisation et l'autorisation de passage de l'équipe d'entretien ou de réparation, selon les nécessités, et sous réserve du paiement des dommages causés.

Pour faciliter quelque peu la tâche des installateurs de pipelines, des procédures administratives spéciales ont été établies qui, dans certains cas, donnent un pouvoir à la compagnie exploitation d'obliger les propriétaires à donner leur autorisation. Ces procédures déférentes selon les pays traversés et les caractéristiques de l'ouvrage à construire, selon que cet ouvrage est considéré d'intérêt privé.

De plus, une procédure, dite d'extrême urgence, permet de procéder à l'occupation des lieux, lorsque le tracé a été approuvé, sans attendre l'aboutissement de la procédure, toujours longue, d'expropriation et ainsi d'entreprendre les travaux sans que le déroulement des démarches n'entraîne de délais déraisonnables.

Dans tous les cas cependant, l'application de telle procédure d'expropriation, lorsqu'elles sont nécessaires, entraînent des délais de procédures extrêmement longs. Les compagnies d'exploitation essaient donc par tous les moyens d'arriver à des résultats par le canal de négociation amiables.

Le choix de tracé traduit, en définitive, par établissement d'un jeu de cartes et d'un piquetage sur le terrain, qui permettront à l'entrepreneur d'implanter son chantier, et

aux responsables des démarches administratives et domaniales d'obtenir les droits de passage et les autorisations administratives d'emprunte du domaine public, l'établissement et l'enregistrement au cadastre des servitudes d'occupation.

Il donc nécessaire d'établir, dans tous les cas, dans tout les pays où il existe un cadastre, des plans parcelles des cadastre affectées par le passage de la canalisation, avec indication de leurs propriétaires réels. L'échelle utilisée varie du 1\2000 au1\5000 en général.

Lorsqu'il n'existe pas de problèmes administratifs ou domaniaux, ou lorsqu'il n'existe pas de cadastre, les plans doivent simplement suffire à permettre à l'entrepreneur de repérer le tracé sur le terrain au moyen de piquetage et d'alignement et l'on peut utiliser des échelles beaucoup plus faibles (1/50000par exemple au Sahara).[16]

# CHAPITRE 04

## 1. Présentation de la zone d'étude:

Dans le but de concevoir un système d'information géographique pour transport des hydrocarbures par canalisation, on a choisi comme lieu d'application SONATRACH plus exactement la RTO (Région Transport Ouest) dont on a passé notre stage.

La RTO a comme missions essentielles :

- Le transport, le stockage et la livraison des hydrocarbures liquides et gazeux,
- L'exploitation, la maintenance et la protection du patrimoine de la région,
- Le suivi de la réalisation des projets d'extension, de renouvellement et de valorisation du potentiel existant confiés à la région.

Les hydrocarbures transportés à travers des canalisations sont gérés et exploités par RTO sont: Le gaz naturel, le pétrole brut, le Condensât et le Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL). Cette région gère un patrimoine de :

- 11 canalisations de 16" à 42" de diamètre, totalisant une longueur de 5500 km.
- 33 stations de pompage et de compression.
- Trois stations de détente.
- Un Terminal de Départ (Parc de stockage du condensât situé à SP4 / Hassi R'mel).
- Cinq terminaux d'arrivée situés à Arzew (Parc de stockage du Condensât, parc de stockage du pétrole brut OZ1/OZ2, terminal GZ1, terminaux GZ2/GZ3 et LZ1).

Dans notre projet, on s'intéresse au transport du GPL à partir du terminal de départ T/D (HASSI RMEL) comme amont vers le terminal d'arrivé T/A (ARZEW) comme aval. Le GPL est acheminé par un pipe de 24 pouces de diamètres, nommé LZ1, passant par des réseaux de collecte des champs d'ALRAR, OHANET, TINFOUYET, Hassi Messaoud et Hassi R'mel. Le LZ1 a une longueur de 503,46 KM entre SP1 et le terminal (T/A) à Arzew et une longueur de 2,1 KM entre le (T/A) et l'usine Jumbo/GPL. Ce pipe travers

deux stations de pompage SP1 et SP2 et un poste de détente (PRS) jusqu'au terminal d'arrivé à Arzew.

### **2. La Conception de notre Système :**

Pour mettre en œuvre notre système GPLSIG on est passé par les étapes suivantes :

#### **2.1. Analyse de l'existant et définition des besoins :**

Notre système GPLSIG permet d'assurer :

- La gestion physique : Le suivie de toutes les composantes des pipelines et leurs tracés.
- La gestion d'intervention : Concernant les secteurs de protection et réparation des ouvrages et leur champ d'intervention.
- La gestion des intégrités : Gérer les postes de protection cathodique, les prises, ainsi que les défauts.
- La gestion des risques : Recenser tous les habitats situés dans le périmètre de risque pour assurer leur sécurité.

#### **2.2 Identification des différents utilisateurs :**

Le réseau de transport des hydrocarbures intéressent plusieurs intervenants et utilisateurs :

- Agents de la MAINTENANCE : (y compris toutes les directions) Cette entité a pour but d'effectuer la réparation des tronçons en cas de rupture ou dans une politique de remplacement des parties corrodées et la réalisation de nouveaux tronçons en parallèle aux anciens.
- Agents d'EXPLOITATION (y compris toutes les régions): Le but de cette entité est la gestion, l'exploitation et l'entretien de toutes les stations, des PS, gestion, exploitation et entretien des canalisations, protection des ouvrages de transport,
- Agents de DEVELOPPEMENT : Cette entité permet la réalisation et l'extension de nouvelles canalisations de transport, études et développement des techniques de transport, recherche et techniques nouvelles.
- Agents de SECURITE : Recense toutes les constructions et les habitats ainsi que les centres de santé les plus proche du pipeline.

### 2.3 Sources des données :

- ◆ Une Carte numérisée de toutes les communes de l'Algérie travaillée au CTS (Centre des Techniques Spatiales) sous MapInfo. Elle a les caractéristiques suivantes:
  - Son système de projection : WGS\_1984.
  - Son système de coordonnées : NORTH SAHARA\_1959.
- ◆ Les lèves GPS de la canalisation (LZ1) donnés par le Service d'Entretien Ligne au RTO, ces levés ont été tirés de l'inspection de l'outil intelligent (racleur) en 2011.
- ◆ Des données alphanumériques tirées des différents services à SONATRACH.

### 2.4. Modélisation du monde réel :

**2.4.1. Structuration de notre base des données :** (Approche par couches d'informations : modèle relationnelle) : Le GPSIG gère les informations par couches thématiques appartenant à un même thème et ayant une relation topologique. Chaque couche représente une entité qui elle-même est représentée par une table alphanumérique.

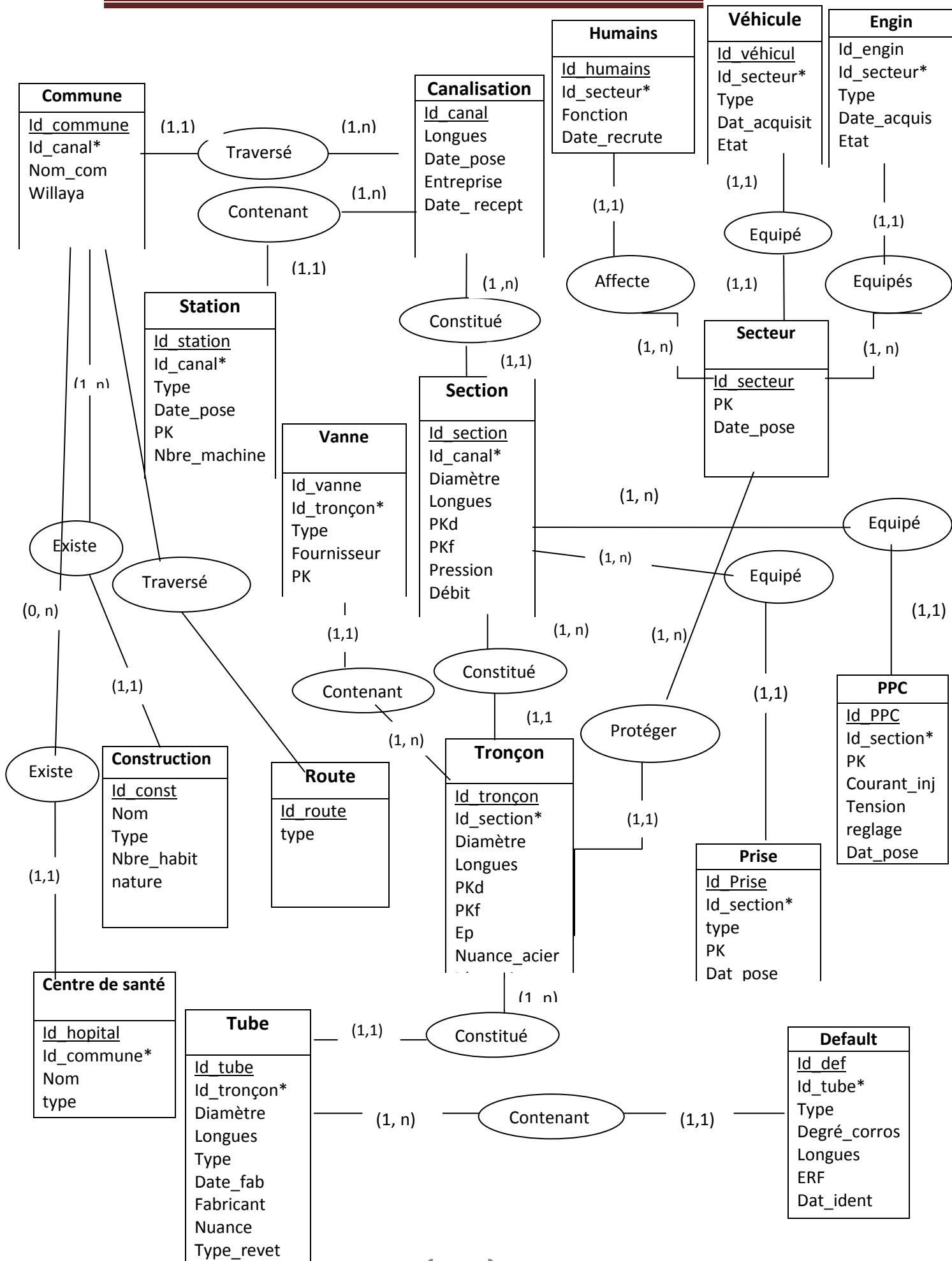
Notre système comporte les couches suivantes :

Couche Tronçons, Couche Canalisations, Couche de Vanne, Couche, Couche de poste protection cathodique, Couche Section, Couche Secteur, Couche de default, couche de commune etc...

Les relations entre les différentes couches d'informations seront définies dans le modèle conceptuel de données (MCD).

### 2.4.2. Model conceptuel de données :

# Conception et Implémentation



### 2.4.3. Dictionnaire des données :

**COMMUNE** : Une table décrivant les communes de l'Algérie. Cette table a comme propriétés :

- **Id\_commune** : Qui est l'identifiant de chaque commune.
- **Nom\_commune** : Le nom de commune.

**CANALISATION** : Une table qui représente le pipe LZ1 de l'amont vers l'aval. Ces propriétés sont :

- **Id\_canal** : L'identifiant de la canalisation.
- **Longueur** : la longueur de la canalisation.
- **Date\_pose** : la date de pose de la canalisation.
- **Enterprise** : l'entreprise qui construit le pipe.
- **Date\_recept** : la date de réception de la canalisation.

**SECTION** : Une table représentant la partie du pipeline entre deux stations. Elle contient :

- **Id\_section** : l'identifiant de la section.
- **Longueur** : la longueur de chaque section.
- **Pkd** : le point kilométrique du début de la section.
- **Pkf** : le point kilométrique de la fin de la section.
- **Pression** : la pression nécessaire pour la circulation du produit dans la pipe.
- **Débit** : le flux de produit dans la section.

**TRONCON** : Cette table représente une partie du pipeline dont il y a un changement de l'épaisseur. Elle contient les propriétés suivantes :

- **Id\_tronçon** : l'identifiant de chaque tronçon.
- **Diamètre** : le diamètre du la pipe (24 ‘‘)
- **Longueur** : la longueur de chaque tronçon.
- **Pkd** : le point kilométrique de début du tronçon.
- **Pkf** : le point kilométrique de la fin du tronçon.
- **Epaisseur** : l'épaisseur da la pipe.
- **Nuance\_acier** : le type de l'acier de chaque tronçon.

## Conception et Implémentation

---

**TUBE** : C'est une entité de base qui constitue le pipeline. Elle contient :

- **Id\_tube** : l'identifiant du tube.
- **Longueur** : la longueur de chaque tube.
- **Type** : le type de chaque tube.
- **Date\_fab** : la date de fabrication de chaque tube.
- **Fabricant** : l'entreprise qui a construit le tube.
- **Type\_rev** : le type de revêtement du tube.
- **Vanne** : outil pour l'ouverture et la fermeture de circuit du liquide.

**VANNE** : C'est une table qui représente un point de liaison entre les pipes. Elle contient les propriétés suivantes :

- **Id\_vanne** : l'identifiant de la vanne.
- **Type** : le type de la vanne.
- **Fournisseur** : le fournisseur qui produit la vanne.
- **Pk** : le point kilométrique de chaque vanne.

**STATION** : Table représentant le centre pour la compression ou le pompage de l'hydrocarbure. Elle comporte :

- **Id\_station** : l'identifiant de la station.
- **Type\_station** : soit terminal départ, soit terminal arrivé soit station pompage.....,
- **Pk** : le point kilométrique au se trouve chaque station.
- **Nbr\_machine** : le nombre de la machine existe dans la station.
- **Date\_pose** : la date de pose de chaque station.

**CONSTRUCTION** : Table qui représente les bâtis des populations à côté de la canalisation. Elle comporte :

- **Id\_construction** : l'identifiant de la construction.
- **Type** : le type de la construction soit habitat soit zone industrielle,.....
- **Nbr\_habitat** : le nombre de l'habitation dans chaque construction proche de la pipe.

## Conception et Implémentation

---

**Centre de santé** : C'est une entité très importante qui représente la localisation du centre de santé le plus proche de la pipe

- **Id\_centre** : l'identifiant de chaque centre.
- **Nom** : le nom de chaque centre.
- **Type** : le type du centre soit un hôpital soit une salle de soin, ...

**SECTEUR** : La Table qui représente les postes d'intervention Et elle contient les propriétés suivantes :

- **Id\_secteur** : l'identifiant de chaque secteur.

**HUMAINS** : c'est la ressource humaine qui existe dans chaque secteur.

- **Id\_humain** : l'identifiant de chaque personne.
- **Fonction** : la fonctionnalité de chaque personne.
- **Date\_rect** : la date de recrutement de chaque personne.

**VEHICULE** : Représente les véhicules au niveau de chaque secteur.

- **Id\_véhicul** : l'identifiant de chaque véhicule.
- **Type\_véhicul** : le type du véhicule.

**ENGIN** : C'est une entité qui représente un ensemble d'engins qui existent dans chaque secteur. Elle contient:

- **Id\_eng** : l'identifiant de chaque engin.
- **Etat** : l'état de chaque engin.

**PPC** : La table qui représente les postes de protection cathodique Et elle contient les propriétés suivantes :

- **Id\_ppc** : l'identifiant de chaque poste.
- **Courant** : la mesure du courant dans un PPC a une date donnée.
- **Tension** : la mesure de la tension dans un PPC a une date donnée.

**PRISE** : Une table qui représente des outils pour mesurer le potentiel dans le pipe.

- **Id\_prise** : l'identifiant de chaque prise.

- **Potentiel** : la mesure de potentiel dans chaque prise.
- **Pk** : le point kilométrique de chaque prise.

**DEFAUTS** : c'est table qui représente les points faibles dans la pipe  
Et elle contient les propriétés suivantes

- **Id\_defaut** : l'identifiant de chaque défaut
- **Degré de corrosion** : pourcentage de corrosion.
- **Longueur** : la longueur du défaut.

### 3. IMPLEMENTATION:

#### 3.1. Environnement matériel et logiciel :

Pour la mise en œuvre de notre application, notre choix s'est porté sur l'environnement suivant :

- Un PC core2duo (2GHz) et 2Go de RAM.
- Système d'exploitation XP, vista, 7.
- ArcGIS 10 Desktop
- Python

#### 3.2. Les outils de réalisation :

Nous avons choisi ArcGIS 10 Desktop qui est une suite intégrée d'applications SIG professionnelles car la plupart des utilisateurs le connaissent sous la forme de trois produits : ArcView, ArcEditor et ArcInfo. Ce produit inclut les applications suivantes :

- ArcMap permet de créer, afficher, interroger, afficher, imprimer des cartes.
- ArcCatalog permet d'organiser et de gérer les différents types d'informations géographiques.
- ArcToolbox regroupe un ensemble d'outils de conversion de données, de gestion des projections, de géotraitement, etc.
- ModelBuilder permet de créer de nouveaux outils à partir d'outils existants.

ArcCatalog, ArcToolbox et ModelBuilder sont accessibles par des fenêtres que l'on peut ouvrir depuis ArcMap.

## Conception et Implémentation

On aussi utiliser comme éditeur de scripts, Python qui est intégré à ArcMap. On peut écrire des scripts à partir de Python pour automatiser certaines tâches. On peut aussi utiliser des scripts existants. ArcPy est un module Python fourni avec ArcGIS 10 Desktop.

### 3.3. Architecture générale du GPLSIG :

Ce schéma représente l'architecture générale et les fonctionnalités nécessaires de notre application :

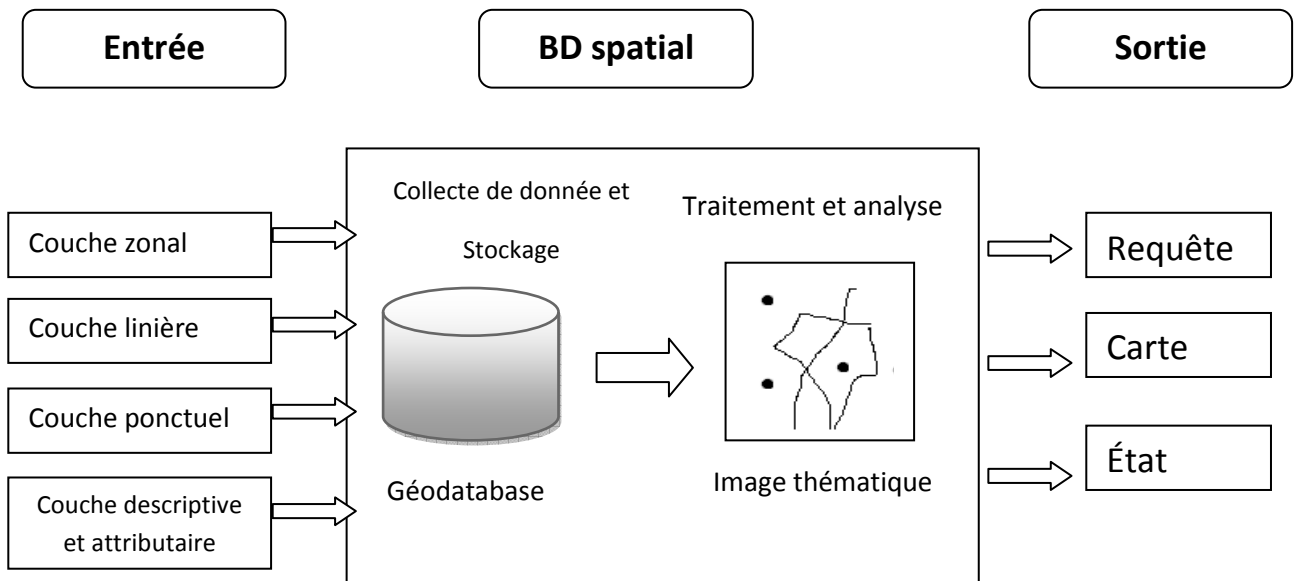
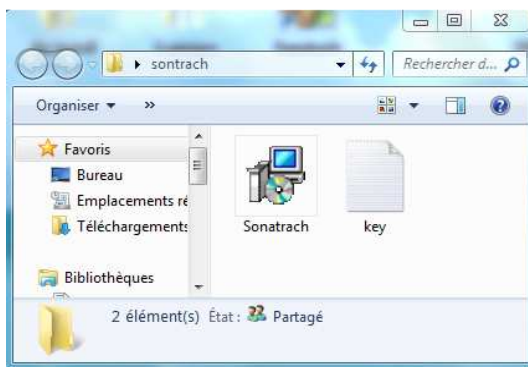


Figure11 : Architecture de l'application

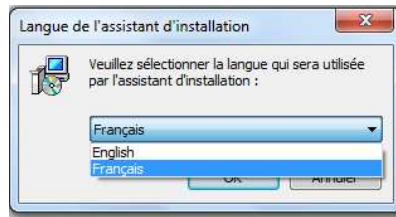
### 3.4. Description de l'application :

- **Installation de setup :** notre application est exécutable (.exe)  
Pour l'installer on doit suivre les étapes ci-dessous :

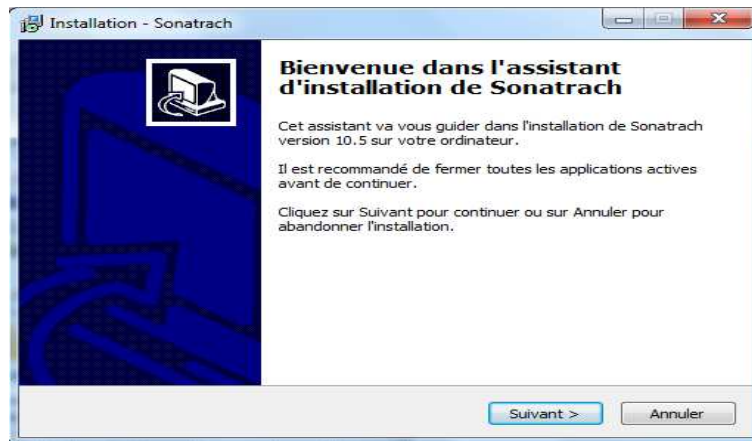


Double clic sur l'icône Sonatrach .exe

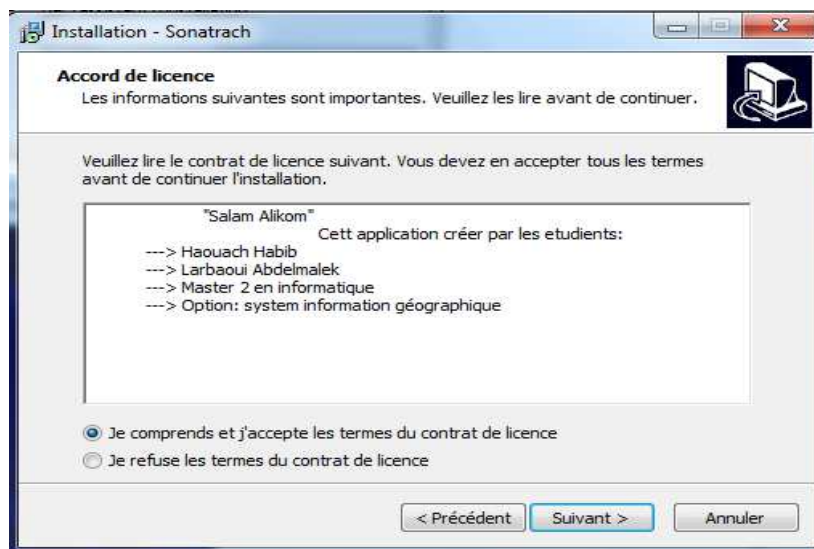
## Conception et Implémentation



Choisissez la langue de l'installation et cliquez sur OK



Cliquer sur suivant

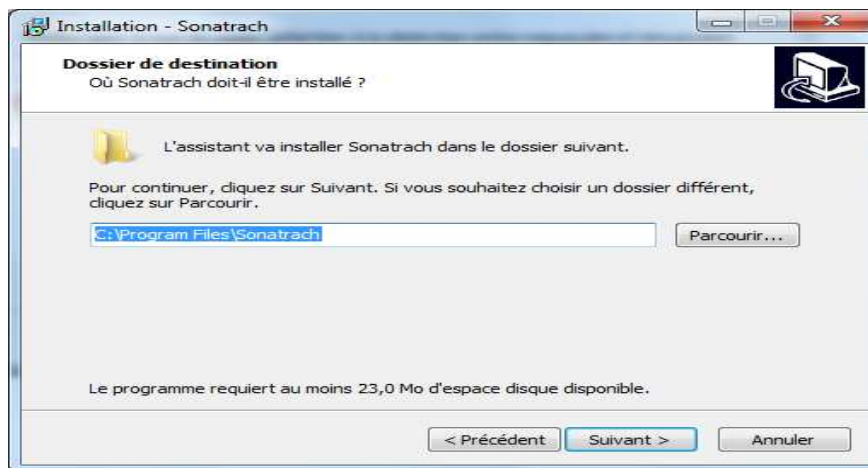


Lire la licence et accepter et puis cliquer sur suivant.

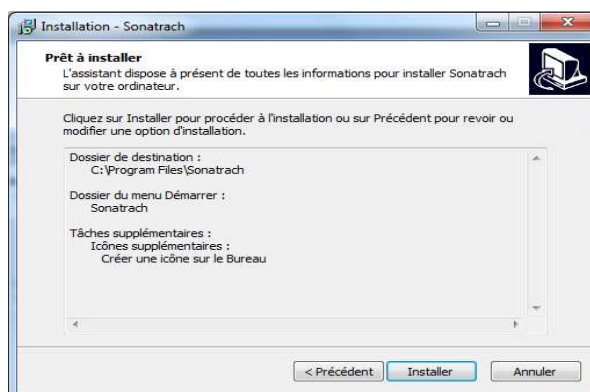
# Conception et Implémentation



Saisissez le mot de passe pour suivre l'installation.

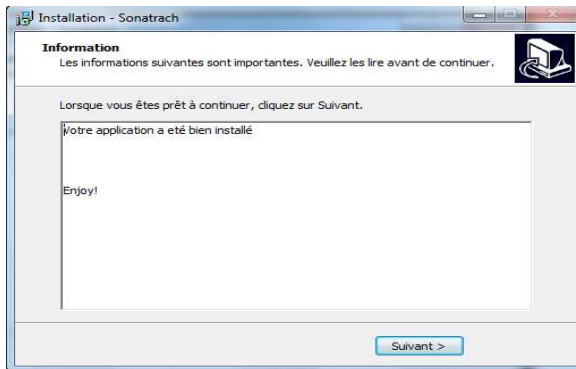
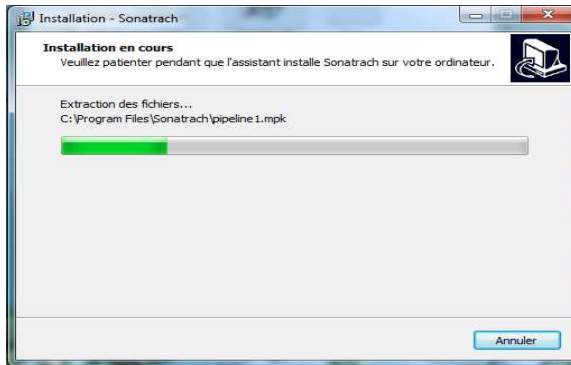


Choisir le chemin d'installation et cliquer sur suivant



Cliquer sur Installer

# Conception et Implémentation

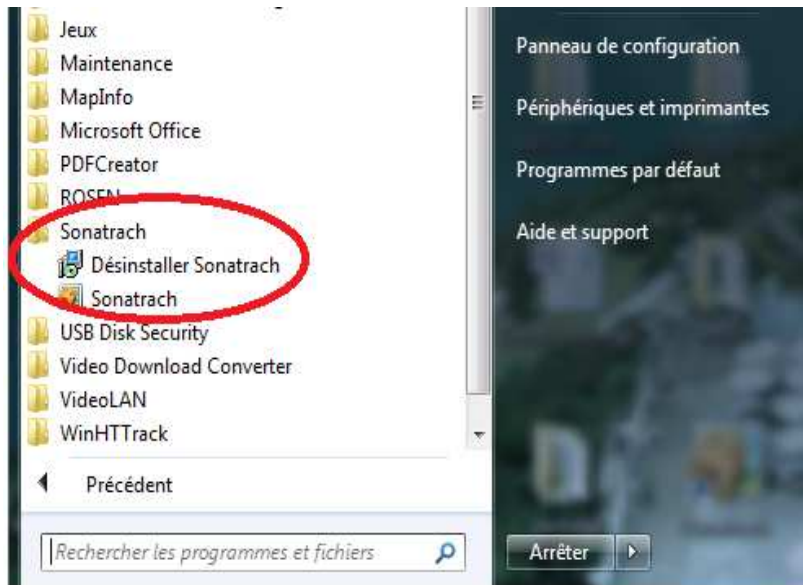


Attendre la progression de l'installation et cliquer sur suivant



Cliquer sur terminer pour fin de l'installation

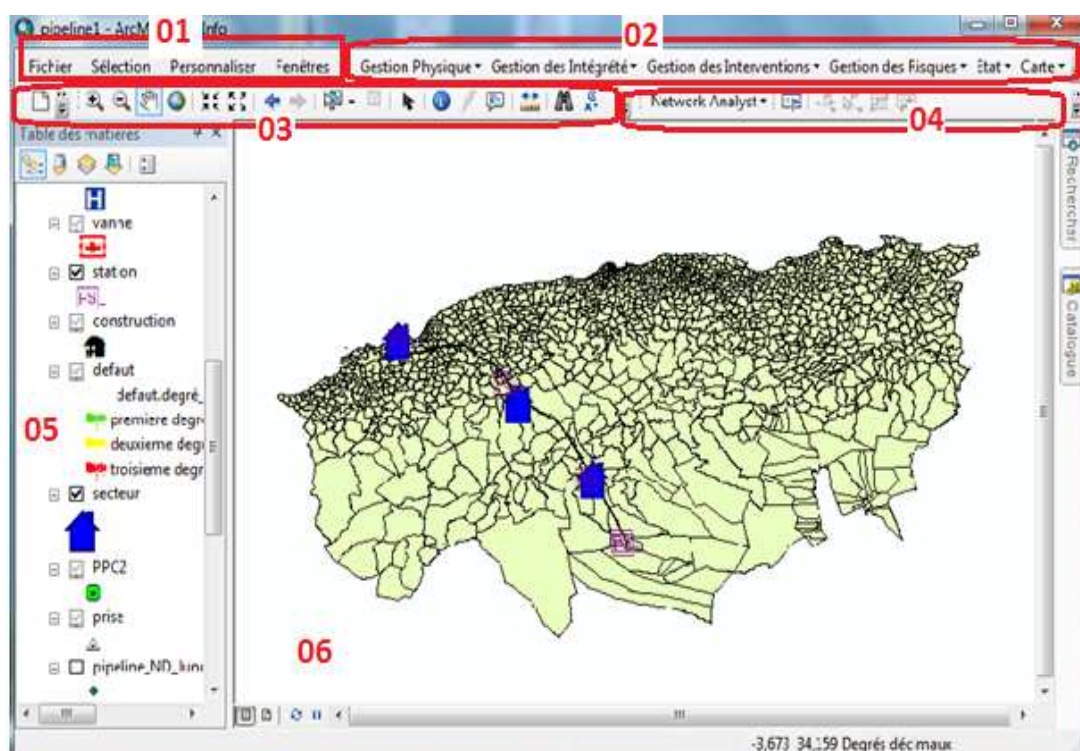
Pour lancer l'application aller a menu démarrage et cliquer sur le dossier Sonatrach tu as trouvé application et uninstall.



### 3.5. Description l'interface principale :

Notre système GPLSIG se décompose en :

- 01 Menu (contient les options par défaut de ArcMap).
- 02 Menu personnalisé (contient les taches de géotraitement et recherche et la sortie).
- 03 Outil recherche et exploration.
- 04 Barre de network Analyst pour analyse spatial des réseaux.
- 05 Table de matière (pour suivi de l'affichage).
- 06 Zone de traitement (zone de l'affichage des cartes et documents).

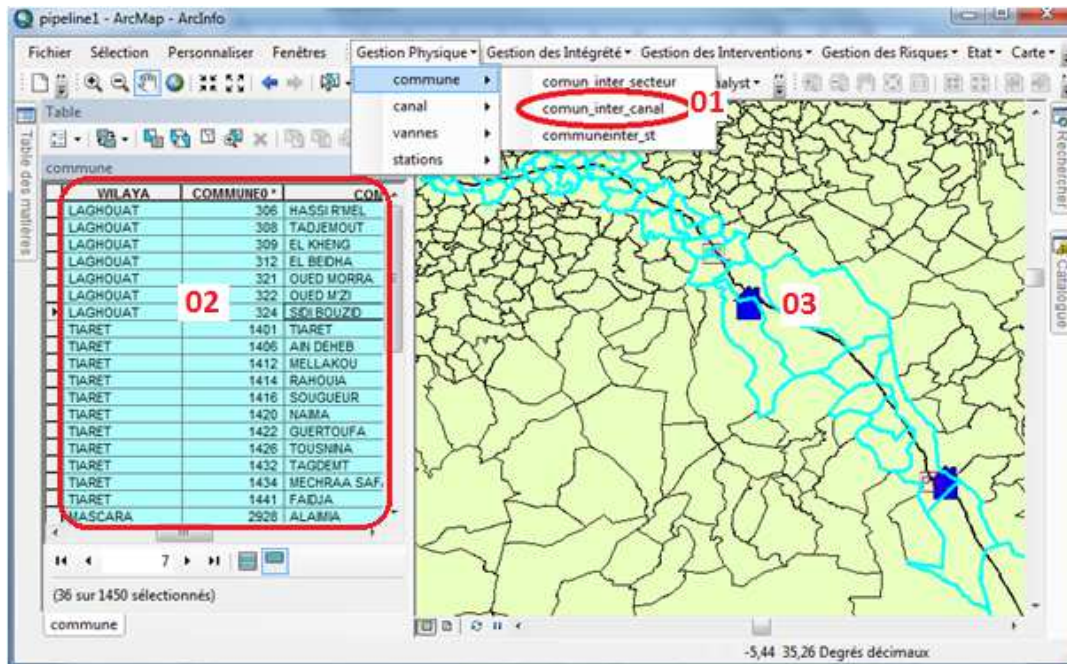


## 3.6. Description de menu personnalisé :

Ce menu comporte tout les gestions nécessaires de pipeline et les outils de sortie comme les cartes et les états.

- **Gestion physique :**

Dans cette gestion on va vous présentez tous les commune traversé par la canalisation.

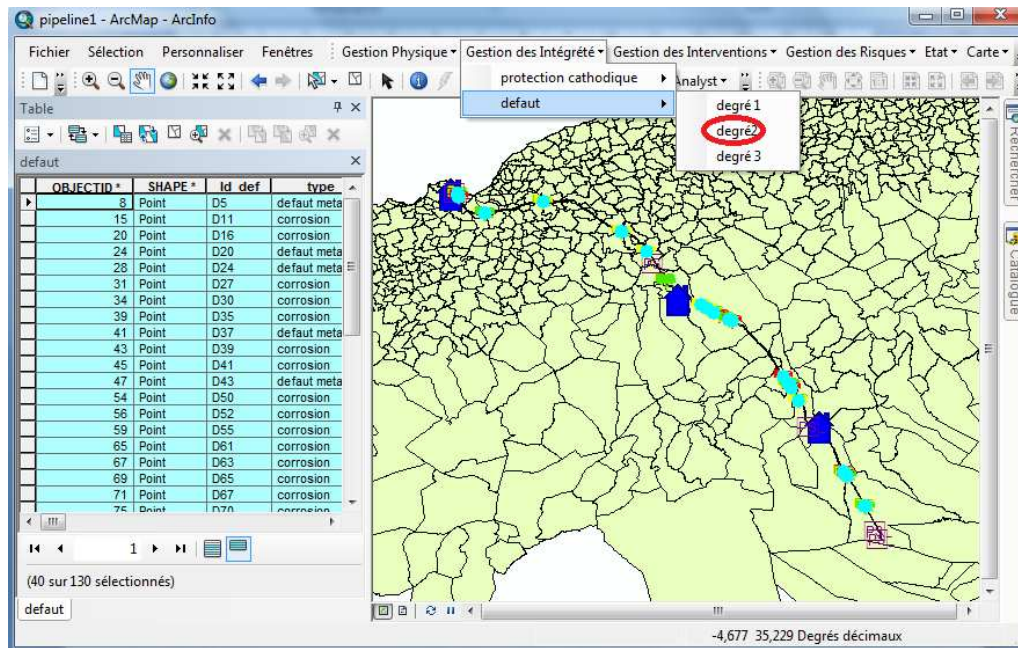


- ✓ 01 cliqué sur la requête.
- ✓ 02 affichages tabulaires.
- ✓ 03 affichages graphiques.

- **Gestion des intégrités :**

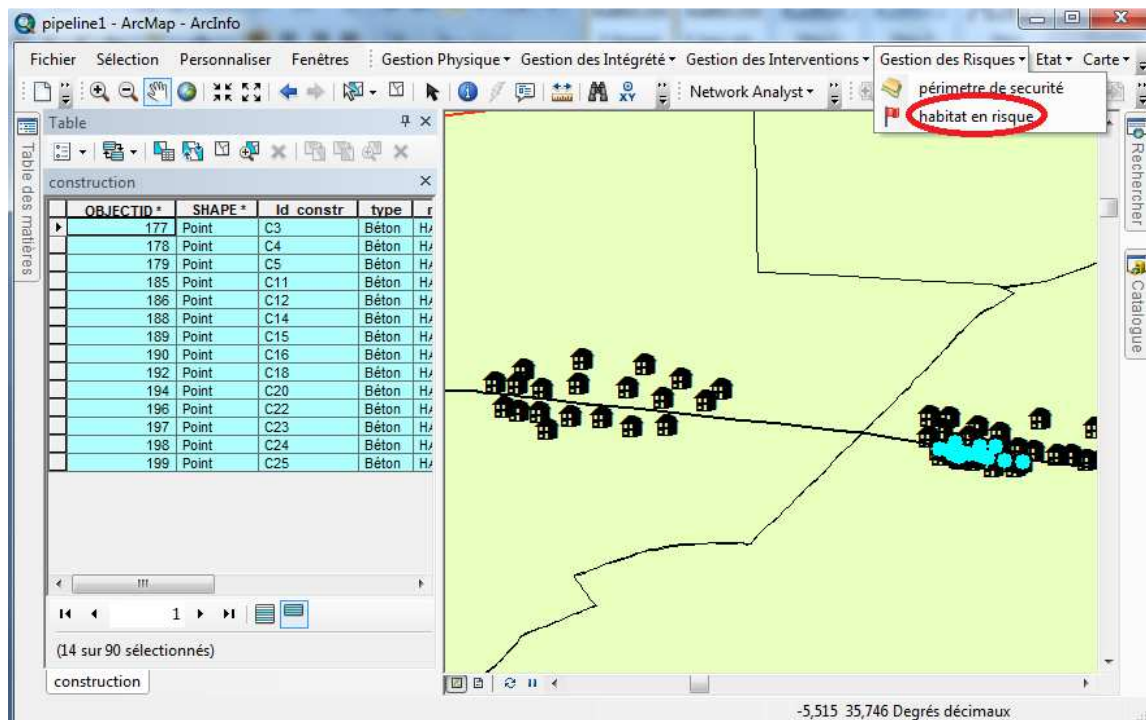
Dans cette gestion on a affiché les défauts deuxièmes degré.

# Conception et Implémentation



- **Gestion des risques :**

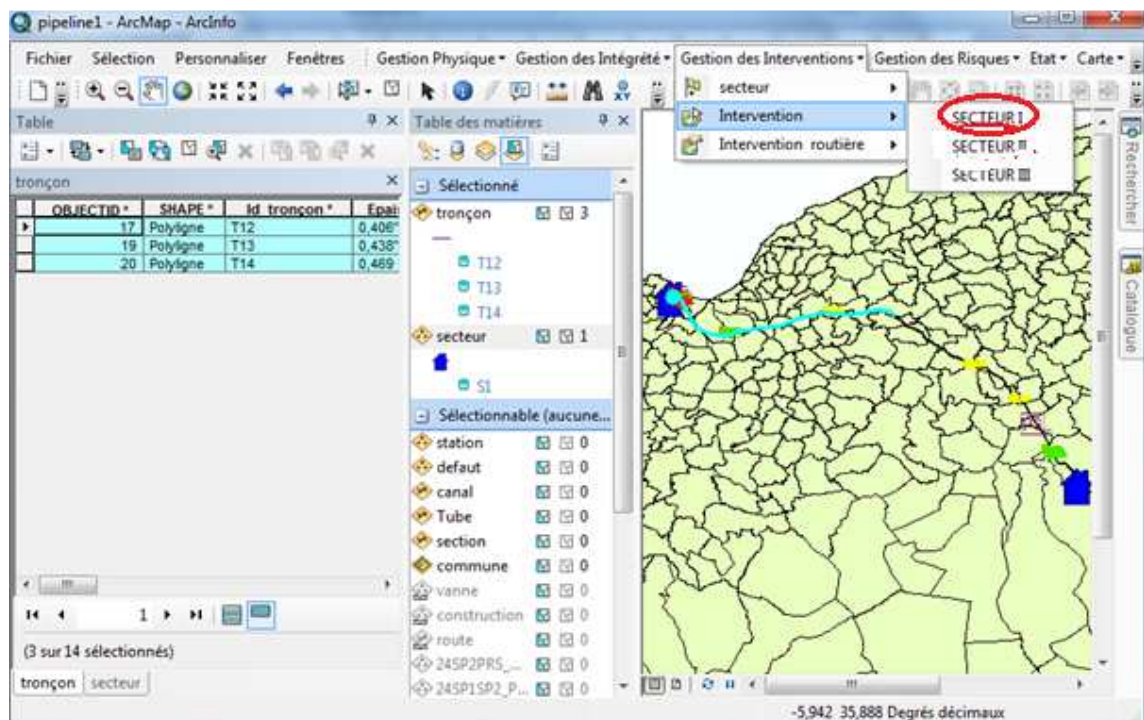
On a affiche les habitats en risque (passer le périmètre de sécurité de la canalisation).



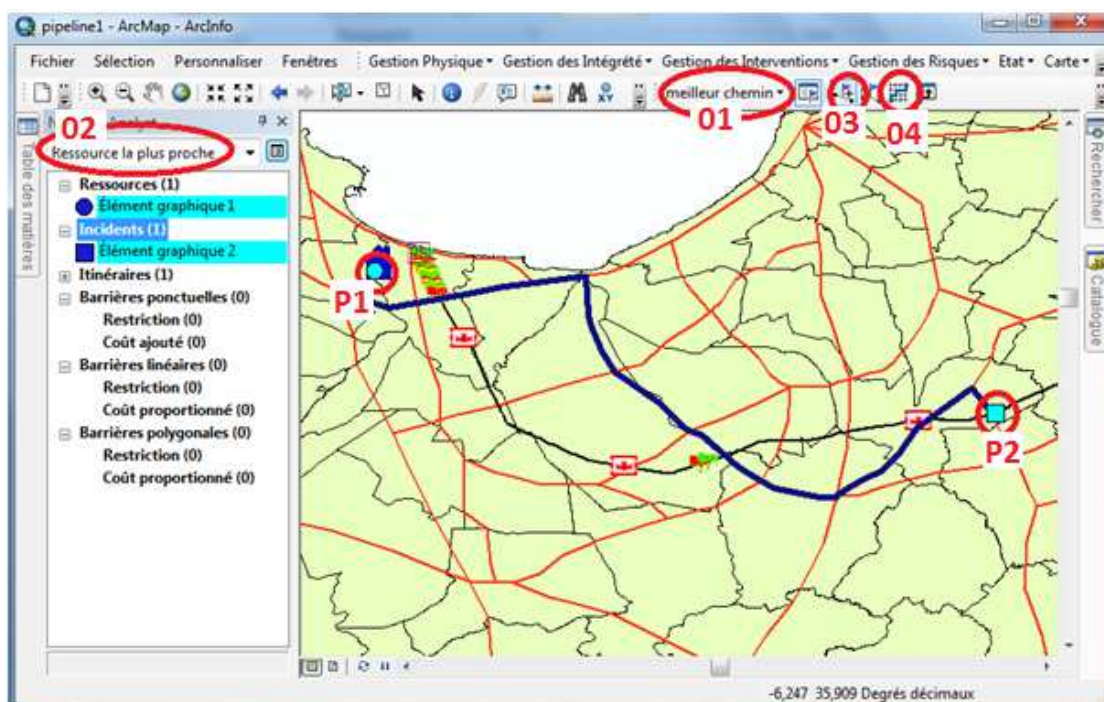
## Conception et Implémentation

- **Gestion des interventions :**

On a affiché le secteur 1 de l'intervention et leur champ d'intervention :

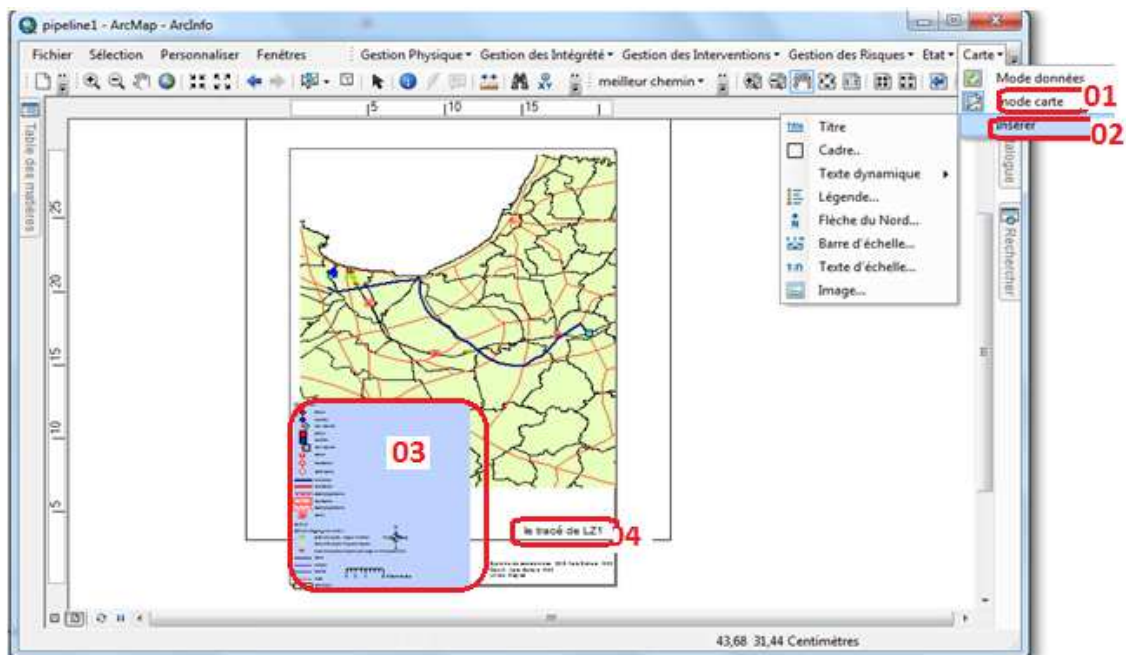


- **Meilleure chemin (pour l'intervention) :** cette outil est détermine le plus court chemin entre deux endroits selon le réseau routière (Network Analyst).

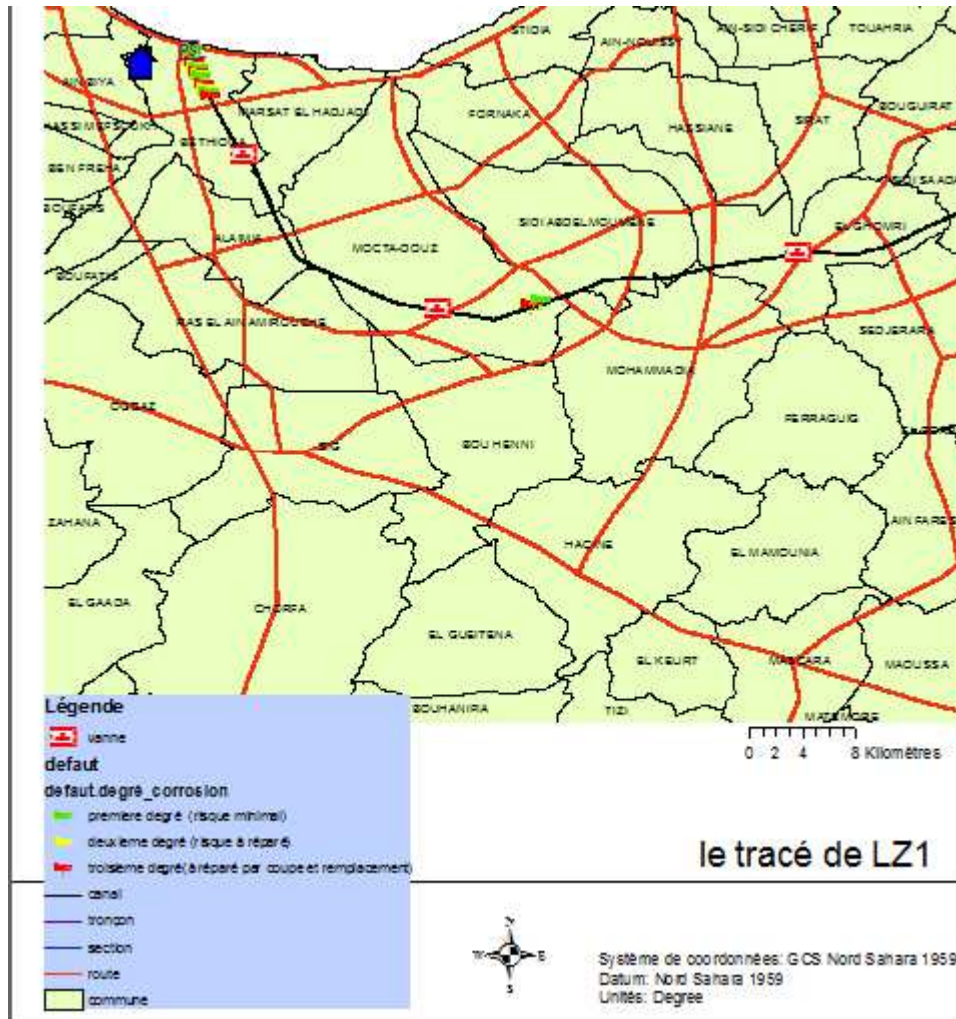


# Conception et Implémentation

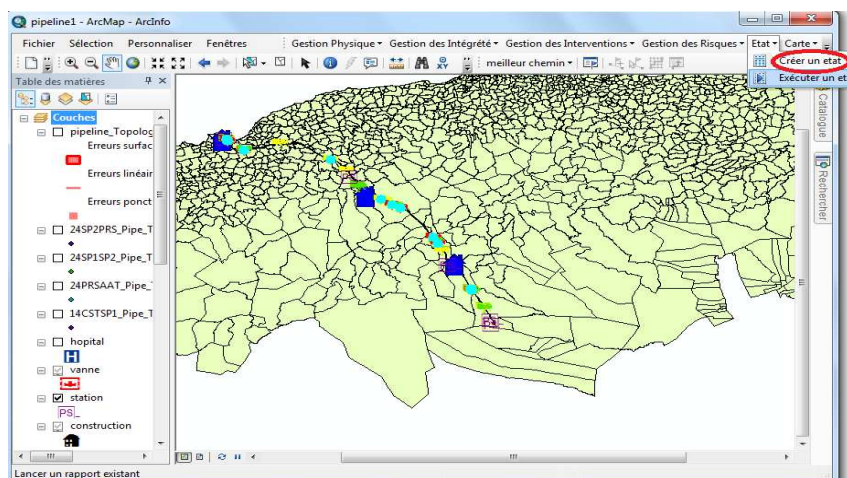
- P1 Endroit 1
- P2 Endroit 2
- 01 option de l'analyse
- 02 Fenêtre de network analyst
- 03 positionner les endroits
- 04 recherches d'itinéraires
- **Préparation les cartes :** on a déterminé les étapes de création d'une carte :
  - 01 Passer à mode carte.
  - 02 insérer les composant nécessaires de la carte comme (titre, légende, échelle, flèche de nord, système de coordonnées)
  - 03 légendes
  - 04 titres



- Affichage de la carte :

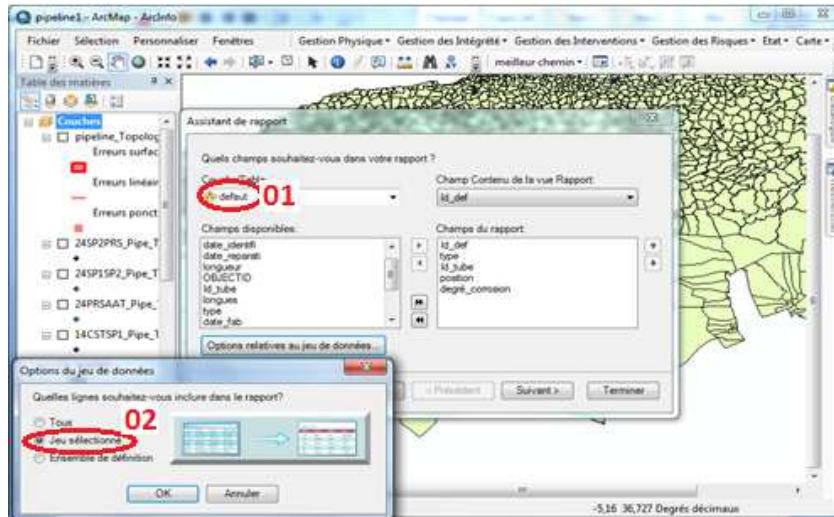


- Préparation les états : on a déterminé les étapes de création du tables des états.



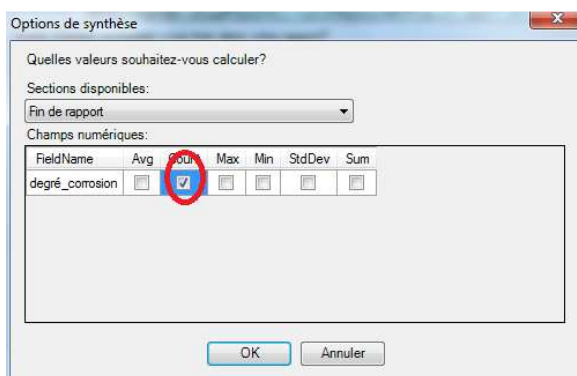
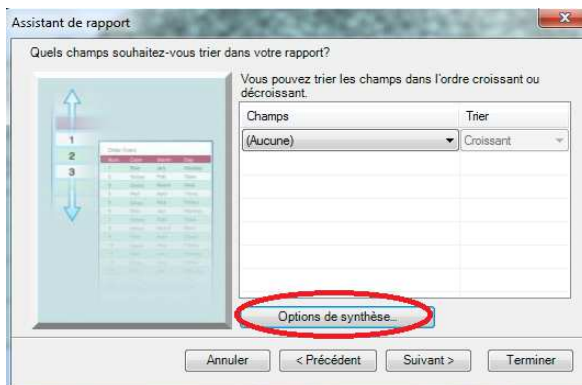
Cliquer sur la requête (créer un état).

# Conception et Implémentation



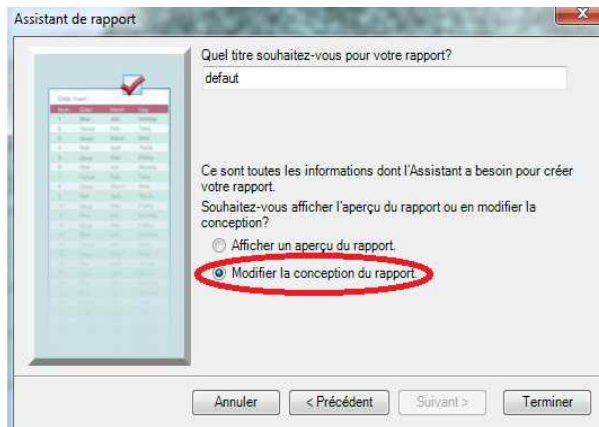
Choisir l'entité (1) et l'option de sélection (2).

Dans ce point les défauts sont déjà sélectionnés (3<sup>ème</sup> degré) donc choisir (jeu sélectionné) comme option de sélection et valider et puis cliquer sur suivant.

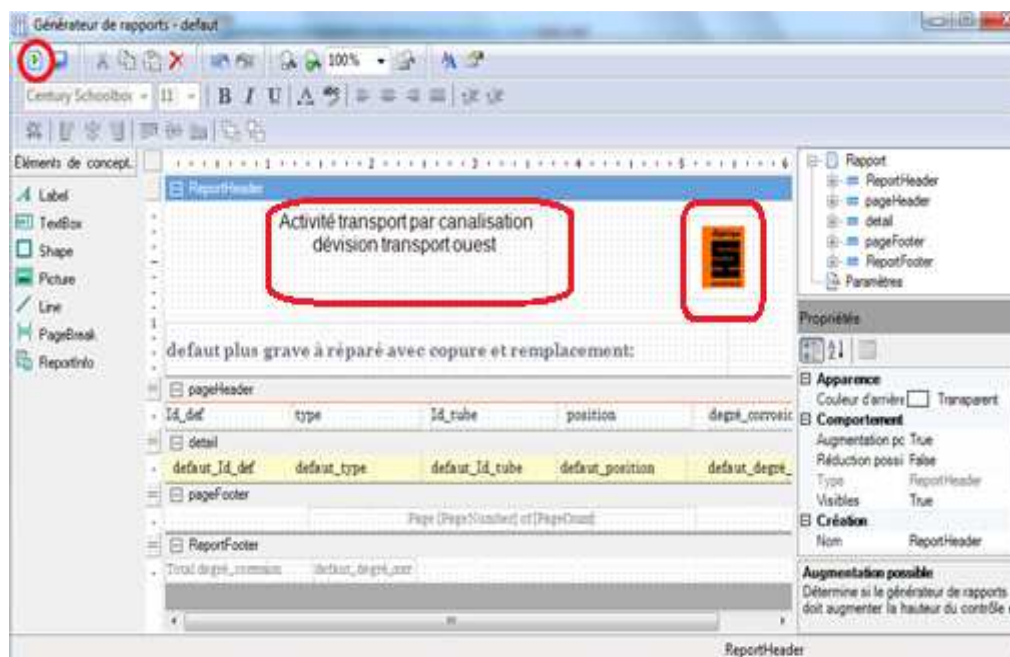


Cliquer sur option de synthèse et cocher l'opération qui veut afficher sur l'état et valider.

## Conception et Implémentation



Cocher sur modifier la conception pour personnaliser de l'état



Ajouter les textes et les images nécessaires dans la conception et exécuter votre model de l'état

Table d'état de tous les défauts (3<sup>ème</sup> degré).

# Conception et Implémentation

Visionneuse de rapports - défaut

Activité transport par canalisation  
dévision transport ouest

defaut plus grave à réparé avec copure et remplacement:

Id_def	type	Id_rube	position	degré_corrosion
D7	corrosion	78	09:25	82
D13	corrosion	100	04:45	85
D17	corrosion	130	01:00	86
D22	corrosion	150	09:25	83
D26	corrosion	161	05:00	85
D32	corrosion	185	12:00	85
D40	corrosion	220	09:25	82
D51	corrosion	300	12:30	85
D56	corrosion	343	12:30	85
D66	corrosion	350	12:30	82
D72	corrosion	354	05:30	85
D75	corrosion	356	09:45	82
D89	corrosion	365	12:30	85
D90	corrosion	366	09:45	82
D99	corrosion	372	09:45	82
D109	corrosion	377	02:20	85
D114	corrosion	381	02:20	83
D123	corrosion	380	11:20	85
D125	corrosion	384	09:45	85

Total degré\_corrosion 19

## Conclusion générale

---

### **Conclusion générale :**

L'Entreprise de transport des hydrocarbures par canalisation cherche toujours une solution pour faciliter le traitement des données et une méthode fiable d'organisation et d'archivage des informations pour minimiser les inconvénients des méthodes traditionnelles. Toutes ces lacunes et faiblesses des méthodes traditionnelles peuvent être minimisées ou supprimés à l'aide d'outils appropriés tel les SIG.

Les programmes des SIG peuvent être utilisés pour surveiller l'état et le débit des canalisations et de déterminer les meilleurs emplacements des pipelines pour le transport de pétrole au large des champs et aux terminaux. Pipeline Management est un processus par lequel on peut évaluer continuellement nos opportunités actives (à partir des perspectives à la clientèle réservée) pour leur équilibre quantitatif et qualitatif.

Dans notre projet de fin d'étude nous avons utilisé, pour la conception de la gestion du transport des hydrocarbures par canalisation, le SIG pour en profiter de toutes ces forces qu'on a cité auparavant.

On peut proposer comme perspective à notre travail :

- La généralisation du SIG en intégrant la numérisation et la gestion de tous les pipelines du transport des hydrocarbures par canalisation à SONATRACH pour que l'analyse spatiale soit plus efficace.
- L'intégration de notre application dans une architecture client-serveur sous un SIG réseau pour faciliter l'échange d'informations à distance.
- Et enfin, pourquoi pas, un SIG sous une visualisation en trois dimensions (3D).

### **Liste des abréviations :**

**SIG** : Système information géographique.

**TRC** : Transport par canalisation.

**GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié

**CHDL** : Centre de Dispatching d'Hydrocarbures Liquides

**CNDG** : Centre National de Dispatching Gases

**MEDGAZ** : Le pipeline ultra-profond « vers MADRID »

**GK3** : Contrat pour le transport par canalisation de gaz naturel dénommé

**GR5** : Gazoduc relie Hassi R'mel avec Reggane.

**DCS** : Distribution control system

**GZ1** : Nom de pipeline (Gazoduc) vers Arzew.

**LZ1** : pipe de transport GPL vers Arzew

**3D** : Trois Dimensions.

**SONATRACH** : Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures

**RTO** : Région Transport Ouest

**RTE** : Région Transport Est

**RTH** : Région Transport Haoud el Hamra

**RTB** : Région Transport Bejaia

**RTI** : Région Transport In amenas

**SDT** : Sous Direction Technique

**SDO** : Sous Direction Oléoduc

**SDG** : Sous Direction Gazoduc

**SDA** : Sous Direction Administrative

**SDFJ** : Sous Direction finance et juridique.

**HSE** : Hygiène et Sécurité de l'Environnement

**PTO** : Protection des Ouvrage

## Listes d'abréviations et des figures

---

**TNF** : Travaux Neufs

**MAINT** : Maintenance.

**PC** : Protection Cathodique

### **Liste des figures :**

<b>Figure1 :</b>	organigramme général de Sonatrach.....	06
<b>Figure2 :</b>	Les différents schémas du réseau de transport par canalisation en Algérie..	08
<b>Figure3 :</b>	Schéma représenté l'activité transport par canalisation.....	09
<b>Figure 4:</b>	Notion des couches dans SIG.....	14
<b>Figure 5 :</b>	Les fonctionnalités d'un SIG .....	18
<b>Figure 6 :</b>	Les modes de représentations.....	20
<b>Figure 7 :</b>	vues procédurales d'un SIG selon Nyerges (1993) .....	22
<b>Figure 8:</b>	vues procédurales d'un SIG selon Ott T. et Swiaczny F. (2001) .....	23
<b>Figure 9 :</b>	Le paradigme des SIG. Source : Thériault 1995.....	24
<b>Figure 10 :</b>	Les procédures SIG et leur place dans la gestion de l'information.....	25
<b>Figure11 :</b>	Architecture de l'application .....	45

## REFERENCES

---

### **Bibliographie :**

- [2] **Sonatrach\_Transport par canalisation** «Siège sidi arcine BP 08 baraki\_alger »  
Présentation TRC 2010
- [3] **Rapport Annuel** «Djenane El Malik - Hydra - Algérie.»  
Sonatrach 2011
- [4] **KASMIA Farid** « Mémoire d'ingénieur « gestion de la distribution d'eau par un SIG. »  
CNTS 1997.
- [5] **P.Pholecko** « department of control and information system ».
- [6] **KASMIA Farid** ingénieur Travaux-Sonatrach /TRC/direction Réparation, Bethioua Oran« Apport des system d'information géographique dans la gestion du réseau de transport des hydrocarbures » 2005
- [8] **Bédard Y.** « Sur les déférentes types de système d'information à référence spatial , in actes congrès conjoint de Carto-Québec et de l'association canadienne de cartographie , Québec 73\_78. » (1987)
- [9] **Tomlin D.** « géographique information system and cartographique modeling. Englewood cliffes, prentice hall » (1999)
- [10] **Eastman J.R** « .IDRISI, un SIG en mode image.Lausanne centre régionale IDRISI. » (1995)
- [11] **Amblard H., Bernoux P., Hereros G. et Livian Y.P.** « les nouvelle approches sociologique des organisations. Paris, Seuil.245p » (1996).
- [14] **LEFEVRE (P.)**. « Abaques pour le calcul des pertes de charge des liquides dans les conduites, ours d'hydrodynamique, » Edition technique 1960 A.T.F.P, 4ém édition.
- [15] **LESTER (C.B)**. « Hydraulics for pipliners. Pipelines News », octobre 1957
- [16] **Association Technique de l'industrie du gaz en France**. « Journée de perfectionnement mesurage des grands débits de gaz » 19 décembre 1969.

## REFERENCES

---

### **Webographie :**

[1] Site officiel de Sonatrach, Transport par canalisation.

« <http://www.sonatrach.com/transport-par-canalisations.html> » Mai 2013.

[7] ESRI France, les SIG dans quelque mot

« <http://www.esrifrance.fr/> » Juin 2013.

[12] Eurosig.eu, service s d'intègre général SIG.

« [http://www.eurosig.eu/maquette\\_submit?some\\_name=service+s+d%E2%80%99int%C3%A8gre+g%C3%A9n%C3%A9ral+SIG.](http://www.eurosig.eu/maquette_submit?some_name=service+s+d%E2%80%99int%C3%A8gre+g%C3%A9n%C3%A9ral+SIG.) » Avril 2013.

[13] Le serveur éducatif de l'IGN, Définition.

« <http://seig.ensg.ign.fr/fichchap.php?NOFICHE=FP1&NOCONT=CONT3&NOCHEM=CHEMS001&NOLISTE=0&N=0&RPHP=&RCO=&RCH=&RF=&RPF=&RPC=> » Juin 2013

« <http://www.sigcours.com/fr/arcgis/generalites-sur-arcgis.html> » Juin 2013.

« <http://www.cartoexpert.com/index.php/fr/formations/formation-arcview-initiation.html> » Juin 2013.

« <http://resources.arcgis.com/fr/content/arcgisserver/10.0/gis-services> » Juin 2013.