

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche
scientifique
Université M'hamed Bougara-Boumerdes



Faculté des Sciences
Département informatique

Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de Master

Thème:

Conception et Réalisation d'un outil BI pour la gestion des productions

Présenté par :

AZZI SOUMIA ASLA

REGHIOUI RATIBA

Dédicace

“

*A mon père **ALI**, que Dieu lui fasse miséricorde, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse et leur soutien tout au long de mes études,*

*A ma chère maman **ZAHIA** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A mes chères sœurs **LILA** et **SARA** pour leur appui et leur encouragement,*

*A mon source de joie et bonheur, mon frère **BILLAL**.*

*A ma chère amie **Asla** pour sa compréhension, sa gentillesse et sa diligence.*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible, Merci d'être toujours là pour moi

”

-REGHIOUI RATIBA

“

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie,
ma réussite et tout mon respect : mon cher père
Dahmane.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'épargné aucun effort pour me rendre heureuse :mon adorable mère**Nafissa.***

A mes chères sœurs (soundosse , arwa et taiba) et frères(Ibnsina, Noufel et Baraa) ma source de joie et de bonheur.

*A mon mari Nassim qui n'a pas cessé de me conseiller,
encourager et soutenir tout au long de mon projet.*

A mon binôme Ratiba pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

*A toute ma famille,
A tout mes amies,*

Merci pour leurs amour et soutien.

”

-ASLA SOUMIA AZZI

Remerciements

Nous remercions Allah Tout-Puissant de nous avoir donné le courage et la volonté d'accomplir ce travail ne peut jamais être achevé sans lui.

Nous remercions chaleureusement notre encadreur à L'INIM UMBB,**M. Maouche** Merci. Pour avoir accepté de diriger notre travail et pour son aide efficace et ses judicieux conseils.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements à nos promoteurs **M. Bensaoud Kamel** et **M. Benbouzid Abdelhak** pour la disponibilité et la confiance la patience et le temps qu'ils nous ont toujours témoigné durant toute la période de stage.

Enfin Nous remercions tout particulièrement les membres du jury pour avoir accepté de participer en tant qu'examineurs à notre soutenance.

Nous remercions nos parents qui ont toujours était là pour nous, qui nous ont toujours Soutenues, qui ont tous sacrifié pour notre bonheur et notre réussite.

Résumé

Le but de cette mémoire est de construire et la mise en œuvre d'une solution BI et DW pour la gestion des productions de L'entreprise Hamoud Boualen .

Cette dernière possède une application de vente qui génère chaque jour une masse de données, qui n'est jamais exploitée, et ces masses de données sont toujours en croissance. Qui peuvent fournir une mine d'information sur l'évolution du chiffre d'affaires, l'évolution des opérations de vente, ainsi que le comportement de ces clients.

À ce titre, notre entreprise souhaite l'exploitation et l'analyse de ces données, dans l'objectif d'aide à la décision. Par contre l'élaboration des rapports d'analyse est manuelle et connaît des lenteurs qui n'arrangent pas les décideurs. Ces derniers ont besoin d'informations fiables dans des délais raisonnables.

Pour mettre en place notre solution, un projet est lancé qui s'intitule la conception et la réalisation d'un outil BI pour la gestion des production . Cet outil sera construit autour d'une base de données décisionnel dite « Data Warehouse » et répondant à tous les besoins d'analyse du groupe dans sa fonction de distribution.

Mots clés : informatique décisionnelle, data warehouse, fait, dimension, indicateur de performance, tableau de bord , ETL, OLAP, Power Bi.

Abstract

Good decision making is the key of world company's development and it's done by comparing the results of different KPIs. The impact that this process has, it made the companies lean towards it and implementing it into their multiple fields by adopting "the decision support systems". Hamoud boualem is one of these companies that found comfort in using theme by developing multiple applications and dashboards in order to exploit its systems.”.

Our application will allow Hamoud boualem to maintain its leadership course in production by allowing decision makers to be able to facilitate decision making, better use of data regardless of their sources via ETL and DW, reduce customer loss, consult the reports, and have the powerful dashboard. For this we have developed the solution Bi for this goals.

Keywords : Business intelligence, Data Warehouse, Fact, dimension, key performance indicator, Dashboard, ETL, OLAP.

Table des matières

Dédicace	I
Remerciements	III
Résumé	IV
Abstract	V
Introduction générale	1
1 Système d'aide à la décision et business intelligent	2
1.1 Partie 1: Système décisionnel	3
1.1.1 Introduction	3
1.1.2 La décision	3
1.1.3 Le système d'aide à la décision	3
1.1.4 La Relation entre le système d'information (SI) et SAD	4
1.1.5 Objectif d'un SIAD	4
1.1.6 Les systèmes opérationnels (transactionnels)	4
1.2 Partie 2: L'informatique décisionnelle	5
1.2.1 Définition business intelligence (BI)	5
1.2.2 Historique de l'informatique décisionnelle	6
1.2.3 les composants d'un processus BI	6
1.2.4 Architecture et les étapes d'un processus BI	7
1.2.5 Les 4 fonctions de BI	7
1.2.6 Les domaines d'applications de BI	11
1.2.7 Avantages du l'informatique décisionnel	11
1.2.8 Les objectifs de l'informatique décisionnelle	12
1.2.9 Éthique et limites des systèmes décisionnels	12
1.3 Conclusion	12
2 Data warehowse	14
2.1 Introduction	15
2.2 Partie 1: Data warehowse	15
2.2.1 Qu'est-ce que l'entreposage de données (DataWarehousing) ?	15
2.2.2 Définition datawarehouse	16
2.2.3 Histoire du Datawarehouse	16

Table des matières

2.2.4	Les approches des entrepôts de données	17
2.2.5	Fonctionnement un Data warehouse	18
2.2.6	Types d'entrepôts de données	18
2.2.7	Les caractéristiques des données de datawarehouse	20
2.2.8	Les structeurs des données de datawarehouse	21
2.2.9	Outils d'accès à l'entrepôt de données	22
2.2.10	Architecture d'entrepôt de données	22
2.2.11	Comment concevoir un entrepôt de données ?	24
2.2.12	Une dimension	24
2.2.13	Un fait	24
2.2.14	Les modèles de datawarehouse	25
2.3	Partie 2: Data mart	26
2.3.1	Pourquoi avons-nous besoin de Data Mart ?	26
2.3.2	Types de Data Mart	27
2.3.3	Les différences entre un DW et les data marts	27
2.3.4	Modélisation dimensionnelle	28
2.4	Partie 3 : OLAP	28
2.4.1	Définition	28
2.4.2	Les douze règles d'olap	29
2.4.3	Le Fonctionnement d'OLAP	30
2.4.4	Les operations d' analyse OLAP	30
2.4.5	Caractéristiques d'OLAP	32
2.4.6	Type de systeme olap	33
2.4.7	Avantages d'OLAP	34
2.5	Conclusion	34
3	Présentation de l'organisme d'accueil	35
3.1	Introduction	36
3.2	Partie 1: Présentation de l'organisme d'accueil	36
3.2.1	Historique de l'entreprise	36
3.2.2	Secteur d'activité	37
3.2.3	Équipe	37
3.2.4	Référence	37
3.3	Conclusion	38
4	Étude de l'existant et conception	39
4.1	Introduction	40
4.2	Partie 1: Étude de l'existant	40
4.2.1	Étude de système source de données	40
4.2.2	QAD	40
4.2.3	Les définitions des principaux indicateurs de performance ciblés (KPI)	40
4.2.4	Les besoins fonctionnels et techniques collectés	42
4.2.5	Solution Bi proposé	43
4.3	Partie 2: Conception du Datawarehouse.	43
4.3.1	Choix de l'approche et du modèle multidimensionnel :	43

Table des matières

4.3.2	Conception de l'entrepôt des données	43
4.4	Conclusion	49
5	Réalisation et implémentation	50
5.1	Partie 1 :Réalisation	51
5.1.1	Technologies utilisées	51
5.1.2	Implémentation de la base de données	52
5.1.3	Implémentation de l'entrepôt de données	57
5.1.4	Implémentation de l'ETL	61
5.1.5	Création des vues	64
5.1.6	Présentation de vue	64
5.1.7	Création de Cube OLAP	65
5.1.8	Représentation de Cube	72
5.1.9	Les tableaux de bord	73
5.2	Conclusion	77
	Conclusion générale	78

Table des figures

1.1	la place de décision dans les entreprises	3
1.2	l'informatique décisionnelle	5
1.3	Architecture d'un processus BI	7
1.4	le processus ETL	9
2.1	Les différents noms de datawarehouse	16
2.2	Approche TOP-Down	17
2.3	Approche Bottom-Up	18
2.4	Entrepot de données centralisée	19
2.5	Data Mart au cours d'un système décisionnel	19
2.6	Données orientées sujets[inm02]	20
2.7	Integration des données	21
2.8	L'architecteur d'un datawarehouse	23
2.9	Le schéma en étoile	25
2.10	Le schéma en flocon de nuage	26
2.11	Exemple de modèle en constellation	26
2.12	Cube olap	29
2.13	L'architecture dril down	31
2.14	L'architecture pivot	32
2.15	Cube olab dans l'architecteure datawarehouse	33
4.1	Data mart production	45
4.2	Data mart operation	46
4.3	Data mart consommation	47
4.4	Data mart production détaillée	47
4.5	Data mart prévision	48
4.6	Data mart stocke	48
4.7	Schéma complet de data warehouse	49
5.1	Power BI	52
5.2	Fichier de démarrage de la base de données	53
5.3	L'accès à la base de données	53
5.4	L'ajout d'une source de données externe	54
5.5	Sélection de Opendge comme source externe	54
5.6	Entrer les information de la base de données	55
5.7	Loging de la base de données	55
5.8	Test de connection	56
5.9	Étape 1 de restauration de la base de données	56
5.10	Étape 2 de restauration de la base de données	57

Table des figures

5.11 Microsoft sql management studio 2012	57
5.12 Creation de datawarehowse HB DW	58
5.13 Sélection des colonnes	58
5.14 Rennomage des colonnes	59
5.15 Code source de la sélection	59
5.16 Mapping de table Article	60
5.17 L'entrepôt de données	61
5.18 Extraction des données sources	62
5.19 Chargement de la dimension Article	63
5.20 Visualisation de la table gamme	63
5.21 Packages 1 de tous les tables de DW	63
5.22 Suite de package de tous les tables	64
5.23 Création des vues	64
5.24 Vue compléte de datawarehouse	65
5.25 Démarrage de projet ssas	66
5.26 Ouverture de l'interface cube	66
5.27 La sélection de la source des tables	67
5.28 La sélection des mesures	67
5.29 La sélection des dimentions	68
5.30 Les mesures et les dimensions de cube olap	69
5.31 Chargement des tables pour construire le cube	70
5.32 Cube Olap de production	70
5.33 Relation mesure dimension	71
5.34 Propriétés de cube MOLAP nommée production	72
5.35 Représentation de cube	73

Liste des sigles et acronymes

SI	<i>Système d'information</i>
SAD	<i>Système d'aide à la décision</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
DW	<i>Data Warehouse</i>
DM	<i>Data Mart</i>
ERP	<i>Entreprise Resource Planning</i>
ETL	<i>Extract, Transform, Load</i>
OLAP	<i>Online Analytical Processing</i>
OLTP	<i>Online Transactional processing</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
KPI	<i>KEY Performance Indicator</i>
SSMS	<i>Sql Server Managment Studio</i>
SSDT	<i>SQL Server Integration Services</i>
SSAS	<i>Representational State Transfer</i>

Introduction générale

Avec le changement et la révolution que l'informatique a apporté dans la plupart des secteurs de la vie, plusieurs entreprises pourraient considérablement profiter de ses atouts, et la concurrence commence à faire rage. Les Data Centers naissent, les entreprises accumulent les données, les analystes et les patrons veulent faire des analyses dessus. C'est normal, car c'est en fouillant dans les données qu'on peut savoir ce qui peut être amélioré dans l'entreprise, et c'est comme ça que la business intelligence voie le jour. Les avancées technologiques ainsi que les exigences du marché ont rendu ce domaine incontournable chez les analystes, décideurs et développeurs. Tout le monde veut se mettre au BI, et tout le monde a raison. La valeur ajoutée que peut apporter un environnement de BI dans une entreprise est garantie. L'entreprise de Hamoud Boualem veut se doter d'une solution informatique d'aide à la décision permettant la réalisation d'études rétrospective et prospective des activités d'investissement et d'exploitation de l'entreprise dans un délai satisfaisant. Les technologies relatives aux systèmes d'information décisionnels, interviennent en proposant une large gamme d'outils et de méthodes efficaces facilitant ainsi l'étude rétrospective de l'entreprise. En effet, un système décisionnel offre la capacité d'analyser les données collectées à travers des années pour faire sortir des conclusions concernant le passé, de gérer le présent et de simuler l'avenir pour anticiper les changements constants de la société.

Chapitre 1

Système d'aide à la décision et business intelligent

1.1 Partie 1: Système décisionnel

1.1.1 Introduction

Ce chapitre se décompose en deux sous titres. Le premier se base sur la présentation du système d'aide à la décision Nous présenterons tout d'abord la définition de décision, la classification des systèmes d'aide à la décision, une étude comparative entre un système décisionnel et un système opérationnel. Nous aborderons par la suite le deuxième sous titre qui est l'informatique décisionnelle (Business intelligence), leur définition, leur architecture ,qui se présente classiquement sous forme de quatre phases essentielles à travers lesquelles nous présenterons les notions nécessaires ensuite nous abordons les domaines d'application de BI . Nous finirons par une étude comparative entre quelques logiciels décisionnels. En dernier lieu nous allons définir les avantages et les limites et BI.

1.1.2 La décision

La décision correspond à une action par lequel un ou plusieurs décideurs opèrent un jugement qui tranche une question, ou un choix entre plusieurs solutions susceptibles de résoudre un problème donné. [1]

La figure ci-dessous illustre la place de la décision au sein d'une entreprise.

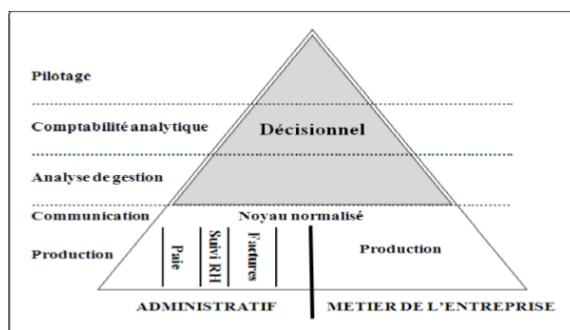


FIG. 1.1 : la place de décision dans les entreprises

1.1.3 Le système d'aide à la décision

Avant de définir les systèmes décisionnels ou le système d'aide à la décision, il est nécessaire de les placer dans leurs contextes et de comprendre au préalable ce qu'est un système d'information (SI). Ce dernier représente « l'ensemble des méthodes et moyens de recueil de contrôle et de distribution des informations nécessaires à l'exercice de l'activité en tout point de l'organisation. Il a le rôle de produire et de mémoriser les informations, de l'activité du système opérant (système opérationnel), puis de les mettre à disposition du système de décision (système de pilotage) » [1].

Nous présentons quelque définition du système d'aide à la décision :

Définition 1 :

« Un SAD est un système de Traitement de l'Information qui permet d'extraire et de

donner au décideur l'information nécessaire au processus de prise de décision. En plus, un SAD est un résolveur de problème » [1].

Définition 2 :

On peut définir le système d'aide à la décision comme étant un système informatique qui facilite le processus de prise de décision". Un Système d'Aide à la Décision (SAD) regroupe l'ensemble des outils informatiques (matériels et logiciels) [1] donc, on peut déduire que le SAD est un outil descriptif qui extrait et exploite les données de gestion, à fin d'offrir aux managers de l'entreprise les moyens d'identifier les problèmes et les résoudre.

1.1.4 La Relation entre le système d'information (SI) et SAD

Maintenant, nous abordons la relation entre le système d'information et les systèmes d'aide à la décision :

Le système d'information et les systèmes d'aide à la décision sont étroitement liés. Le SAD a une place toute particulière au sein des systèmes d'informations, dont il est certes le point d'aboutissement. Bien qu'il soit en quelque sorte un élément décideur, son rôle est de soutenir exclusivement l'interface permettant aux usagers de mieux exploiter le SI. Autrement dit, il a pour fonction d'aider à un meilleur rendement des systèmes d'information [3].

1.1.5 Objectif d'un SIAD

Cependant, le SIAD (Systèmes d'information d'aide à la décision) a pour but d'assister les dirigeants d'une entreprise à mieux repérer des alertes de gestion, d'observer l'évolution de l'activité, il ne fournit pas d'explications ni de commentaires mais seulement une présentation synthétique des opérations [2].

1.1.6 Les systèmes opérationnels (transactionnels)

Les systèmes « opérationnels » ou « de gestion », communément appelés systèmes OLTP (on-line transaction processing), offrent à l'entreprise l'aide et l'assistance dans le domaine de la gestion.

Le monde d'aujourd'hui assiste de plus en plus à la généralisation des P.G.I (progiciels de gestion intégrée) regroupant tous les logiciels de gestion de l'entreprise (finances, ressources humaines, logistique, ventes...) en un seul progiciel paramétrable aux règles de l'entreprise et organisé autour d'une base de données, le but étant de réduire les coûts générés par l'interconnexion des différentes applications [4].

- L'objectif de ses applications est de faciliter la saisie et le traitement des données, la production de résultats, sur support papier et la consultation à l'écran des données et des informations. Ce système transactionnel peut gérer de grands volumes de données.

- Économiser du temps.
- Permet de présenter des requêtes d'une manière plutôt simple du point de vue de l'ordinateur.

Si les systèmes d'informations opérationnelles (OLTP) et le système décisionnel (OLAP) aient un point commun qui est de rassembler les données de l'entreprise dans un système de gestion de bases de données (S.G.B.D) et d'en permettre l'accès aux usagers, ils présentent toutefois de profondes dissimilarités.

1.2 Partie 2: L'informatique décisionnelle

1.2.1 Définition business intelligence (BI)

Business intelligence, l'informatique décisionnelle ou tout simplement le décisionnel représente une branche de l'informatique, appréciée des entreprises pour ses services. Cet outil informatique facilite aux entreprises d'exploiter les données nécessaires pour la prise de décision. Autrement dit, il aide les décideurs à mieux comprendre le fonctionnement présent de l'entreprise mais surtout d'anticiper les actions pour un pilotage futur avisé de celle-ci. Dans ce cadre, le tableau de bord est le meilleur exemple illustrant l'informatique décisionnelle [6].

Il existe de nombreuses définitions sur l'informatique décisionnelle. Nous présentons quelques-uns :

L'informatique décisionnelle (Business Intelligence) :Est un processus technologique qui s'intéresse à l'analyse et au filtrage des données, exploitées par les dirigeants d'entreprise, les cadres commerciaux et autres usagers afin de prise de décision. Elle englobe les différents outils, applications et méthodologies, à même de permettre à l'entreprise de collecter des données à partir de systèmes internes et de sources externes, de les recouper en vue d'une analyse, de développer des requêtes et de les appliquer aux données. Ces outils sont exploitables également pour établir des rapports et des tableaux de bord ou de visualiser les données, l'objectif étant de permettre aux preneurs de décisions d'avoir facilement accès aux résultats des analyses [7].



FIG. 1.2 : l'informatique décisionnelle

Les entreprises utilisent d'innombrables applications et outils pour gérer leurs activités quotidiennes (CRM, ERP, suite Office). Bien que chacune de ces applications puisse

stocker, analyser ou modifier certains types de données, ces dernières ne sont pas nécessairement compatibles entre elles. De plus, chaque département, équipe ou département peut utiliser un ensemble d'applications, parfois différent des autres départements de l'entreprise. L'énorme quantité de données collectées ou créées, le manque de normalisation et la diversité des applications utilisées font qu'il est difficile pour les décideurs d'entreprise d'utiliser et d'analyser les données globales, et c'est là que la BI entre en jeu. Donc afin de comprendre bien le rôle de BI, nous présentons tous d'abord l'historique de business intelligence et leur évolution.

1.2.2 Historique de l'informatique décisionnelle

Historique :

- **Le commencement :**

Au début des années 1970, l'informatique était encore un luxe offert par des patrons pionniers. La demande d'information a commencé à émerger à cette époque : celui qui possède l'information possède le marché. L'ordinateur gagne grâce au calcul automatique et à la sauvegarde des données. Le concours est lancé, les entreprises s'informatisent et leurs besoins d'information sont satisfaits [7][8].

- **Les Data Centers :**

Nous sommes maintenant dans les années 1980, et les entreprises continuent de s'informatiser et d'accumuler de grandes quantités de données. Le centre de données était né. Mais moins l'entreprise accumule de données, plus les analystes et les patrons veulent les analyser.

- **Le Reporting :**

Les informaticiens ont pensé par la suite à des logiciels de génération de rapports. Ces logiciels contiendraient des rapports paramétrables que les utilisateurs pourront interroger à leur guise. La solution semble régler le problème, mais deux effets de bord vont apparaître suite à la naissance des systèmes de reporting :

La demande en information ne cessant de croître, les systèmes se retrouvent surchargés.

1.2.3 les composants d'un processus BI

Les composants clefs d'un système décisionnel sont les sources de données, les flux, et les étapes de stockage, il est architecturé dans l'ensemble comme suit :

- a) De multiples sources de données en lecture.
- b) Un entrepôt de données qui sert à fusionner les données nécessaires.
- c) Un ETL qui permet d'alimenter l'entrepôt. Ainsi, les données brutes peuvent être extraites de différentes sources, en particulier à partir des données existantes.
- d) Des applications d'exploitation de reporting, exploration et/ou prédition.
- e) Data Mart permettant de simplifier l'entrepôt de données en vue d'assurer certaines applications.

Globalement, le système décisionnel repose sur l'exploitation de données hébergées par

le système d'information. Il s'agit couramment de données de production à exploiter par une entreprise ou un organe pour des fins décisionnelles.

1.2.4 Architecture et les étapes d'un processus BI

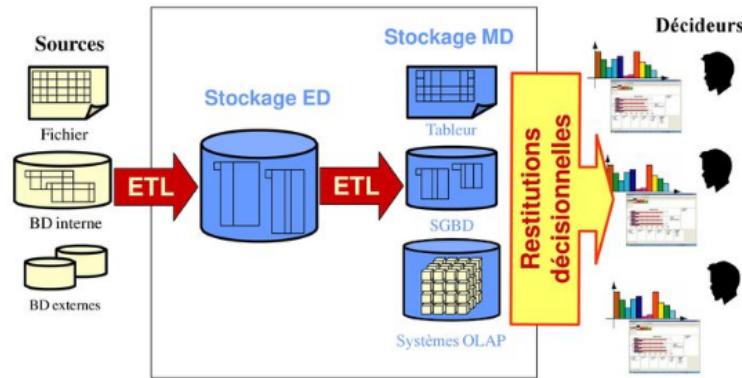


FIG. 1.3 : Architecture d'un processus BI

En terme pratique et technique, un système décisionnel aboutit à une informatique décisionnelle, constituée d'une panoplie d'outils informatiques et de progiciels assurant le fonctionnement de la chaîne de traitement de l'information et des données.

Les différents éléments et outils composant un processus BI sont regroupés en quatre catégories distinctes, correspondant chacune à une fonction spécifique, et ce, à une phase du processus. Ces fonctions sont :

1.2.5 Les 4 fonctions de BI

Les différents éléments et outils composant la chaîne décisionnelle sont regroupés en quatre catégories distinctes, correspondant chacune à une fonction spécifique, à une phase du processus. Ces fonctions sont : [11]

la collecte de données (Datapumping) Étape primordiale qui consiste à recueillir les données à partir de plusieurs sources opérationnelles de l'entreprise. Ces données, pour la plupart, hétérogènes et non standardisées, ont pour sources :

- Les systèmes opérationnels de production : regroupant les fichiers plats du système d'exploitation, les systèmes de base de données et les ERP (Enterprise Resource Planning).
- Les archives : Nécessaires pour l'analyse à long terme, elles sont sources de données historiques inestimables.
- Les données internes : Qui proviennent des feuilles de calcul et des classeurs individuels, qui ne sont pas directement liées aux systèmes opérationnels de l'entreprise.

- Les données externes : rapports périodiques extraits de sources externes, ainsi que les informations d'analyse [10].

Le processus ETL (Extract, Transform et Load)

Le processus ETL selon [KIMBALL et al, 2013] est une sorte de plateforme de travail reliant le système opérationnel et l'interface du système décisionnel. On distingue trois étapes dans ce processus [12]

Étape 1 : Extraction des données

La première partie du processus ETL consiste à extraire les données des systèmes sources. Dans de nombreux cas, c'est l'aspect le plus difficile de l'ETL, parce qu'il faut établir des connexions vers des systèmes tiers ou exporter des volumes parfois importants de données .Les données brutes peuvent être extraites de différentes sources. les données extraites sont parfois stockées dans un emplacement tel qu'un Data Mart où un data warehouse.

Étape 2 : Transformation

L'étape de transformation du processus ETL est celles des opérations les plus essentielles. L'opération la plus importante de l'étape de transformation consiste à appliquer aux données brutes les règles internes de l'entreprise de manière à répondre aux exigences en matière de reporting : les données brutes sont nettoyées et converties aux formats de rapport qui conviennent (si les données ne sont pas nettoyées, il devient plus difficile d'appliquer les règles internes de reporting). Cette phase tient compte des pratiques suivantes :

- **Standardisation** : Définir les données à traiter, leur format et leur mode de stockage ainsi que d'autres considérations de base qui définiront les étapes qui suivent.
- **Déduplication** : Transmettre un rapport sur les doublons aux personnes en charge de la gouvernance des données ; exclure et/ou supprimer les données redondantes.
- **Vérification** : Effectuer des vérifications automatisées pour comparer les données similiaires telles que durée de transaction ou sujet des accès. Les tâches de vérification permettent d'éliminer les données inutilisables et de signaler les anomalies des systèmes, des applications ou des données.
- **Tri** : Maximiser l'efficacité des Datawarehouse en regroupant et stockant les objets par catégorie (Données brutes, données audio, mails, etc.). Vos règles de transformation ETL conditionnent la catégorisation de chaque objet et sa prochaine destination. Le processus ETL est parfois utilisé pour générer des tables d'agrégation qui sont ensuite proposées dans des rapports de base ; dans ce cas, il faut trier puis agréger les données.

Étape 3 : Chargement

La dernière étape du processus ETL standard consiste à charger les données extraites et transformées dans leur nouvel emplacement. En général, les data warehouses supportent deux modes pour le chargement des données : chargement complet et chargement incrémentiel. Chargement complet : C'est une capture de l'ensemble des données à un certain

instant (Snapshot de l'état opérationnel). Il est employé dans deux situations :

- Chargement initial des données.
- Rafraîchissement complet des données (Exemple : modification d'une source).
- Chargement incrémentiel : c'est une capture unique des données qui ont été changées ou ajoutées depuis la dernière extraction.

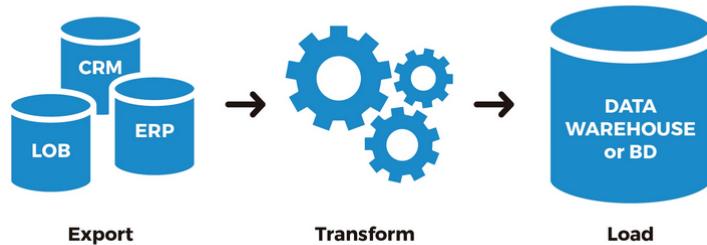


FIG. 1.4 : le processus ETL

1.1 Principaux avantages liés à l'utilisation d'un ETL : [13]

- Améliorez l'utilisation des données d'entreprise, même dans des environnements complexes avec plusieurs sources de données Associés à DWH.
- Ils offrent une vue détaillée de toutes les données disponibles de l'entreprise.
- Étant donné que le processus ETL peut alimenter automatiquement DWH en temps réel (réduire les scripts et les codes générés).
- Il améliore l'efficacité de l'équipe informatique.

Stockage de données

Un volume important de ces données est stocké et centralisé dans un même endroit unifié et accessible par tous les utilisateurs, appelé entrepôt de données. On y distingue d'ailleurs deux types : Datawarehouse et DataMart.

• Data Warehouse :

Un entrepôt de données dit Datawarehouse est un vaste dépôt central de données qui contient de l'information provenant de nombreuses sources au sein d'une organisation.

Ces données, orientées et intégrées par thème ou sujet, contiennent des informations datées et synchronisées permettant l'analyse des indicateurs pertinents pour faciliter la prise de décision, entre autres, grâce à l'analyse, la production de rapports et l'exploration de données (Datamining) .

- **DataMart :**

Un DataMart est entrepôt de données, plus au moins important que le précédent. Il se focalise sur un domaine ou secteur bien déterminé à l'exemple des ventes, des finances ou du marketing. Les DataMart sont globalement créés par un seul service qui en a le contrôle. Les systèmes opérationnels internes, les entrepôts de données centraux ou encore les données externes sont les principales sources de données pour les systèmes DataMart.[16]

Analyse et Restitution

Pour permettre aux usagers un accès facilité à l'information, selon leurs profils et/ou métiers, et afin d'extraire les éléments de décision pour booster la réactivité globale au sein l'entreprise, les décideurs disposent de certains outils sous forme d'applications élémentaires (Reporting, Tableau de bord) ou sophistiquées ou de pointe (Data Mining).

Une fois que les données se retrouvent dans l'entrepôt de données, il ne reste plus qu'à les exploiter. L'utilisateur final doit alors pouvoir interroger les données à l'aide des outils, parmi ces outils on trouve :

1. Les outils de reporting.
2. Le tableau de bord.
3. Les outils de Data Mining.

- **Les outils de reporting[15] :**

Le terme "Reporting" désigne une famille d'outils de Business intelligence destinés à assurer la réalisation, la publication et la diffusion de rapports d'activité selon un format prédéterminé. Ils sont essentiellement destinés à faciliter la communication de résultats chiffrés ou d'un suivi d'avancement.

L'outil de reporting assure l'interrogation des bases de données selon les requêtes SQL préparées lors de l'élaboration du modèle. Le rapport d'activité peut ensuite être publié sur l'intranet, périodiquement en automatique, ou ponctuellement à la demande. L'outil offre bien entendu des fonctions spécifiques pour l'élaboration du modèle du rapport, des modules de calcul et de présentation (Graphiques) afin de concevoir des comptes rendus particulièrement seyants et pertinents.

- **le tableau de bord :**

Le tableau de bord est un outil de gestion et un ensemble d'indicateurs Utilisé pour mesurer la réalisation des objectifs. Il sélectionne, priorise et fournit des informations de manière globale et ciblée. Il met en évidence les résultats remarquables, écarts et tendances. Le tableau de bord est un outil, assez Lui-même, permet au gestionnaire d'avoir une compréhension claire de la situation afin de prendre des décisions [14]

- **caractéristiques du tableau de bord :**

le tableau de bord est un outil de gestion qui présente les activités et les résultats de l'entreprise sous forme d'indicateurs selon le processus pour suivre l'atteinte des objectifs fixés et prendre les décisions nécessaires dans un délai limité. Les caractéristiques du tableau de bord incluent :

- Il permet aux décideurs d'identifier les écarts et de prendre des actions correctives le plus rapidement possible.
- Représenter les outils de communication interne.
- En mettant en avant les objectifs et les stratégies de l'entreprise, c'est aussi un outil incitatif au sein de l'entreprise.

- **Outils de datamining :**

Le Data Mining est en fait un terme générique englobant toute une famille d'outils facilitant l'exploration et l'analyse des données contenues au sein d'une base décisionnelle du type Data Warehouse ou Data Mart. Les techniques mises en action lors de l'utilisation de cet instrument d'analyse et de prospection sont particulièrement efficaces pour extraire des informations significatives depuis de grandes quantités de données.

1.2.6 Les domaines d'applications de BI

Le système d'aide à la décision est conçu pour la comptabilité et la finance, puis étendu à d'autres domaines. En d'autres termes, la BI s'applique désormais à tout type d'entreprise et d'organisation ou d'entreprise, à savoir

- **Contrôle financier/de gestion** : dans le cadre de la gestion de trésorerie, suivie du chiffre d'affaires, analyse de rentabilité, etc.
- **Gestion de la relation client (CRM)** : ou gestion de la relation avec les consommateurs ou clients : cela implique le suivi des activités commerciales et l'analyse du comportement d'achat des consommateurs.
- **Marketing** : L'utilité de la BI dans ce domaine est de mesurer l'impact sur les ventes, de mener des recherches sur les consommateurs et leurs comportements.
- **Domaine commercial** : le BI intervient dans le suivi des objectifs et des actions commerciales de l'entreprise, les prévisions de vente ou les nouvelles opportunités.

Les systèmes d'aide à la décision sont applicables dans plusieurs autres domaines tels que la santé, les assurances, les transports, la télécommunication...etc.

1.2.7 Avantages du l'informatique décisionnel

La solution BI représente plusieurs avantages dont à titre d'exemple :

- Une meilleure estimation des chiffres, des écarts et des lacunes en vue, en partie, de réduire les défaillances de l'entreprise.
- Un recouplement des données de différentes sources (ERP, système comptable, feuilles de calcul, des budgets...).

- Une présentation cohérente et fiable des données.
- Une automatisation permettant une collecte et une diffusion rapide de l'information, favorisant une prise de décisions pertinentes et à temps.
- Une performance dans le calcul de données.
- Une gestion et une prise de décisions plus fiables grâce à des indicateurs adéquats et à une structure de données plus cohérente.

1.2.8 Les objectifs de l'informatique décisionnelle

L'objectif de l'informatique décisionnelle est de permettre un pilotage facile de l'entreprise, à travers des tableaux de bord et des rapports sur lesquels les décideurs peuvent s'appuyer dans leur activité. Nous citons dans cette partie de notre chapitre certains de ces objectifs qui sont propres au BI [17] :

- Avoir un accès facile et rapide aux données.
- Améliorer les capacités décisionnelles de l'entreprise.
- Pouvoir transformer les données du SI en informations cohérentes et de valeur.
- Présenter les informations au temps opportun, c'est à dire elles doivent être disponibles au temps utile pour permettre à l'entreprise ou au décideur d'agir rapidement.

1.2.9 Éthique et limites des systèmes décisionnels

une normalisation excessive et la complexité du processus pour aider et faciliter la prise de décision, les systèmes décisionnels cherchent à mettre sur place des indicateurs ou s'appuient sur des modèles.

La décision doit bien prendre compte des évaluations humaines qui la replacent dans sa réalité, qui demeure assez compliquée.

La décision ne repose pas sur la configuration ou la représentation mais plutôt sur la réalité.

Sélectivité des données et organisations humaines.

Les systèmes décisionnels dépendent des données que l'on est en mesure de produire soi-même, mais elles ne peuvent satisfaire tous les aspects importants d'une organisation et son environnement, y compris humain.

1.3 Conclusion

Nous concluons que la Business Intelligence est considérée comme un outil puissant aider les décideurs à élaborer des stratégies. De plus, nous avons constaté que les systèmes

Chapitre 1. Système d'aide à la décision et business intelligent

d'information décisionnelle sont devenus l'une des principales activités de l'entreprise pour obtenir des informations précises, assurant ainsi une gestion efficace des activités de cette dernière. Mais réussir à mettre en place un système d'information décisionnel pour une organisation, généralement besoin de passer par un entrepôt de données, ce qui est l'objectif du chapitre suivant.

Chapitre 2

Data warehouse

2.1 Introduction

La raison d'être d'un entrepôt de données, comme évoqué précédemment dans le Chapitre 1, est la mise en place d'une informatique décisionnelle au sein de l'entreprise. Pour ce là, nous allons présenter dans ce chapitre, la notion "datawarehouse" en décomposant en trois partie, la première se base sur la définition de datawarehouse, leur architecture, les types des entrepôt de données et quelque notion de bases, la deuxième partie, sert à détaillé le concept de data mart et leur types. En dernier lieu, nous allons définir la notion d'analyse multidimensionnelle OLAP.

2.2 Partie 1: Data warehowse

2.2.1 Qu'est-ce que l'entreposage de données (DataWarehousing) ?

UN DataWarehousing (DW) est un processus de collecte et de gestion de données provenant des sources différents afin de fournir des informations significatives. DW s'agit d'un mélange de technologies et de composant qui facilite l'utilisation stratégique des données. IL s'agit d'un processus de transformation des données en informations et de leur mise à disposition des utilisateurs en temps utile pour faire la différence.

Le système d'entrepôt de données est connu sous des différent noms comme :

- Système d'aide à la décision (SAD).
- Système d'information de direction.
- Système d'information de gestion.
- Solution de veille stratégique.
- Application analytique.
- Entrepôt de données [2].



FIG. 2.1 : Les différents noms de datawarehouse

2.2.2 Définition datawarehouse

d'après BILL Inmon dans son livre “building the datawarehouse” décrit un entrepôt de données comme suit : “un entrepôt de donnée (datawarehouse) est une collection de données thématiques intégrées non volatiles et historisés pour la prise de décision” [inm96]. [1]

« Le Data Warehouse est une collection de données orientées sujet, intégrées, non volatiles et évolutives dans le temps, organisées pour le support d'un processus d'aide à la décision. ». “Building the Data Warehouse”[12]

On peut définir le datawarehouse comme un ensemble de données collectées utilisées pour répondre aux besoins d'analyse que les systèmes transactionnels ne pouvaient pas assurer.

2.2.3 Histoire du Datawarehouse

La nécessité d'entreposer des données a évolué à mesure que les systèmes informatiques devenaient plus complexes et devaient traiter des quantités croissantes d'informations. Quoique, l'entreposage de données n'est pas une chose nouvelle.

Voici quelques événements clés dans l'évolution de l'entrepôt de données :

- 1960- Dartmouth ET General Mills dans un projet de recherche commun, développent les termes dimensions et faits.
- 1970- A Nielsen et IRI introduisent les data marts dimensionnels pour les ventes au

détail.

- 1983- Tera Data Corporation établi un système de gestion de base de données spécialement développé pour l'aide à la décision.
- L'entreposage de données a commencé à la fin des années 1980 lorsque Paul Murphy ET Barry Devlin, deux employés d'IBM, ont développé le Business Data Warehouse.

Cependant, le véritable concept a été donné par Inmon Bill. Il a été considéré comme le père de l'entrepôt de données. Il a écrit sur une variété de sujets concernant la construction, l'utilisation et la maintenance de l'entrepôt et de la Corporate Information Factory.[3]

2.2.4 Les approches des entrepôts de données

Lors de la conception d'un entrepôt de données, deux approches se confrontent, la méthode de Bill Inmon et celle de Ralph Kimball, chacune est adaptée à son environnement d'intégration et présentant ses avantages et inconvénients.

Nous allons ici entreprendre une analyse comparative des deux approches, tout en mettant en avant les critères significatifs de choix.

L'approche d'Inmon (approche Top-Down) William H. Inmon

(communément appelé Bill Inmon) est un informaticien américain né en 1945, reconnu comme le père de DataWarehouse. La méthode d'Inmon est généralement à l'opposé de la méthode de Ralph Kimball, qui se caractérise par une approche « top-down », l'entrepôt de données est un référentiel centralisé L'entreprise (ou CIF) , il stocke les informations au niveau le plus détaillé. Créez ensuite un data mart modélisé sous la forme d'une carte des étoiles à partir de ce Datawarehouse [13].

Voici la représentation schématique de l'approche :

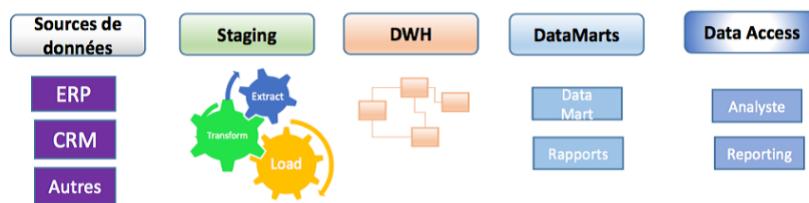


FIG. 2.2 : Approche TOP-Down

L'approche de Kimball (approche Bottom-Up)

Ralph Kimball est un informaticien et entrepreneur américain. Il est connu comme l'auteur de livres informatiques, en particulier de livres sur des sujets liés à la prise de décision. Sa méthode est en conflit avec celle de William H. Inmon, estimant que l'entrepôt de données doit être rapide et facile à comprendre. Selon l'auteur, un entrepôt de données peut être vu comme une union de magasins de données cohérents, grâce à une

dimension cohérente (bus d'entrepôt de données). La modélisation dimensionnelle permet aux utilisateurs d'interroger facilement et efficacement [13]

Voici la représentation schématique de l'approche :

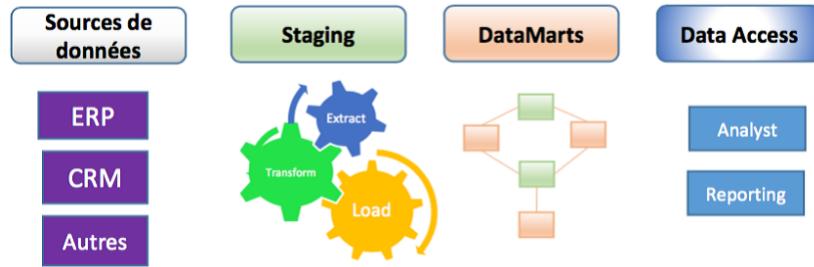


FIG. 2.3 : Approche Bottom-Up

2.2.5 Fonctionnement un Data warehouse

Un entrepôt de données fonctionne comme un stock central où les informations arrivent d'une ou plusieurs sources de données. Les données arrivent dans un entrepôt de données à partir du système transactionnel et d'autres bases de données relationnelles.

Les données peuvent être :

- Structures
- Semi-structurées
- Non structurées

Les données sont traitées, transformées et ingérées afin que les utilisateurs puissent accéder aux données traitées dans l'entrepôt de données par le biais d'outils de Business Intelligence, de clients SQL et de feuilles de calcul. Un entrepôt de données fusionne des informations provenant de différentes sources en une seule base de données complète.

2.2.6 Types d'entrepôts de données

Il existe trois principaux types d'entrepôt de données (DWH) sont :

L'entrepôt de données d'entreprise (EDW)

L'entrepôt de données d'entreprise (EDW) est un entrepôt centralisé. Il fournit une aide à la décision dans toute l'entreprise en offrant une approche unifiée pour organiser et représenter les données, Et aussi la possibilité de classer les données en fonction du sujet et de donner l'accès en fonction de ces divisions.[8]

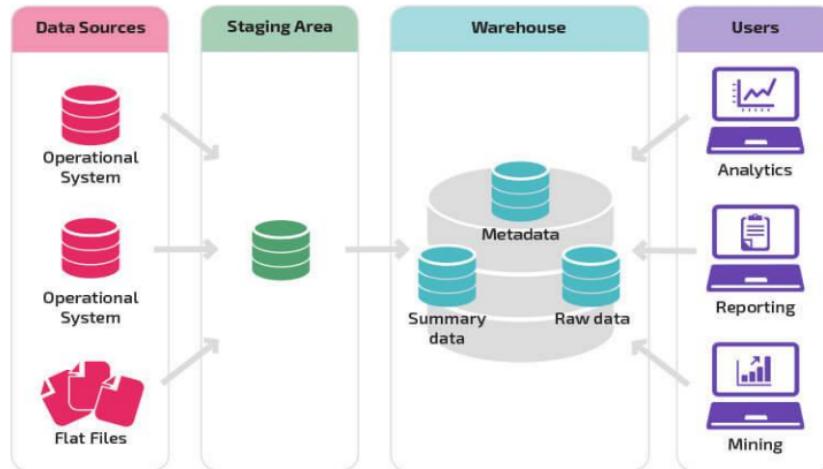


FIG. 2.4 : Entrepôt de données centralisée

Magasin de données opérationnelles (ODS)

C'est un magasin de données requis lorsque ni l'entrepôt de données ni les systèmes OLTP ne répondent aux besoins de reporting des organisations. Dans l'ODS, l'entrepôt de données est rafraîchi en temps réel. Il est utilisé pour les activités de routine comme le stockage des enregistrements des employés.[8]

DataMart

Un DataMart est un sous-ensemble de l'entrepôt de données. Il est spécialement conçu pour un secteur d'activité particulier, comme les ventes, les finances. Dans un DataMart indépendant, les données peuvent être collectées directement à partir de sources.

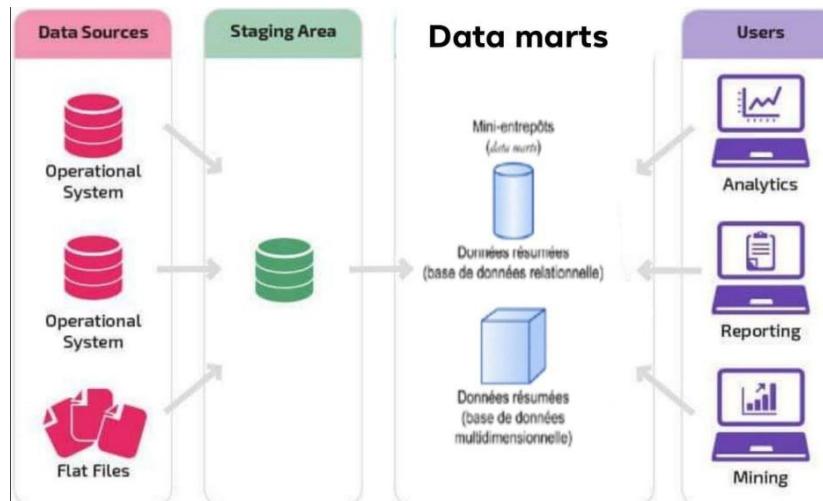


FIG. 2.5 : Data Mart au cours d'un système décisionnel

2.2.7 Les caractéristiques des données de datawarehouse

Orientés sujets

Les bases de production sont le plus souvent organisées par processus fonctionnels. Le datawarehouse est lui organisé autour des sujets majeurs de l'entreprise. Les données sont donc structurées par thème, ces thèmes étant souvent transverses par rapport aux structures fonctionnelles et organisationnelles de l'entreprise (et donc transverses par rapport aux systèmes de production).[4]

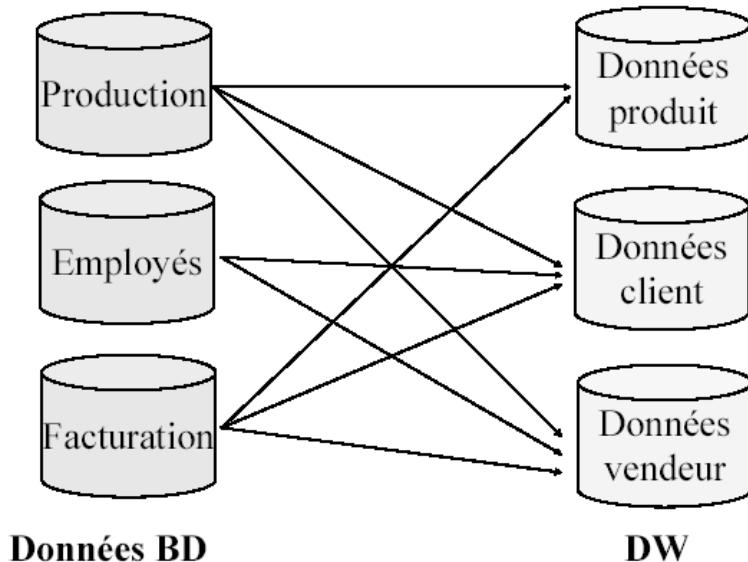


FIG. 2.6 : Données orientées sujets[inm02]

Données intégrées

Les données proviennent de plusieurs sources différentes. Avant d'être intégrées au sein du datawarehouse elles doivent être mise en forme et unifiées afin d'en assurer la cohérence. Cela nécessite une forte normalisation, de bénéficier d'un référentiel unique et cohérent ainsi que de bonnes règles de gestion. Cette phase est très complexe et représente une charge importante dans la mise en place d'un datawarehouse.[4]

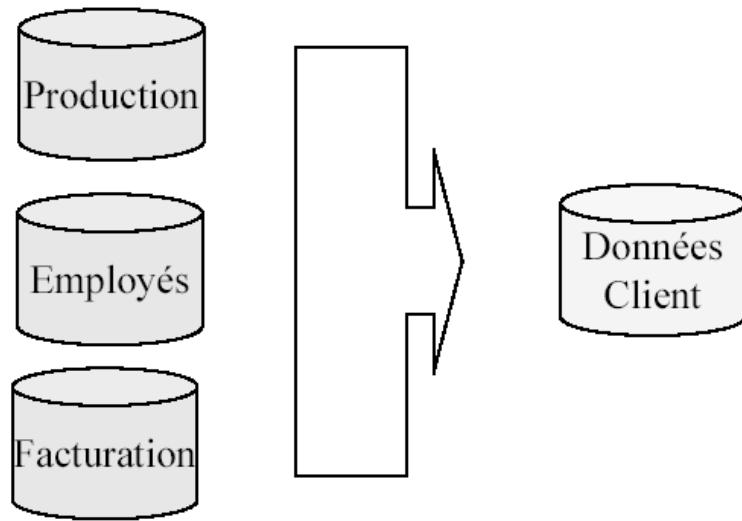


FIG. 2.7 : Integration des données

Données historisées

Contrairement au système de production les données ne sont jamais mises à jour. Chaque nouvelle donnée est insérée. Un référentiel de temps doit être mis en place afin de pouvoir identifier chaque donnée dans le temps.[4]

2.2.8 Les structeurs des données de datawarehouse

Les données détaillées

Elles reflètent des événements les plus récents. Les données provenant des systèmes de production sont intégrées à ce niveau.

Les données agrégées

Elles correspondent à des éléments d'analyse représentatives des besoins des utilisateurs. Ce sont donc des données déjà traitées par le système et représentant un premier résultat d'analyse et de synthèse des données contenues dans les systèmes de production. Elles doivent être facilement accessibles et compréhensibles.

Données non volatiles

L'entrepôt de données souhaite maintenir la traçabilité des informations et des décisions. Les données ne seront ni modifiées ni supprimées. Les requêtes émises pour les mêmes données tous les quelques mois devraient donner les mêmes résultats. Par conséquent, un entrepôt de données définit un ensemble de données et un ensemble d'outils. Il s'agit de données destinées aux décideurs, généralement une copie de données de production à valeur ajoutée (orientée objet, agrégation, historicisation). Il s'agit d'un ensemble d'outils permettant de regrouper, nettoyer et intégrer des données provenant de différentes

sources, et d'y accéder de différentes manières (requête, rapport, analyse, data mining). produire. Ils doivent être faciles d'accès et de compréhension.[5]

Les données historisées

Chaque nouvelle insertion dans le datawarehouse ne détruit pas les anciennes valeurs mais crée une nouvelle insertion.

Les métadonnées

Il s'agit « de données sur les données ». Elles décrivent les règles ou processus attachés aux données du système. Les métadonnées permettront notamment de connaître :

- Quelles sont les données entreposées, leur format, leur signification, leurs degrés d'exactitude.
- les processus de récupération/extraction dans les bases sources.
- La date du dernier chargement du datawarehouse.
- L'historique des données sources et de celles du datawarehouse.

2.2.9 Outils d'accès à l'entrepôt de données

Parmi les principaux objectifs d'entreposage de données est de fournir des informations aux entreprises pour qu'elles prendre des décisions stratégiques et évaluer l'entreprise. Les outils se répartissent en quatre catégories différentes :

- **Outils de requête et de reporting** : ils aident les utilisateurs à produire des rapports d'entreprise pour l'analyse.
- **Outils de développement d'applications** : qui permettent à créer des rapports personnalisés et à les présenter dans des interprétations particulières d'un domaine.
- **Outils d'exploration de données pour l'entreposage de données** : qui systématisent la procédure d'identification de tableaux et de liaisons dans d'énormes quantités de données à l'aide de méthodes de modélisation statistique de pointe.
- **Outils OLAP** : sont basés sur les concepts d'une base de données multidimensionnelle.ils permettent aux utilisateurs d'analyser les données à l'aide de vues multidimensionnelles élaborées et complexes.

2.2.10 Architecture d'entrepôt de données

L'architecture d'entrepôt de données est la conception d'un cadre de stockage de données organisationnel. Il prend des informations de l'ensemble de données d'origine et les stocke dans un format structuré et facile à comprendre. Trois types d'architectures d'entrepôt de données traditionnelles doivent être pris en compte :

Architecture à un seul niveau

L'objectif d'une couche unique est de minimiser la quantité de données et d'éliminer la redondance des données. Ce type d'architecture d'entrepôt de données n'est pas adapté aux entreprises ayant des besoins de données complexes et un trafic de données important.

Architecture à deux niveaux

Cette couche peut séparer physiquement la source et l'entrepôt de données. Il n'est pas évolutif et ne prend pas en charge un grand nombre d'utilisateurs finaux. Cela peut également causer des problèmes de connexion.

Architecture d'entrepôt de données à trois niveaux

Cette architecture est le type le plus courant d'architecture DWH moderne car elle produit un flux de données bien organisé, des informations brutes aux informations précieuses. Il est composé de couches supérieures, moyenne et inférieure :

- **Niveau inférieur (accès aux données)** : contient les serveurs de base de données utilisés pour extraire les données de nombreuses sources différentes (telles que les bases de données relationnelles). Utilisez des outils ETL pour nettoyer, transformer et charger des données dans cette couche.
- **Intermédiaire (traitement)** : contient un serveur OLAP capable de transformer les données en une structure plus adaptée aux analyses et aux requêtes complexes. Le serveur OLAP peut utiliser le modèle ROLAP ou MOLAP pour s'exécuter. Pour les utilisateurs, les applications à ce niveau présentent une vue abstraite de la base de données. Cette couche sert également d'intermédiaire entre l'utilisateur final et l'entrepôt de données.
- **Niveau supérieur (la présentation)** : correspond à la couche client frontale. Ce tiers contient les outils utilisés et l'API pour l'analyse de données de haut niveau, le reporting et le datamining (exploration de données).[6]

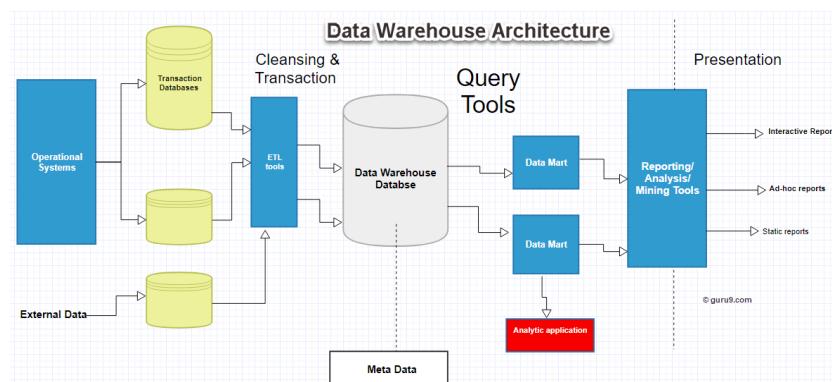


FIG. 2.8 : L'architecteur d'un datawarehouse

2.2.11 Comment concevoir un entrepôt de données ?

Pour concevoir un Data warehouse on utilise trois modèles, le modèle en étoile, flocon de neige et galaxie. Nous nous intéresserons ici plus aux modèles en étoile et flocon de neige puisqu'ils sont les plus utilisés en entreprises. Les deux composants principaux de ces modèles sont les dimensions et les faits. Donc avant de passer aux modèles de conception d'un entrepôt de données nous présentons la définition de dimension et de fait.

2.2.12 Une dimension

Dans le cadre de la conception des modèles conceptionnels de données(MCD) des bases de données classiques on parle des tables et des relations entre elles. Dans le concept du business Intelligence où informatique décisionnelle nous parlons des dimensions et des faits . Les dimensions sont les axes sur lesquels on veut faire l'analyse .En d'autres termes, une dimension est une fenêtre permettant de visualiser les informations contenues dans les faits.[9]

Les dimensions fournissent un contexte autour des événements de processus métier. En termes simples, ils indiquent qui, quoi et où se trouvent les faits. Dans le processus de vente, pour le fait de "chiffre d'affaires trimestriel", les dimensions sont les suivantes :

Qui ->Noms des clients

Où ->Lieu

Quoi -> Nom du produit

2.2.13 Un fait

Les faits sont au centre de l'analyse. Ces tableaux contiennent des informations opérationnelles et sont liés à la vie de l'entreprise. Par exemple, nous pouvons avoir une fiche de vente qui nous permet d'évaluer le chiffre d'affaires net, la quantité et le montant de la commande, et la quantité de la facture. Il existe également une fiche ressources humaines qui permet d'évaluer le nombre d'exemplaires des produits en stock et le niveau de remplissage des stocks. Ce que nous voulons analyser, c'est le fait.

Techniquement la table de fait représente les tables de dimensions par des clés étrangères, c'est-à-dire elle contient les clés primaires des autres tables de dimension, ainsi qu'une ligne dans une table de fait correspond à une mesure, ces mesures sont généralement des valeurs :

- **Additive** : peuvent être agrégées selon n'importe quelle dimension, par exemple (manant de vente, quantité commande ...).
- **Numérique** : ne pouvant agréger selon aucune dimension.
- **Semi-additives** : peuvent être agrégées selon certaines dimensions seulement.

2.2.14 Les modèles de datawarehouse

les tables de dimension et les tables de fait peuvent construire plusieurs modèles des structures correspondent aux besoins de la modélisation multidimensionnelle, dans cette partie nous présentons quelques modèles.

STAR (modèle en étoile)

Un schéma en étoile dans un entrepôt de données, dans lesquels le centre de l'étoile peut avoir une table de faits et un certain nombre de tables de dimensions associées. Il est connu sous le nom de schéma en étoile car sa structure ressemble à une étoile. Le modèle de données Star Schéma est le type le plus simple de schéma d'entrepôt de données. Il est également connu sous le nom de Star join Schéma et est optimisé pour l'interrogation de grands ensembles de données.

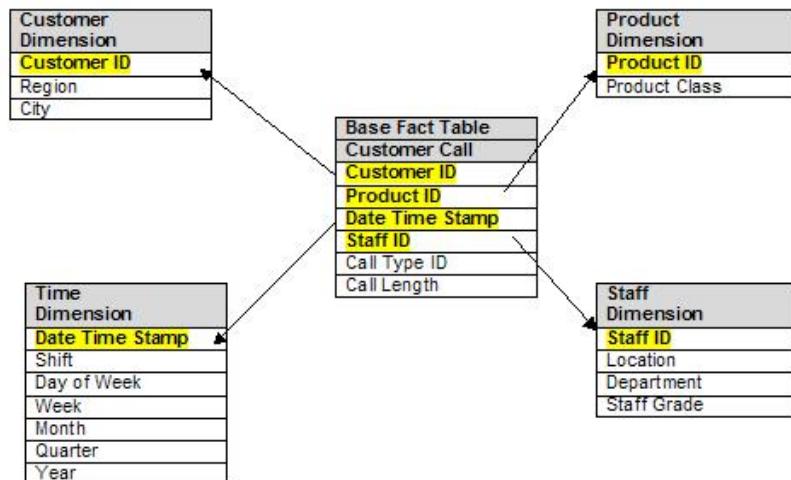


FIG. 2.9 : Le schéma en étoile

Snowflake (flocon de neige)

Le schéma Snowflake dans un entrepôt de données est une disposition logique des tables dans une base de données multidimensionnelle telle que le diagramme ER ressemble à une forme de flocon de neige. Un schéma Snowflake est une extension d'un schéma en étoile, et il ajoute des dimensions supplémentaires. Les tables de dimensions sont normalisées, ce qui divise les données en tables supplémentaires.

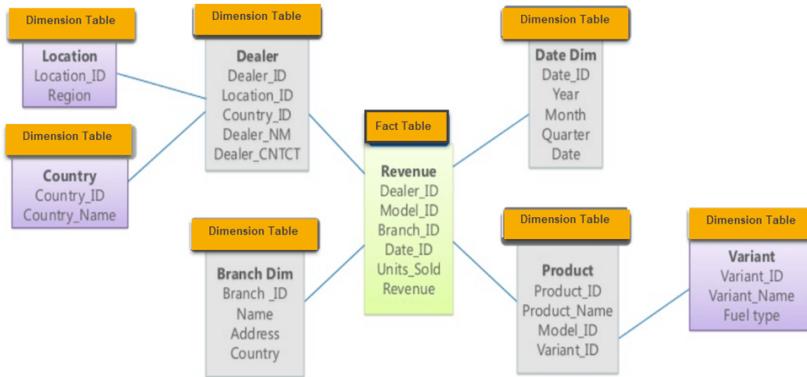


FIG. 2.10 : Le schéma en flocon de nuage

Un schéma Galaxy (modèle en constellation)

contient deux tables de faits qui partagent des tables de dimensions entre elles. Il est également appelé schéma de constellation de faits. Le schéma est vu comme une collection d'étoiles, d'où le nom de schéma Galaxie.

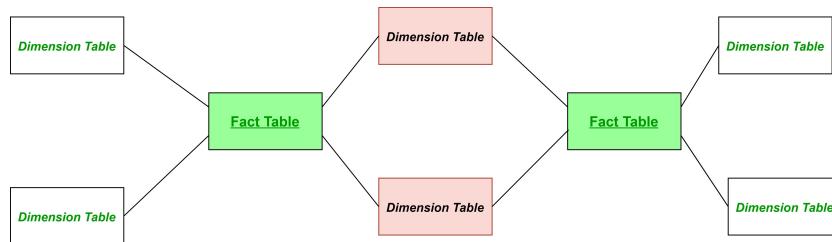


FIG. 2.11 : Exemple de modèle en constellation

2.3 Partie 2: Data mart

On a vu que la Data Mart est un sous-ensemble de datawarehouse , elle est axée sur un seul domaine fonctionnel d'une organisation .elle est conçue pour être utilisé par un département, une unité ou un ensemble d'utilisateurs spécifiques dans une organisation. Par exemple, le marketing, les ventes, les RH ou les finances. En comparant à un entrepôt de données, les Data Mart sont de petite taille et sont plus flexibles qu'un Datawarehouse. Dans cette partie nous abordons en détaille le concept de data Mart et leurs types.

2.3.1 Pourquoi avons-nous besoin de Data Mart ?

Les data Mart offre plusieurs avantages par apport au datèrent warehouse, nous citons quelques-uns :

- Réduction des données :** grâce à la réduction du volume des données structurées dans les data Mart le temps de réponse de l'utilisateur est amélioré donc il permet un accès facile aux données fréquemment demandées. cette dernière peut être segmentée et stockée sur différentes plateformes matérielles/logicielles.

- **La simplicité :** Les Data Mart sont plus simples à mettre en œuvre par rapport aux Datawarehouse d'entreprise. En même temps, le coût de mise en œuvre d'un Data Mart est certainement inférieur à celui de la mise en œuvre d'un entrepôt de données complet.
- **l'agilité :** En cas de changement de modèle, le datamart peut être construit plus rapidement grâce à sa taille réduite. Elle est plus ouvert au changement que le Datawarehouse.

2.3.2 Types de Data Mart

Il existe trois principaux types de Data Mart Dépendant , indépendant et hybride :

Les data marts dépendants

Ils sont créés en puisant des données directement dans des sources opérationnelles, externes ou les deux permet de sourcer les données de l'organisation à partir d'un seul entrepôt de données ce type de data Mart peut-être construit de deux manières différentes. Soit lorsqu'un utilisateur peut accéder à la fois au data Mart et à l'entrepôt de données, en fonction de ses besoins, soit lorsque l'accès est limité uniquement au data Mart.[7]

Data mart indépendant

Elle est créée sans l'utilisation d'un entrepôt de données central donc elle n'a pas de relation avec l'entrepôt de données de l'entreprise ni avec aucun autre data Mart .Ce type de data Mart est une option idéale pour les petits groupes au sein d'une organisation. Dans un Data Mart indépendant, les données sont saisies séparément, et leurs analyses sont également effectuées de manière autonome.[7]

Data mart Hybride

Ce type de data Mart peut prendre des données provenant d'entrepôts de données ou de systèmes opérationnels les data Mart hybride prend également en charge les grandes structures de stockage, et il est le mieux adapté à la flexibilité pour les petites applications centrées sur les données.[7]

2.3.3 Les différences entre un DW et les data marts

Un Data Mart est un sous-ensemble d'un Data Warehouse. Tandis que le Data Warehouse couvre plusieurs sujets, un Data Mart est spécialisé sur un seul thème. Elle est conçue pour accéder plus facilement à des données spécifiques. Dans une entreprise, les informations d'un Data Mart ciblent un métier. On trouve par exemple Il existe, par exemple, des data Marts commerciaux constitués de données ciblées, organisées et regroupées.

2.3.4 Modélisation dimensionnelle

La modélisation dimensionnelle (DM) est une technique de structure de données optimisée pour le stockage des données dans un entrepôt de données. L'objectif de la modélisation dimensionnelle est d'optimiser la base de données pour une récupération plus rapide des données. Le concept de la modélisation dimensionnelle a été développé par Ralph Kimball et consiste en des tables "fact" et "dimension". Un modèle dimensionnel dans un entrepôt de données est conçu pour lire, résumer, analyser des informations numériques telles que des valeurs, des balances, des comptes, des poids, etc. En revanche, les modèles relationnels sont optimisés pour l'ajout, la mise à jour et la suppression de données dans un système de transactions en ligne en temps réel. Ces modèles dimensionnels et relationnels ont leur propre mode de stockage des données qui présentent des avantages spécifiques. Par exemple, dans le mode relationnel, la normalisation et les modèles ER réduisent la redondance des données. Au contraire, le modèle dimensionnel dans l'entre�ot de données organise les données de telle sorte qu'il est plus facile de récupérer les informations et de générer des rapports.

2.4 Partie 3 : OLAP

2.4.1 Définition

Ralph Kimbul définit le concept OLAP comme une activité globale de requetage et de -présentation des données textuelles et numériques contenues dans l'entre�ot de données ; style d'interrogation spécifiquement dimensionnel. OLAP (abréviation d'Online Analytical Processing) est un logiciel de traitement de l'information qui permet aux utilisateurs d'analyser simultanément des informations provenant de plusieurs systèmes de bases de données, il permet aux analystes de faire les opérations d'extraire, de regrouper, d'agrger et de joindre des données d'entreprise et les visualiser en différents points de vue. L'objectif d'OLAP est de fournir une réponse assez rapide à des requêtes analytiques complexes de nature multidimensionnelle ce qui rend l'analyse plus rapide.[10]

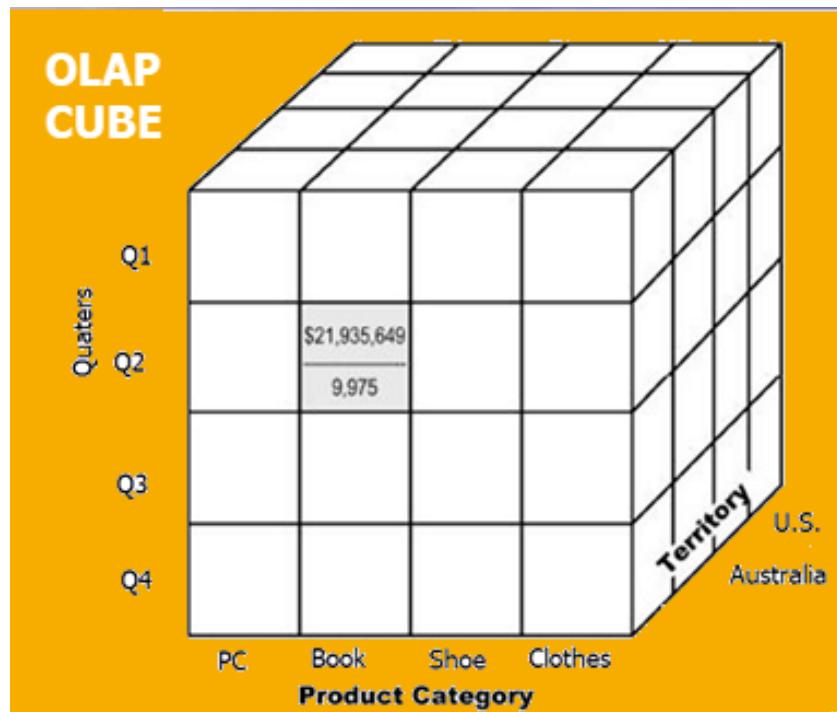


FIG. 2.12 : Cube olap

2.4.2 Les douze règles d'olap

OLAP respecte 12 règles :

1. **Multidimensionnalité** : Le modèle OLAP est multidimensionnel par nature.
2. **Transparence** : L'emplacement physique du serveur OLAP est transparent pour l'utilisateur.
3. **Accessibilité** : L'utilisateur OLAP dispose de l'accès à toutes les données nécessaires à ses analyses.
4. **Stabilité** : La performance des reportings reste stable indépendamment du nombre de dimensions.
5. **Client-Serveur** : Le serveur OLAP s'intègre dans une architecture client serveur.
6. **Dimensionnement** : Le dimensionnement est générique afin de ne pas fausser les analyses.
7. **Gestion complète** : Le serveur OLAP assure la gestion des données clairsemées.
8. **Multi-Utilisateurs** : Le serveur OLAP offre un support multi-utilisateur (gestion des mises à jour, intégrité, sécurité).
9. **Inter dimension** : Le serveur OLAP permet la réalisation d'opérations inter dimensions sans restriction.
10. **Intuitif** : Le serveur OLAP permet une manipulation intuitive des données.

11. **Flexibilité :** La flexibilité (ou souplesse) de l'édition des rapports est intrinsèque au modèle.
12. **Analyse sans limites :** Le nombre de dimensions et de niveaux d'agrégation possible est suffisant pour autoriser les analyses les plus poussées.

2.4.3 Le Fonctionnement d'OLAP

- Un entrepôt de données extrait les informations de plusieurs sources et formats de données, tels que des fichiers texte, des feuilles Excel, des fichiers multimédias, etc.
- Les données extraites sont nettoyées et transformées. Les données sont chargées dans un serveur OLAP (ou cube OLAP) où les informations sont précalculées à l'avance pour une analyse ultérieure.

2.4.4 Les operations d' analyse OLAP

Roll-up

Cette opération connue sur le nom de drill-up ou opération d'agrégation sur un cube de données, elle permet d'effectuer une réduction des dimensions où un ou plusieurs dimensions sont supprimées du cube ainsi elle permet de montrer dans la hiérarchie de la dimension.

Drill down

Également appelé roll down cette opération et l'inverse de l'opération drill-up , elle permet de passer un enregistrement moins détaillé à des données plus détaillées autrement dit l'augmentation de dimension de cube . l'exploration peut être effectuée en descendant dans la hiérarchie.

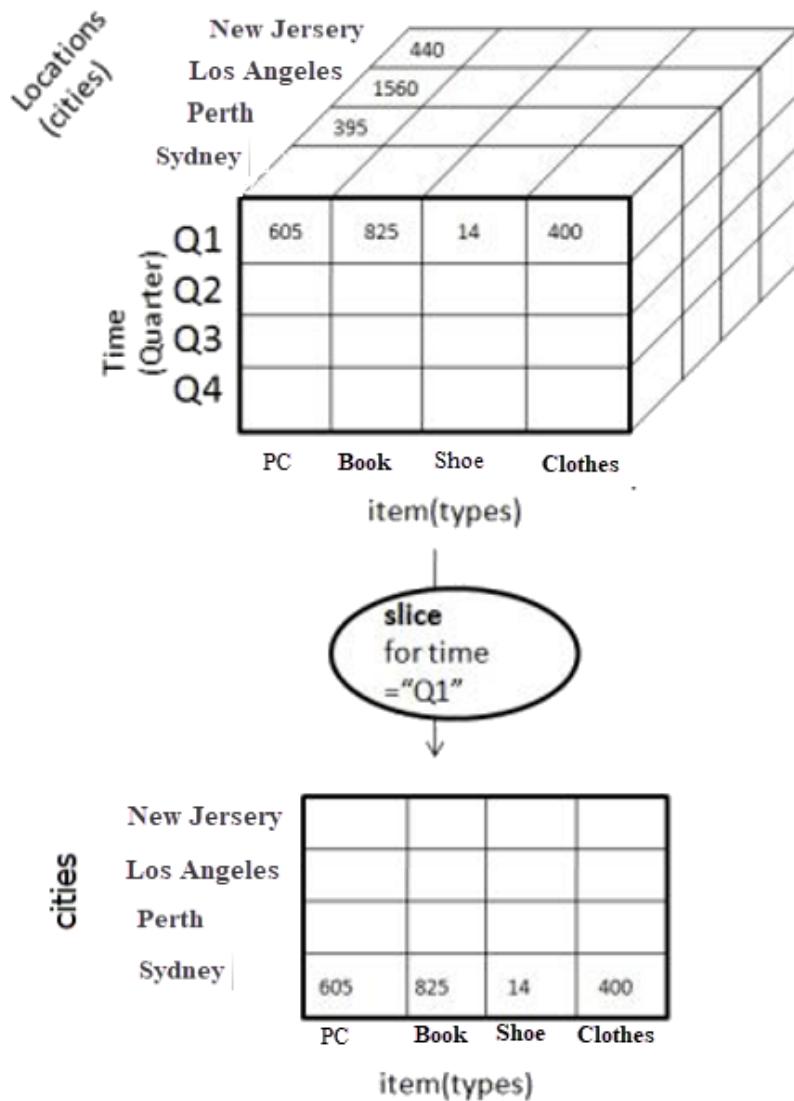


FIG. 2.13 : L'architecture dril down

Pivot

L'opération de pivotement est également connue sous le nom de rotation. Il fait pivoter les axes de données en vue de fournir une présentation alternative des données. Les analystes peuvent obtenir une nouvelle vue des données en faisant tourner les axes de données du cube. Dans Pivot, vos faites pivotaient les axes de données pour fournir une présentation de substitution des données. Dans l'exemple suivant, le pivot est basé sur les types d'articles.[11]

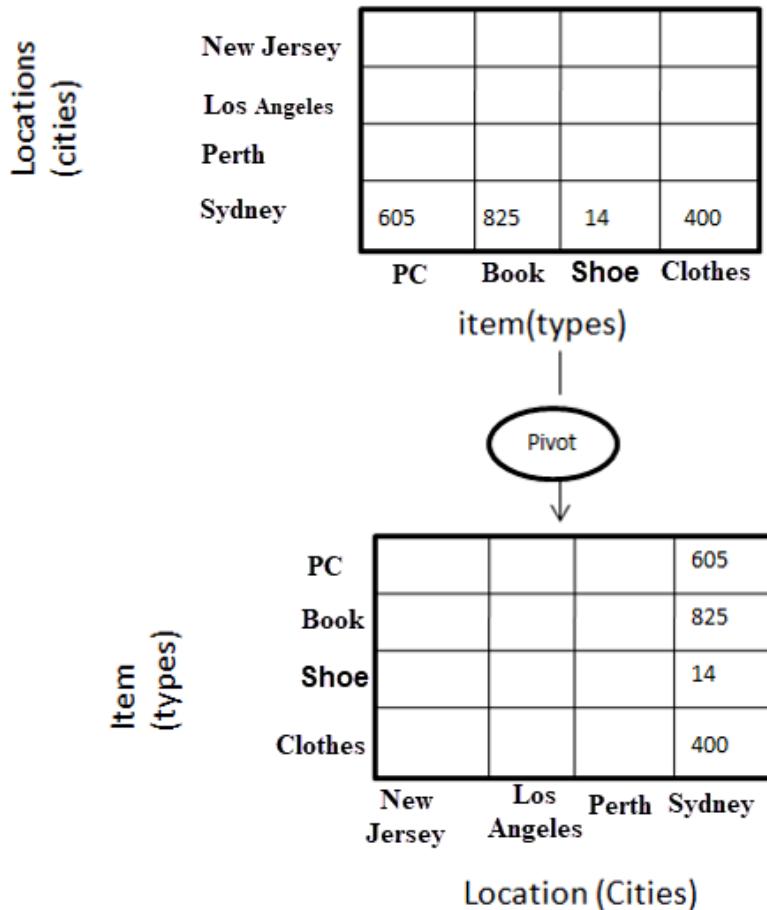


FIG. 2.14 : L'architecture pivot

2.4.5 Caractéristiques d'OLAP

Le concept OLAP a évolué au fil des années qui ont suivi son apparition en 1993 comme fruit des recherches du Dr CODD, et les caractéristiques de ce concept ont subi de nombreuses évolutions jusqu'à arriver à une maturité relative qui a fait naître 5 caractéristiques majeures que les spécialistes des systèmes analytiques appellent FASMI (FastAnalysis of SharedMultidimensional Information)

- **Analyse se réfère à la capacité** du système à générer des analyses statistiques pertinentes pour un utilisateur donné. Les techniques d'analyse les plus fréquemment utilisées sont « slice and dice » et « drill down ».
- **Rapide** : se réfère à L'objectif cible OLAP de fournir des réponses cohérentes dans les plus brefs délais possibles.
- **Information** : le système OLAP doit contenir les données requises par l'utilisateur et offrir des techniques d'analyse efficaces pour en faire une information utile pour l'utilisateur.
- **Multi-dimensionnalité** : c'est l'élément clé de tous les produits OLAP, un système OLAP doit fournir le soutien de multiples hiérarchies de données pour être efficace

et ces dernières doivent être organisées en termes de dimensions.

- **Partage**c'est la capacité de plusieurs utilisateurs d'accéder aux mêmes données en même temps sans avoir à dupliquer des fichiers.[7]

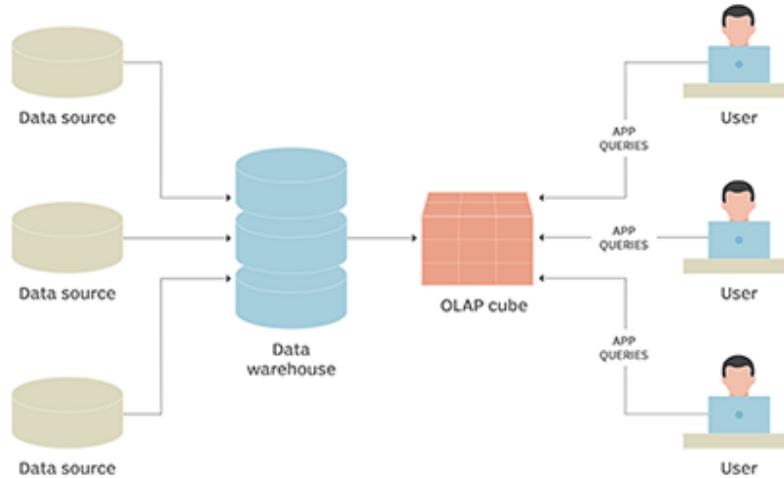


FIG. 2.15 : Cube olab dans l'architecteure datawarehouse

2.4.6 Type de systeme olap

Dans cette partie nous allons détailler les divers modèles de stockage des données implementer par le système Olap, on a choisi les modèles les plus connus dans la modélisation multidimensionnelle, ainsi nous allons faire une comparaison entre ces modèles.

ROLAP (relational olap)

Ensemble d'interfaces utilisateurs et d'applications qui donnent une vision dimensionnelle à des bases de données relationnelles ». [9]

La structuration de la base de données doit suivre un schéma dénormalisé afin de faciliter les processus d'analyse, les schémas en étoile et flocon sont les plus utilisés. Le serveur ROLAP extrait les données de la base de données à l'aide de requêtes SQL « Bédard et al. 1997 », les interprète selon une vue multidimensionnelle, et les transfère au module client. La figure ci-dessous présente le fonctionnement de l'architecture ROLAP.[8]

MOLAP (Multidimensional-OLAP)

Le traitement M-OLAP utilise une base de données multidimensionnelle pour le stockage des données. Il a une structure optimisée pour l'analyse et est généralement appelé cube ou hypercube. M-OLAP utilise un système de gestion de base de données matricielle. Il est généralement plus efficace que R-OLAP pour plusieurs raisons. Premièrement, le coût d'accès aux données via des index multidimensionnels est très faible. En d'autres

termes, les données sont organisées de manière à être directement exploitables par les outils d'analyse. Deuxièmement, la méthode de compression minimise l'espace de stockage. Cela prendra moins d'espace disque.[8]

HOLAP (hybride Olap)

HOLAP ou OLAP hybride constitue un croisement des deux architectures ROLAP et MOLAP précédemment présentées. les données dans cette architecture sont stockées dans une base des données relationnelles et les données agrégées sont stockées au niveau du cube, les requêtes vont chercher les données dans les tables relationnelles et les cubes .Elle représente un mélange entre les deux implémentations précédentes.[8]

2.4.7 Avantages d'OLAP

- OLAP est une plateforme pour tous les types d'activités, y compris la planification, la budgétisation, le reporting et l'analyse. informations et les calculs sont cohérents dans un cube OLAP. C'est un avantage crucial. Créez et analysez rapidement des scénarios.
- Recherchez facilement dans la base de données OLAP des termes généraux ou spécifiques.
- OLAP fournit les blocs de construction pour les outils de modélisation d'entreprise, les outils d'exploration de données, les outils de rapport de performance.
- Permet aux utilisateurs de découper les données en cubes en fonction de diverses dimensions, mesures et filtres.

2.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons traité le sujet de datawarehouse en exposant leurs architecteurs , fonctionnements et leur caractéristique ainsi nous avons présenté le concept d'Olap et les data mart Le chapitre suivant comportera la conception de notre data warehowse.

Chapitre 3

Présentation de l'organisme d'accueil

3.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter l'organisme d'accueil de ACSIOME TECHNOLOGIES.

3.2 Partie 1: Présentation de l'organisme d'accueil

Cette partie de ce chapitre constitue une présentation abrégée de ACSIOME TECHNOLOGIES et ses activités.

3.2.1 Historique de l'entreprise

- ACSIOME TECHNOLOGIES est une SS2I spécialisée dans le développement et l'intégration de solutions sur mesure pour le compte de ses clients, née de la collaboration d'ingénieurs algériens, dans le domaine de la recherche opérationnelle, l'informatique et le génie industrielle.
- ACSIOME TECHNOLOGIES fondée en 2015, est créditée d'une capitale expérience au savoir-faire dans le domaine de l'intégration de solutions SI reconnus et apprécié par ses partenaires métier.
- ACSIOME TECHNOLOGIES fonde son activité sur la satisfaction continue des besoins et exigences de sa clientèle. La confiance qui lie ACSIOME TECHNOLOGIES à ses partenaires est animée par une politique de qualité de service irréprochable et une maîtrise des produits et services indiscutable.



3.2.2 Secteur d'activité

ACSIOME TECHNOLOGIES se fixe comme objectifs l'amélioration continue de l'expérience et la maîtrise des nouvelles technologies, afin de proposer à ses partenaires les meilleurs services et une base de connaissances à niveau.

ACSIOME TECHNOLOGIES intervient dans les segments suivants :

- **Business Intelligence** :ACSIOM TECHNOLOGIE développe et intègre des plateformes BI ainsi l'intégration de solutions SI pour le compte de toute sorte d'entreprise en débit de leur cœur métier .
- **Développement logiciel** :ACSIOM TECHNOLOGIE avec l'expérience de ses développeurs a plusieurs produits, parmi ces produits on site SOLUTION DE GESTION DE LA COLLECTE DU LAIT (une application mobile et une solution back office qui permet de suivre l'activité collecte du lait).

3.2.3 Équipe

ACSIOME TECHNOLOGIES est composé d'une équipe jeune d'ingénieurs algériens dans des domaines variés tels que l'informatique, la recherche opérationnelle, génie industriel et finance.

Cette variété dont fait objet l'équipe permet à ACSIOME TECHNOLOGIES d'offrir un large panel d'expertise et couvre toute l'activité et métiers de nos partenaires.

3.2.4 Référence

Les consultants de ACSIOME TECHNOLOGIES ont collaboré dans la réalisation de plusieurs projets on cite quelques clients :

AGRO-ALIMENTAIRE :



SANTE ET BIEN-ETRE :



INDUSTRIE RETAIL :



3.3 Conclusion

Après avoir présenté l'organisme d'accueil de ACSIOME TECHNOLOGIES. Le prochain chapitre sera consacré pour l'étude de l'existence et la conception.

Chapitre 4

Étude de l'existant et conception

4.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter dans la partie 1 : L'étude de l'existant, qui est une phase cruciale pour comprendre le fonctionnement du système. Elle permet d'avoir une vision transversale sur les différentes procédures de travail en vigueur de l'entreprise ceci servira à mieux identifier les points forts du système, ses anomalies ainsi que ses insuffisances, ce qui emmène à proposer par la suite les solutions adéquates, en suit dans la partie 2 nous allons présenter la conception de notre datawarehouse.

4.2 Partie 1:Étude de l'existant

Dans cette partie, nous découvrirons notre système de source de données ERP afin d'avoir une prévoyance et une bonne compréhension de la source des données que nous utiliserons dans ce projet, puis nous verrons également différents indicateurs de performance, qui serviront de guide aux objectifs et aux avantages sur lesquels s'appuient les analystes.

4.2.1 Étude de système source de données

La conception et la mise en œuvre de l'entrepôt de données nécessitent une connaissance et un apprentissage des sources de données, car les données chargées dans l'entrepôt de données sont extraites de ce système. Dans notre projet, nous avons bénéficié de l'utilisation d'un ERP appelé QUAD.

4.2.2 QAD

Est une solution adaptative pour les entreprises qui cherchent à prendre le contrôle de leurs processus d'entreposage. Elle est évolutive et s'adapte aux besoins changeants des entreprises. Il est basé sur le cloud et prend en charge les processus métier spécifique aux secteurs qu'ils servent, et il dispose d'options de déploiement flexibles.

4.2.3 Les définitions des principaux indicateurs de performance ciblés (KPI)

Pour améliorer les processus, accroître la productivité et préserver leur compétitivité dans l'économie mondiale actuelle, les entreprises de premier plan se tournent vers une multitude de philosophies et pratiques de gestion et d'amélioration des processus. Une caractéristique commune aux différentes approches est le recours à des indicateurs de performance clés (KPI) pour mesurer et analyser les performances.

Les KPI sont des variables catégorisées qu'une organisation utilise pour évaluer, analyser et suivre les processus de production. Ces mesures de performance sont communément employées pour évaluer le taux de réussite par rapport aux objectifs tactiques et straté-

giques.

Nous citons les indicateurs de performance de notre projet :

- **Capacité de production inutilisée** : calculé comme suite (Volume standard disponible volume réel produit dans la période), il permet d'estimer le niveau de non utilisation de nos capacités. Important pour réactiver les commerciaux (prospection des clients).
- **Coût d'arrêt par équipement** : (Total des coûts d'arrêt par équipement), représente la somme de charges enregistrées suite aux arrêts de production. Présenté par équipement.
- **Coût de revient par produit** : (Somme des coûts liés au cycle de production), sont des charges enregistrées durant tout le cycle de production. Peuvent être évaluées par famille de produit.
- **Couverture des stocks critiques** : (Durée en jour de consommation des stocks critique), représente la liste des stocks (matières premières, encours, produits finis) dont la couverture est inférieure à la durée standard ou seuil minimum (en jours).
- **Densité des files d'attentes** : (Volume de production en cours / production totale réalisée) x 100, représente le Volume de production / ordres en attente par rapport à la production/ordres totaux de la période.
- **Durée des arrêts par équipement** : (Somme des temps d'arrêt dans la période), il peut être présenté par catégorie d'action (maintenance préventive, curative, autre incident...).
- **Durée moyenne du cycle de production** : (Somme des durées du cycle de production / nombre d'ordres planifiés), représente le délai entre le premier ordre de production planifié et la mise à disposition du produit fini commandé.
- **Emploi des équipements** : (Temps total réel de production / Temps total théorique de production) x 100, il permet d'évaluer le taux d'utilisation de chaque équipement. Associé aux coûts d'utilisation, la sous-traitance peut s'avérer moins couteuse par exemple.
- **Fiabilité des équipements** : (Produits finis conforme / Production totale) par équipement, il permet d'identifier la baisse sur la qualité des produits fabriqués par chaque équipement.
- **Fiabilité des plannings et des prévisions** : (Production réalisée / production prévue) x 100, il permet de savoir jusqu'à quel degré la planification en place est fiable.
- **Fluidité de la production** : (Volume de production réalisé dans les temps / totals de la production de la période) x 100, c'est le volume de production réalisée dans les temps standard ou réelle par rapport à la production totale.
- **Niveau de production** : (Nombre d'ordre, effectivement produits dans la période), il Peut être présenté par équipement, famille de produit.

- **Suivi des pannes par équipement :** (Nombre ou coûts des pannes par équipement), peut être présenté par catégorie de panne.
- **Taux de pertes :** (Quantité ou valeur des pertes de production / Quantité ou valeur produite) x 100, c'est une part que représentent les pertes sur la production de la période.

4.2.4 Les besoins fonctionnels et techniques collectés

Après l'étude faite précédemment nous avons soigneusement établi un nombre de besoins que nous avons considéré les plus nécessaires en premier temps dont :

- La conception d'un entrepôt de données alimenté à partir de la base de données openedg.
- Le déploiement d'un système de chargement et de traitement de données (ETL).
- L'établissement d'un système des tableaux de bord.

Notre système décisionnel doit répondre à deux types de besoins, les besoins fonctionnels qui sont les besoins réels de l'entreprise et que le système doit satisfaire, les besoins non fonctionnels (besoins techniques) qui sont les contraintes pour lesquelles le système doit être soumis pour réaliser un produit de qualité.

a.Besoins fonctionnels

Les spécifications de l'application : En ce qui concerne l'application, l'idéal serait qu'elle soit conçue de manière qu'elle permette :

- La haute disponibilité des données à n'importe quel instant.
- La génération facile des rapports.
- La consultation aisée des tableaux de bord fournis.

b.Besoins techniques

- Les outils utilisés pour le développement du système doivent être des outils Open Source qui sont un choix purement technique.
- Définir une résolution et une qualité graphique adéquate.
- Fournir des tableaux de bord clairs et analysables facilement.
- Le système doit permettre un accès rapide aux données synthétisées.
- Fournir des rapports lisibles automatisés au lieu d'être fait manuellement (tout en respectant la charte graphique.)
- Le système doit être sécurisé et assure la traçabilité.
- Assurer la performance de l'entrepôt.

4.2.5 Solution BI proposéé

- **Conception de l'Entrepôt de données :** La première étape consiste à concevoir une zone d'entreposage à l'aide des besoins collectés, cet entrepôt est alimenté par les données grâce à l'ETL.
- **Création de l'ETL** C'est une étape primordiale dans la solution, elle consiste à transformer les données brutes de la base de données consolidée, pour faciliter le chargement. Cette étape se déroule en trois phases : l'extraction depuis la source, la transformation, et le chargement.
- **Création du cube multidimensionnel OLAP :** La création du cube multidimensionnel se base sur notre entrepôt de données, afin de faciliter l'interrogation de données dans un environnement multidimensionnel.
- **Conception du tableau de bord :** C'est l'étape qui clôture notre solution. Il s'agit de présenter les données consolidées et structurées aux utilisateurs à travers le reporting et les graphes, tout en offrant un accès aisément structuré et personnalisé.

4.3 Partie 2: Conception du Datawarehouse.

4.3.1 Choix de l'approche et du modèle multidimensionnel :

Nous avons présenté dans le deuxième chapitre les différents schémas d'un entrepôt de données : en Étoile, en flocon de neige et en constellation.

Dans notre cas, nous avons opté pour le modèle en constellation qui considérait comme étant le modèle le plus simple et qui offre une plus grande facilité de navigation. En outre nous avons adopté une approche descendante pour la construction de notre entrepôt de données.

4.3.2 Conception de l'entrepôt des données

Preuve sur le choix de l'approche de modélisation

Avant de commencer à construire un DW, vous devez choisir une méthode de conception (top-down ou Bottom-up ou middle-out). Sur la base de l'analyse que nous avons faite, nous choisissons de Kimball qui a développé l'approche bottom-up dite ascendante. Dans le but des raisons suivantes :

- Créer les data-marts, puis les rassembler par utilité ou par fonction afin de construire le DW.
- Rassembler tous les indicateurs clés ; en se basant sur les besoins des utilisateurs.
- Moins couteux en termes de temps, par contre la réalisation d'un DW dure des années.

- Facilité de mise en œuvre.

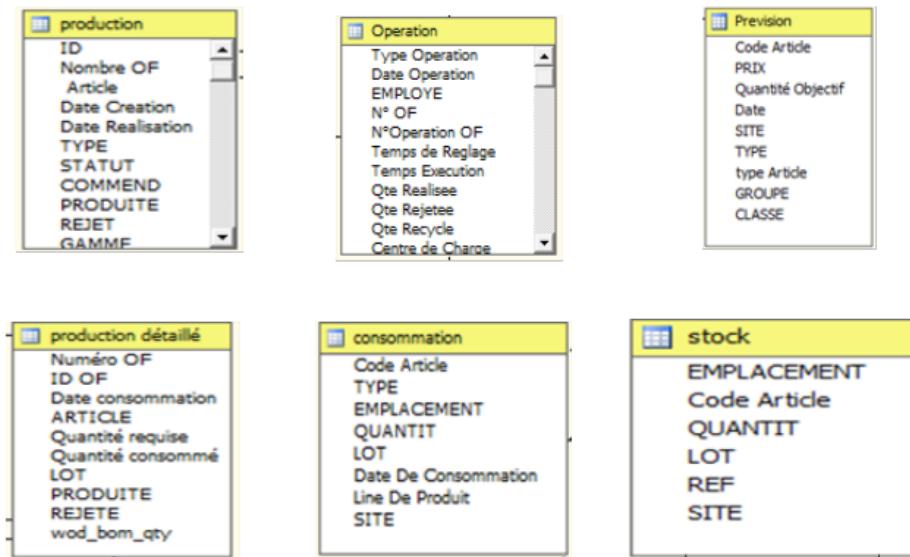
Notre entrepôt sera constitué d'un ensemble de magasins de données. Ce choix offre la possibilité de l'évolution, en ajoutant d'autres magasins de données en cas d'apparition de nouveaux besoins.

Les tables faits et dimensions

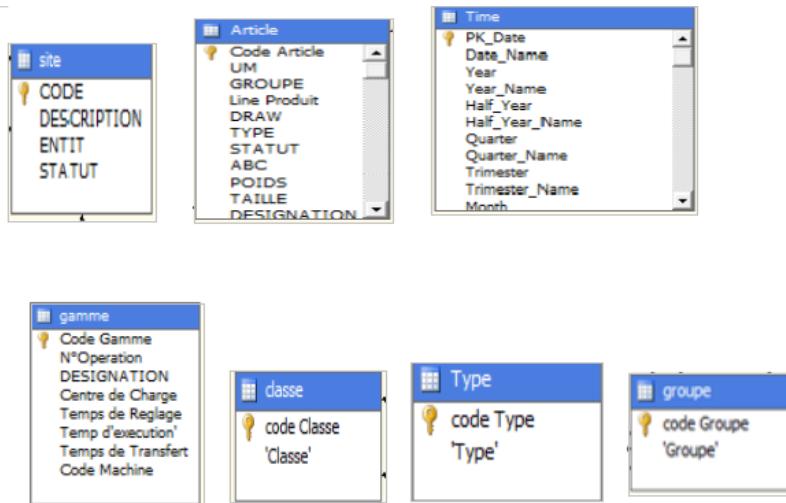
Pour la conception de modèle multidimensionnel de notre entrepôt de données, nous avons utilisé la méthode Faits/Dimensions. Nous allons présenter par la suite les tables fait et dimensions.

Dans notre conception nous avons 5

- **Les tables de fait** :opération, production, production détaillé, consommation, prévision.



- Les tables de dimensions :site ,article, time, gamme, cause, classe, type, groupe.



- **Conception de data mart production** :La data mart production contient les informations de production tel que le statut, la commande dans cette production, les produits rejetés, site de production ,la gamme, le type d'article, le groupe et la classe.

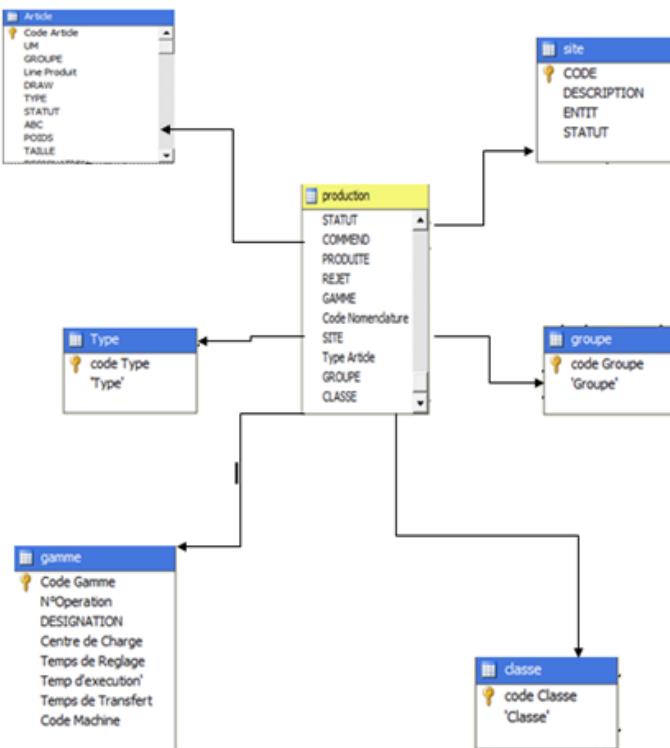


FIG. 4.1 : Data mart production

- **Conception de data mart opération** :La production d'un produit est précédée d'un ensemble d'opération, la data mart opération permet de connaître les types

d'opération effectuée, leur prix, type, leur code machine ,groupe, département, site.

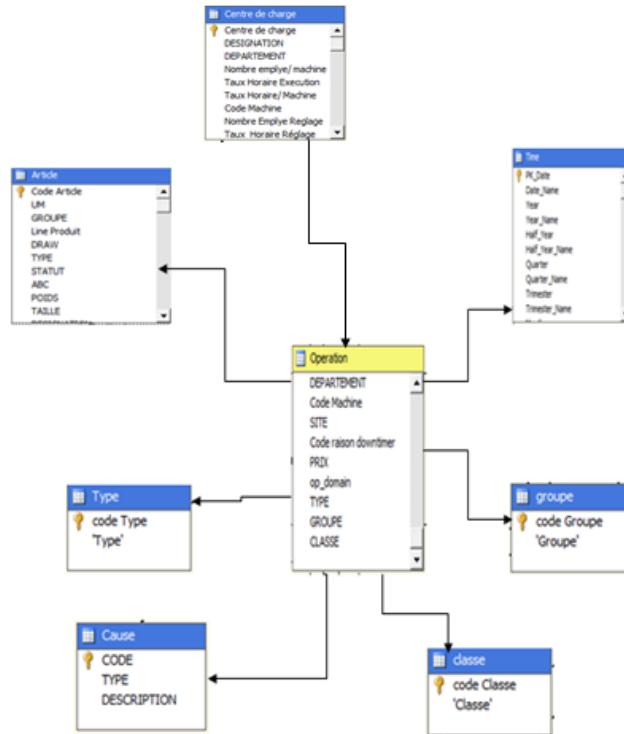


FIG. 4.2 : Data mart operation

- **Conception de data mart consommation :** Cette data mart contient les détails de consommation comme la quantité consommé, date de consommation, line de produit, site, type, groupe.

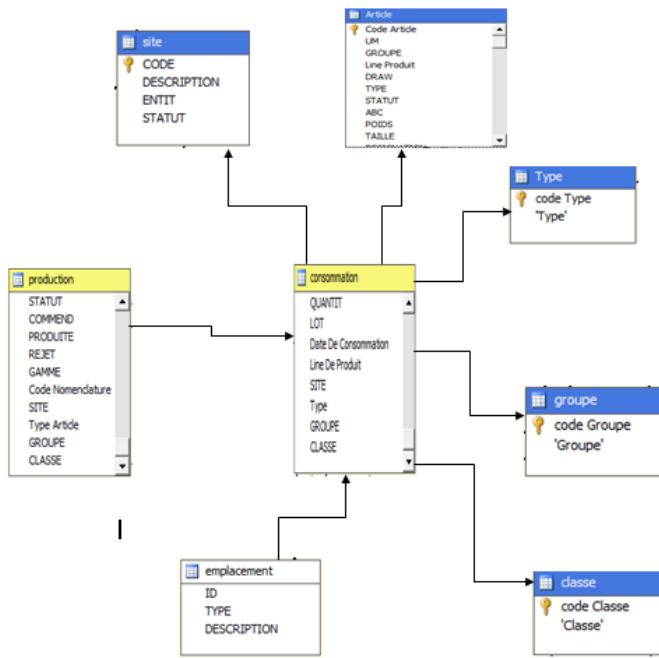


FIG. 4.3 : Data mart consommation

- **Conception de data mart production détaillée** : La data mart production détaillée contient les détails de production comme les articles et les produits nécessaires pour la production le lot, la quantité consommée, les produits rejetées la quantité requise, type, groupe, classe.

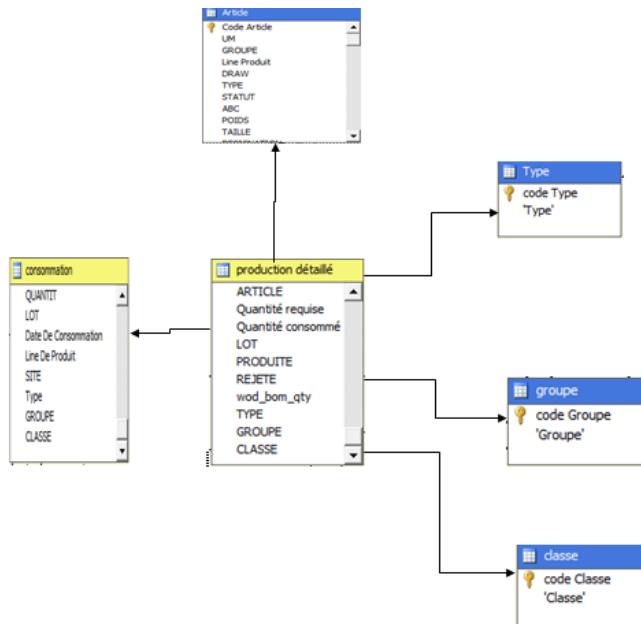


FIG. 4.4 : Data mart production détaillée

- **Conception de data mart prévision** : La prévision est une technique très utile dans le domaine industriel et commercial donc la data mart prévision est conçu afin

de connaitre les objectifs souhaités, elle est basée les informations suivants : code article, prix, quantité objectif, la date, site, type, groupe et la classe.

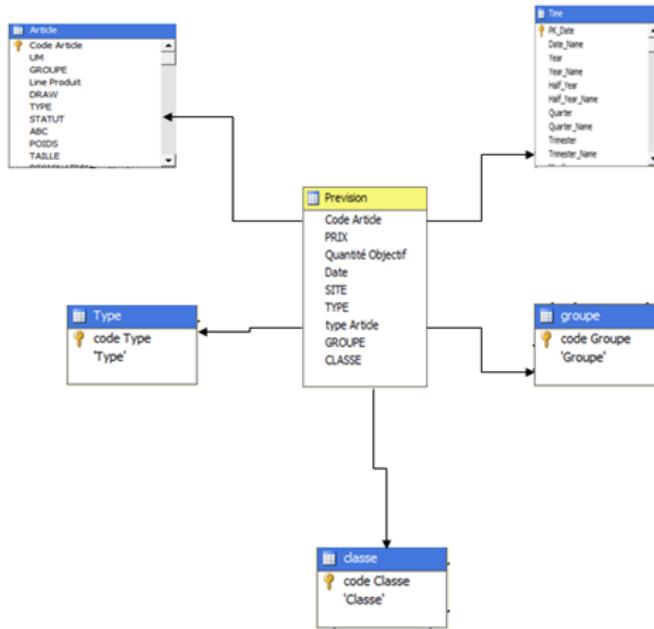


FIG. 4.5 : Data mart prévision

- **Conception de data mart stocke :** Cette data mart contient les informations d'emplacement des articles ,leurs quantités ainsi le lot et le site .

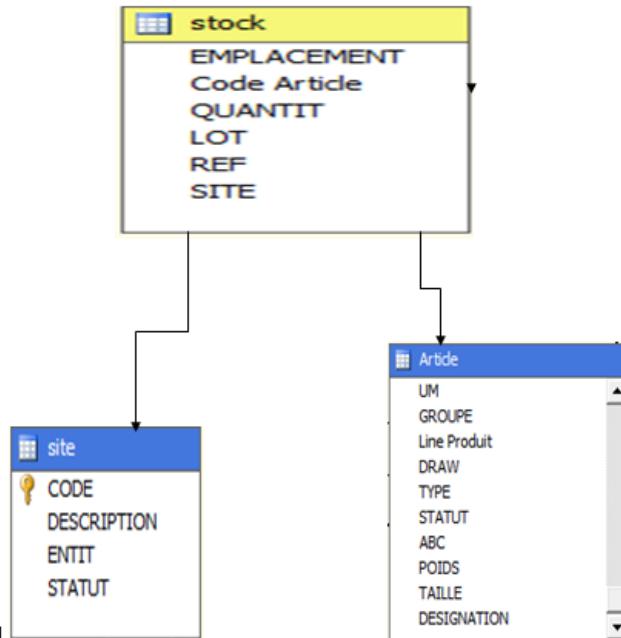


FIG. 4.6 : Data mart stocke

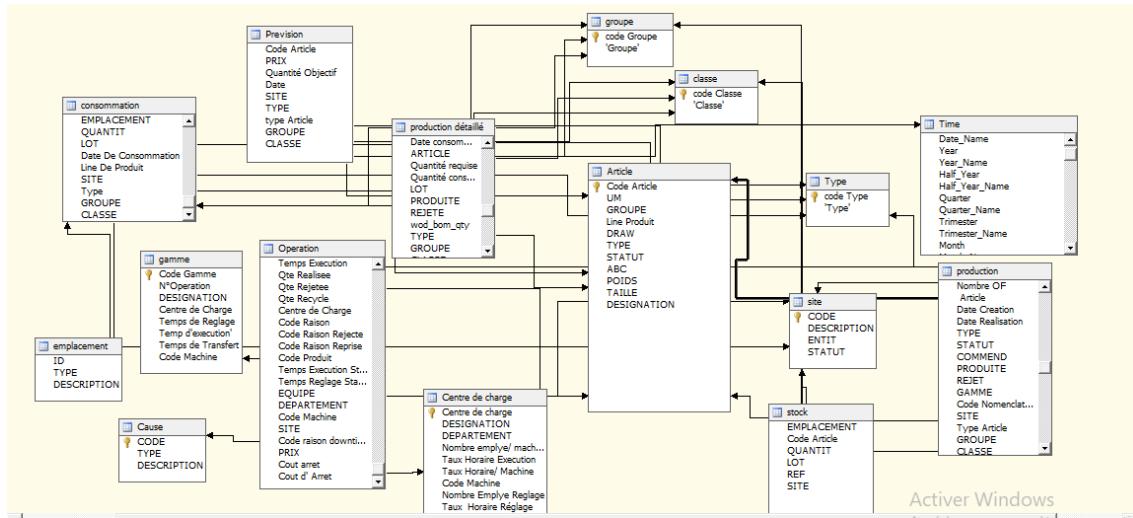


FIG. 4.7 : Schéma complet de data warehouse

4.4 Conclusion

Hamoud boualem, en expansion continue, a besoin d'une solution décisionnelle pour la gestion des productions. Nous avons présenté dans ce chapitre l'étude de l'existant et la conception de notre solution qui se base sur un entrepôt de données. Nous présentons dans le chapitre suivant l'implémentation et la réalisation de notre solution.

Chapitre 5

Réalisation et implémentation

5.1 Partie 1 :Réalisation

5.1.1 Technologies utilisées

Environnement logiciel

Afin de réaliser notre projet, nous avons choisi la gamme Sql server, notre client Hammoud Boualem a adopté cette technologie depuis longtemps et elle en a fait l'objet de plusieurs projets déjà . En effet, Hammoud Boualem a choisi cette technologie, plus qu'aucune autre, pour bénéficier des fonctionnalités d'entreprise de pointe telles que : la performance, la simplicité et la sécurité. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser le serveurs Sql, cela permet d'économiser les coûts d'achat, de licence et d'autres formations techniques. D'autre part, il s'assure de la performance et de la fiabilité de son système.

- **a)Microsoft SQL SERVER 2012**

Système de gestion de base de données avec toutes les fonctions nécessaires Utilisez le langage TransactSQL pour opérer, contrôler, trier, mettre à jour et bien d'autres opérations.

- **b)Sql Server Management Studio (SSMS)**

Est un environnement intégré pour la gestion d'infrastructure SQL. Nous utilisons SSMS pour accéder, configurer, gérer et développer tous les composants de SQL Server, de la base de données Azure SQL et de l'entrepôt de données SQL. SSMS fournit un utilitaire unique et complet qui combine un grand nombre d'outils.

- **c)Data Tools pour visual studio**

SQL Server Data Tools (SSDT) révolutionne le développement de bases de données en proposant un modèle déclaratif omniprésent qui couvre toutes les phases de développement des bases de données dans Visual Studio. Nous pouvons utiliser les fonctionnalités de conception Transact-SQL de SSDT pour générer, déboguer, entretenir et factoriser des bases de données. Nous pouvons nous aider d'un projet de base de données ou directement avec une instance de base de données connectée située sur le site ou hors site Graphiques vers différents éditeurs de script puissants.

- **SQL Server Integration Services SSIS**

Afin de garder un système d'information cohérent, Microsoft SQL Server est doté d'un outil d'intégration données (d'une source en passant par une transformation optionnelle des données, vers une destination) appellé SSIS. Il permet de communiquer des données de systèmes d'information différents ce qui représente bien les besoins actuels en terme de système d'information.

- **SQL Server Analysis Services SSAS**

Une instance de serveur d'Analysis Services est une copie de la msmdsrv.exe exécutable qui s'exécute comme un service de système d'exploitation. Chaque instance est entièrement indépendante des autres instances situées sur le même serveur et dispose de ses propres paramètres de configuration, autorisations, ports, comptes de démarrage, stockage de fichier, et propriétés de mode serveur.

Chaque instance s'exécute en tant que service Windows, Msmdsrv.exe, dans le contexte de sécurité d'un compte d'ouverture de session défini.

- d)Power BI

Power BI est une solution de Business Intelligence développée par Microsoft pour permettre aux entreprises d'agrégier, d'analyser et de visualiser les données en provenance de sources multiples. Microsoft Power BI est une suite d'outils analytiques Business Intelligence permettant aux entreprises d'agrégier et d'analyser des données, mais aussi de partager de façon sécurisée les informations (insights) dégagées par le biais de ces analyses sous la forme de tableaux de bord. Cette solution met l'accent sur le self-service pour permettre à tous les employés de comprendre les données et de les exploiter. Elle permet par ailleurs d'unifier toutes les sources de données. Cela facilite la création d'un modèle de données.

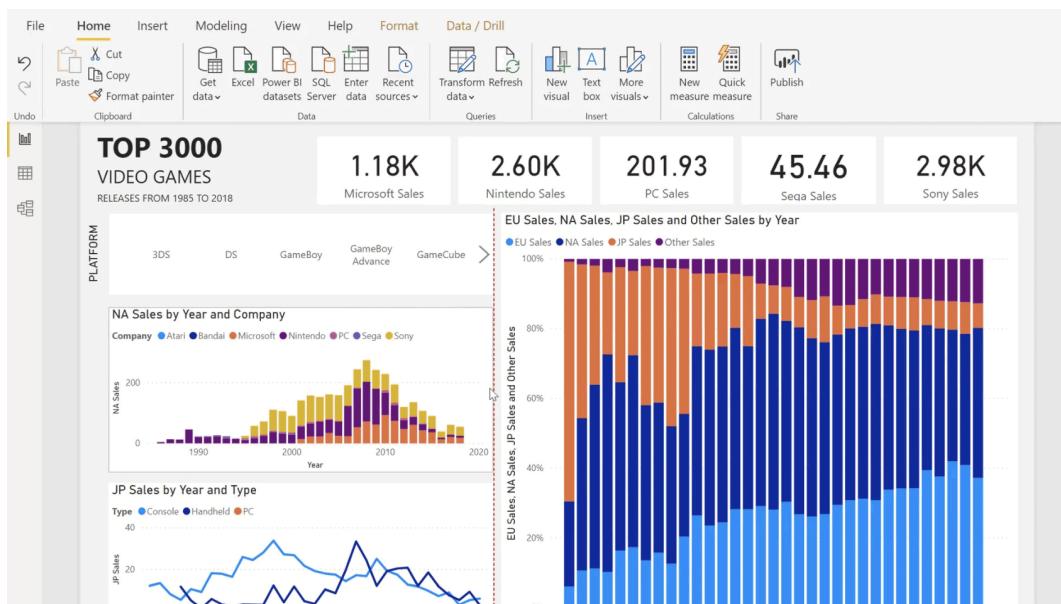


FIG. 5.1 : Power BI

5.1.2 Implémentation de la base de données

Afin d'accéder à la base de données, nous avons installé le logiciel OpenEdge qui permet l'accès à toutes les opérations de la base de données, aussi il permet d'accéder à toutes les opérations de sécurité de la base de données. Nous avons fait les étapes suivantes pour accéder à la base des données :

Chapitre 5. Réalisation et implémentation

1. Copier le code de démarrage de dossier démarrage en suite nous avons ouvert proenv pour l'exécuter.

Name	Date modified	Type	Size
Démarrage QAD2008 (PROD) - Copie...	2021-06-22 3:17	Windows Batch File	1 KB
mfgprod.bkp	2014-11-16 11:24	BKP File	5,589,888 KB
mfgprod.rar	2021-06-21 23:07	Archive WinRAR	815,729 KB
RESTAURATION PROD .bat	2021-06-22 2:18	Windows Batch File	1 KB

FIG. 5.2 : Fichier de démarrage de la base de données

```
Administrator: Proenv
Inserting C:\Progress\OpenEdge\bin to beginning of path and
the current directory is
C:\OpenEdge\WRK

OpenEdge Release 10.2B as of Mon Dec 14 17:02:01 EST 2009
proenv>e:

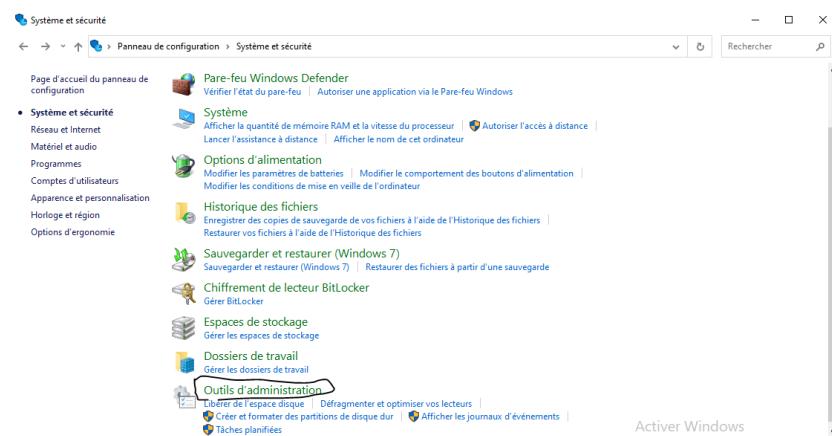
proenv>cd prod

proenv>_mprosrv mfgprod -N TCP -S mfgprod -B 20000 -L 500000 -c 250 -Ma 40 -Mn 1
0 -Mi 4 -n 60 -evtlevel Normal
04:14:35 BROKER This broker will terminate when session ends. (5405)
04:14:35 BROKER The startup of this database requires 156Mb of shared memory. Maximum
segment size is 256Mb.
04:14:36 BROKER 0: Multi-user session begin. (333)
04:14:52 BROKER 0: Begin Physical Redo Phase at 49344 . (5326)
04:14:59 BROKER 0: Physical Redo Phase Completed at blk 49467 off 7172 upd 885. (7161)
04:14:59 BROKER 0: At end of Physical redo, transaction table size is 256. (13547)
04:14:59 BROKER 0: Login by Administrator on CON:. (452)
04:15:00 BROKER 0: Started for mfgprod using TCP IPV4 address 0.0.0.0, pid 7760. (5644)

proenv>
```

FIG. 5.3 : L'accès à la base de données

2. Après le démarrage de la base de données, nous avons besoin d'utiliser la connexion ODBC (Open Database Connectivity). ODBC est un protocole qui permet de connecter une base de données Microsoft Access à une source de données externes, telle que Microsoft SQL Server.



Chapitre 5. Réalisation et implémentation

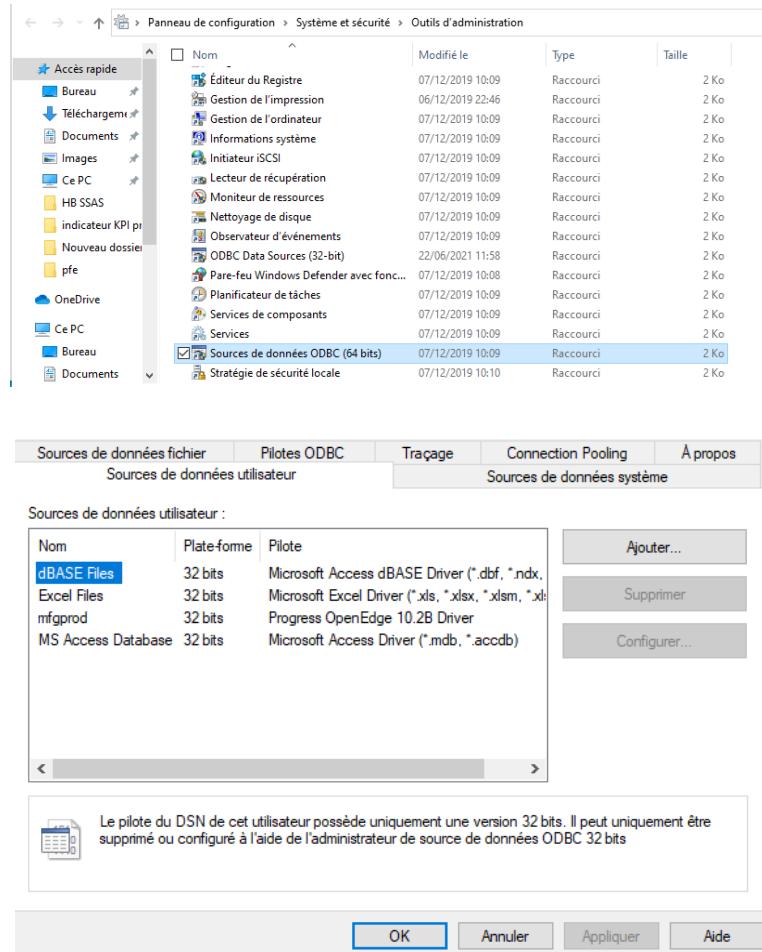


FIG. 5.4 : L'ajout d'une source de données externe

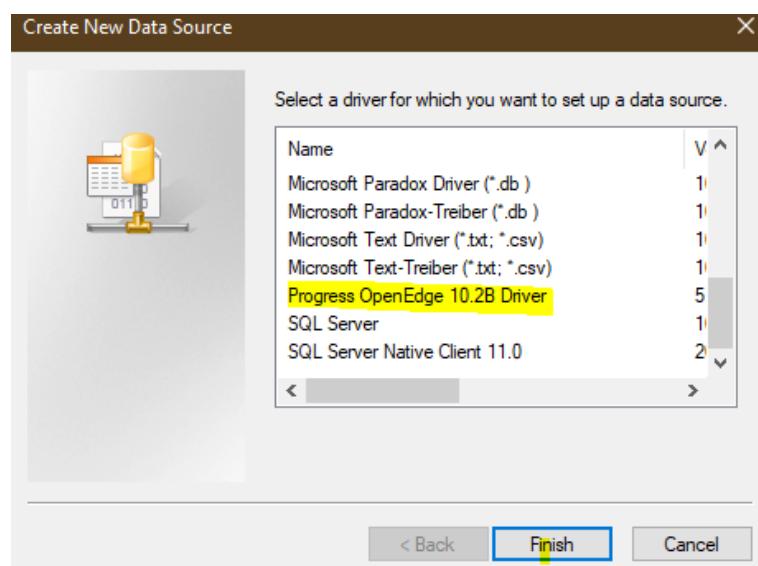


FIG. 5.5 : Sélection de Opendge comme source externe

Chapitre 5. Réalisation et implémentation

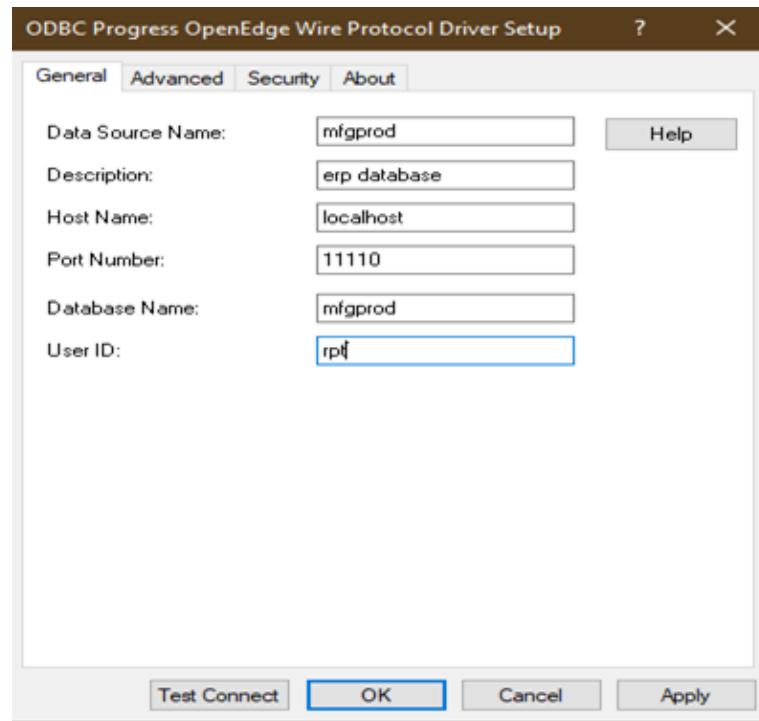


FIG. 5.6 : Entrer les information de la base de données

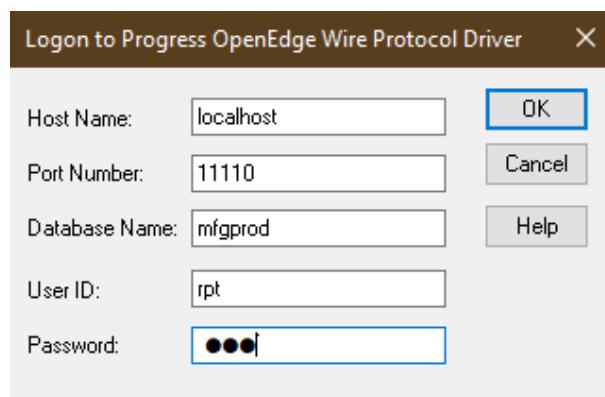


FIG. 5.7 : Loging de la base de données

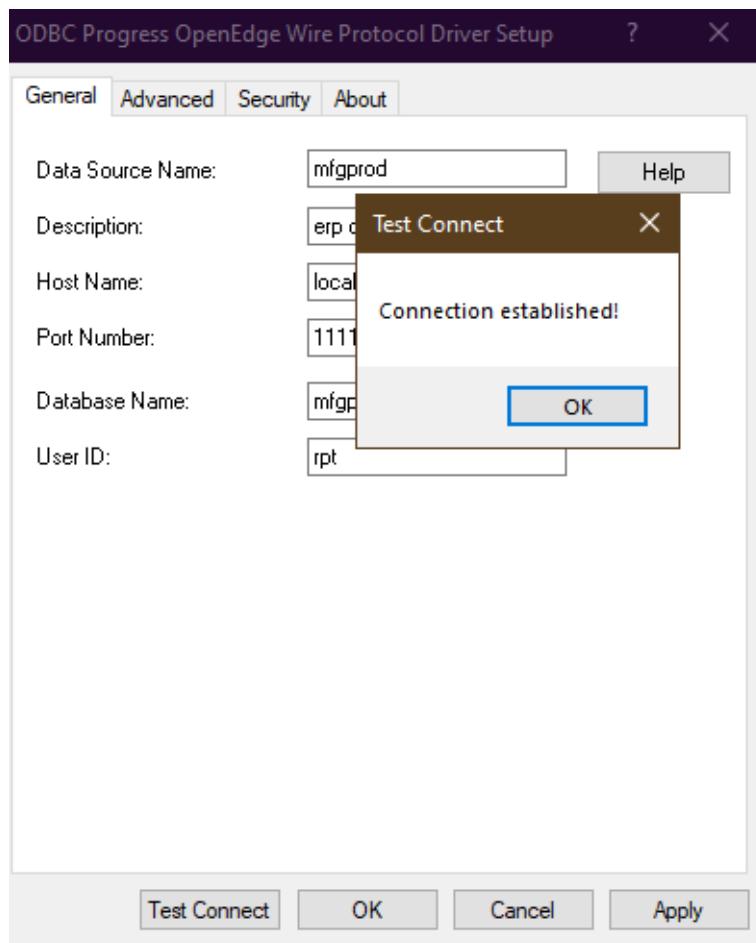


FIG. 5.8 : Test de connection

3. Après avoir l'accès à la base de données l'étape suivante est la restauration de la base et leur configuration comme indiquée dans les photos suivantes :

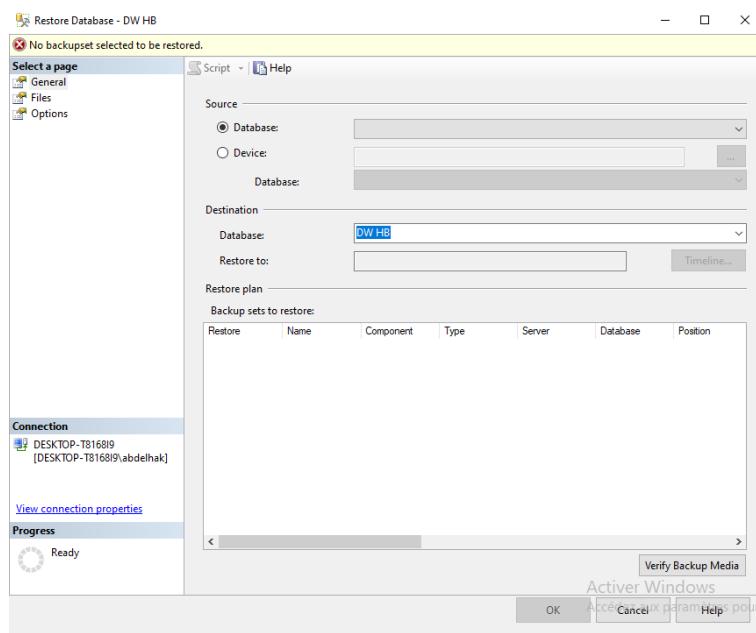


FIG. 5.9 : Étape 1 de restauration de la base de données

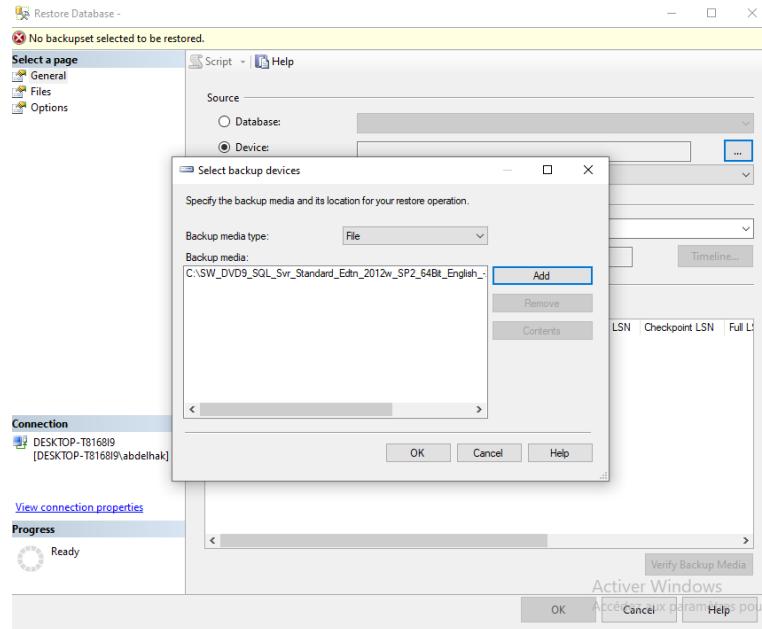


FIG. 5.10 : Étape 2 de restauration de la base de données

5.1.3 Implémentation de l'entrepôt de données

Pour créer la base de données nous avons utilisé l'outil Microsoft SQL Server Management Studio (SSMS).
la figure suivante montre la connexion vers un serveur.

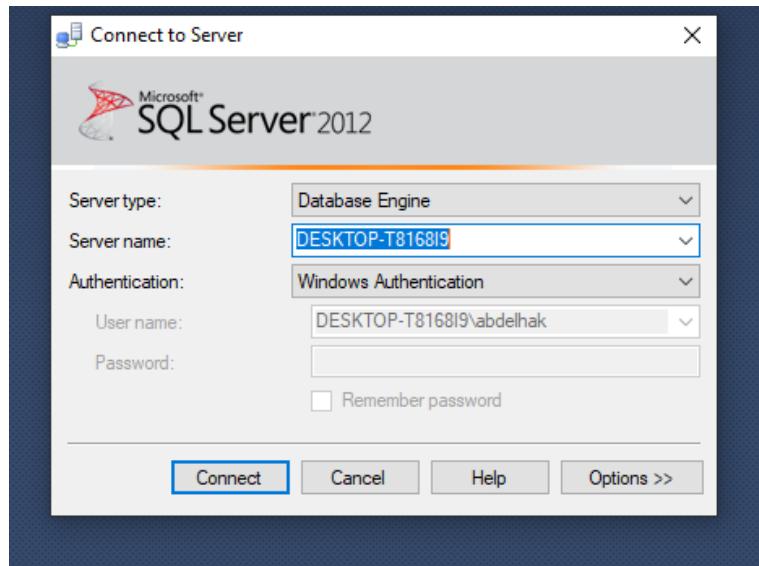


FIG. 5.11 : Microsoft sql management studio 2012

- Crédation de la base de données HB DW

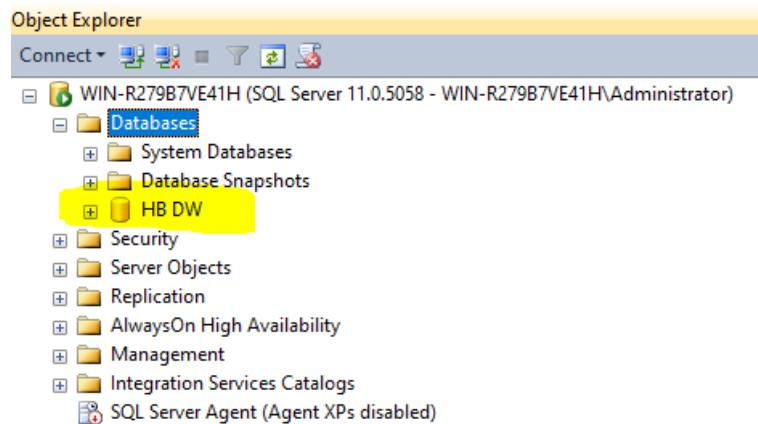


FIG. 5.12 : Creation de datawarehouse HB DW

- **Création des tables à partir de données sources :**

Pour implémenter notre entrepôt de données, nous avons créé les tables relationnelles Sous SQL SERVER 2012 conforme à la conception réalisée lors du chapitre précédent, tellement il y a beaucoup de tables nous présentons un exemple en utilisant la table article.

Pour créer la table article nous avons sélectionné les colonnes de la table Pt Mstr qui existe dans notre base de données source et les renommées nous illustrons ces étapes dans les images suivantes :

1. **Étape 1 :** la première étape basée sur la sélection des champs qui nous a été donnée par notre client.

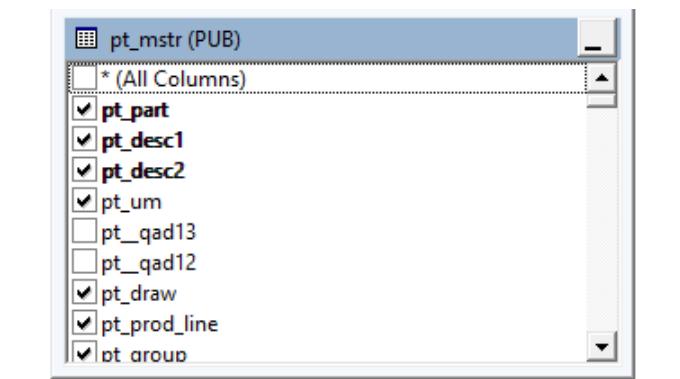


FIG. 5.13 : Sélection des colonnes

2. **Étape 2 :** dans cette étape nous avons renommé les champs sélectionnés par des alias dans la première étape.

Column	Alias	Table	Outp...	Sort
pt_part	"Code Article"	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_desc1	"Desc 1"	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_desc2	"Desc 2"	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_um	Um	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_group	Groupe	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_prod_line	"Line Produit"	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_draw	Draw	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_part_type	Type	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_status	Statut	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_abc	ABC	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_net_wt	Poids	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_size	Taille	pt_mstr (P...)	<input checked="" type="checkbox"/>	
pt_domain		pt_mstr (P...)	<input type="checkbox"/>	
			<input checked="" type="checkbox"/>	

FIG. 5.14 : Rennomage des colonnes

SQL command text:

```

SELECT      pt_part AS "Code Article", pt_desc1 AS "Desc 1", pt_desc2 AS "Desc
2", pt_um AS Um, pt_group AS "Group", pt_prod_line AS "Line Produit",
pt_draw AS Draw, pt_part_type AS Type, pt_status AS Status, pt_abc AS ABC,
pt_net_wt AS Poids, pt_size AS Taille
FROM        PUB.pt_mstr
WHERE       (pt_domain = 'HBM')

```

[Preview...](#)

FIG. 5.15 : Code source de la sélection

- **Mapping des données :**

L'opération de mapping consiste à faire la correspondance entre les données sources et les champs du Data Warehouse afin de charger correctement ce dernier.

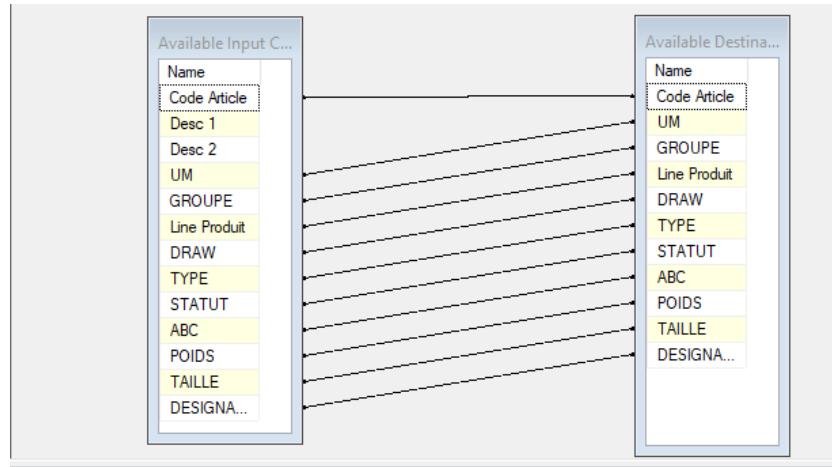


FIG. 5.16 : Mapping de table Article

Nous avons fait les mêmes étapes afin de créer toutes les tables de notre entrepôt de données, en raison de son grand nombre nous montrons dans ce tableau les noms réels des tables qui nous avons utilisé pour la création des tables de l'entrepôt de données et leurs noms dans la base de données source.

Nom de table créée	Table source
Article	PT_mstr
production	Wo_mstr
Production détaillée	Wo_det
Opération	Op_hist
Cause	Rsn_ref
Gamme	Ro_det
Stock	Id_det
prévision	Zzprvt_dc
Classe	Code_mstr
groupe	Code_mstr
Type	Code_mstr
Emplacement	Loc_mstr
Charge	Wc_mstr
consommation	Tr_hist
Site	Si_mstr
Calendrier	Shop_cal

Après la création de tous les tables de notre entrepôt sous Sql Server nous présentons l'entrepôt de données nommé HB DW.

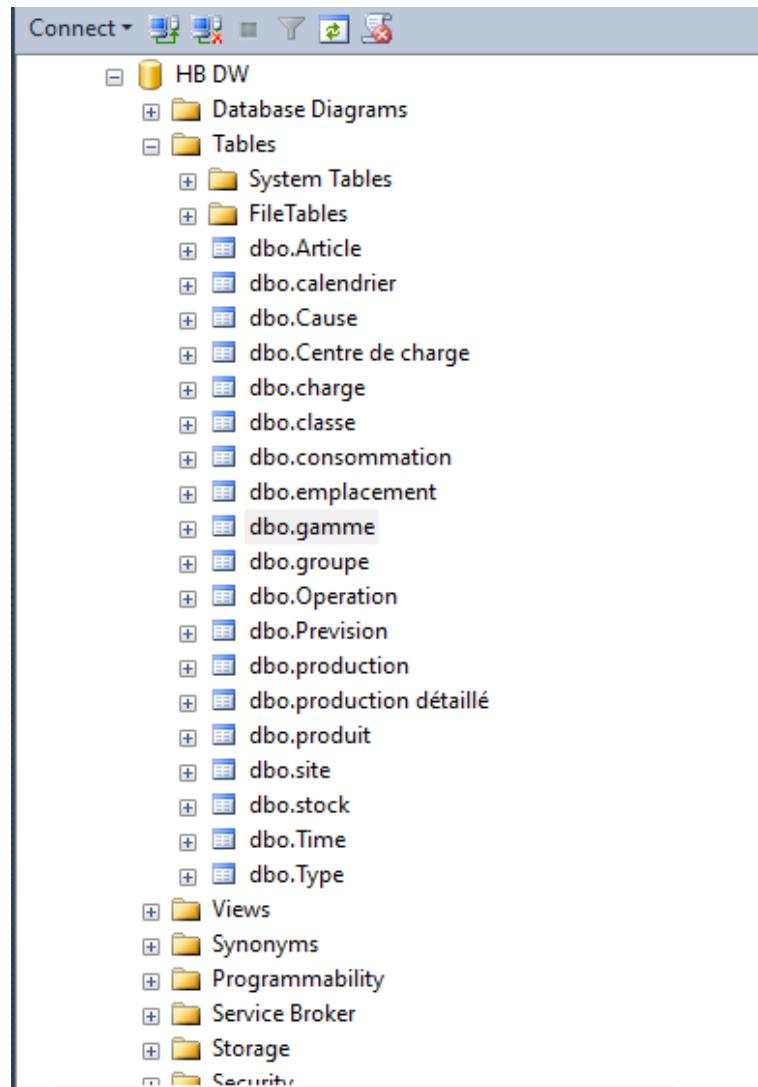


FIG. 5.17 : L'entrepôt de données

5.1.4 Implémentation de l'ETL

La phase ETL est la première phase de la réalisation d'un projet décisionnel, sa finalité est de construire l'entrepôt de données (DW). Nous avons réalisé notre ETL à l'aide de SSIS, avec lequel nous avons créé des packages contenant des flux de contrôle qui extraient les données depuis la base transactionnelle et les chargent dans l'entrepôt de données en effectuant une série de transformations. Nous avons importé chaque table dans un package à part pour bien les distinguer, donc nous avons créé un processus ETL pour chaque dimension, qui permet à la fois d'extraire les données, les transformer et enfin les charger dans les tables de dimensions.

- **Extraction :**

La première étape réalisée dans le processus ETL consiste à extraire les données du système source, ce qui inclut la création de différentes connexions à la source de données (source Excel, OLE DB, ADO NET, fichiers plats...). Dans notre cas nous avons utilisé pour la source ADO NET et on a utilisé pour la destination OLE DB.

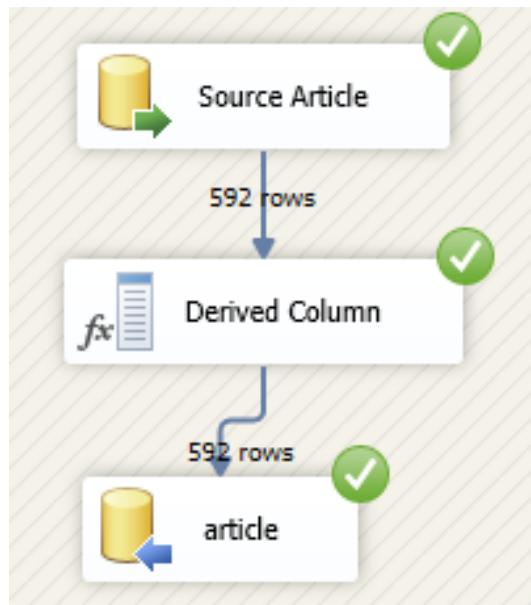


FIG. 5.18 : Extraction des données sources

- **Transformation :**

Les transformations SSIS sont les composants de flux de données, utilisés pour effectuer des agrégations, un tri, une fusion, une modification, une jonction, un nettoyage et le traitement des valeurs nulles.

- **Chargement :**

La dernière étape de l'ETL consiste à charger les dimensions ainsi que les tables de faits, elle consiste aussi à créer les différentes connexions aux destinations de données (Destination Excel, OLE DB, ADO NET, fichier plat...). On a utilisé la destination ADO Net pour charger nos données dans notre entrepôt de données qui se trouve dans SSMS.

- **Chargement des dimensions :**

Pour charger la dimension Article, on a créé d'abord un package qui contient un flux de contrôle, ce dernier contient des objets comme :

- Les tâches de flux de données : qui nous a permis d'établir une connexion à nos sources de données et à nos destinations.
- Les tâches d'exécutions : qui permettent d'introduire des requêtes SQL selon les types de transformations.

Dans notre exemple, on a créé une tâche d'exécution qui permet de supprimer la table qui existe et en crée une nouvelle.

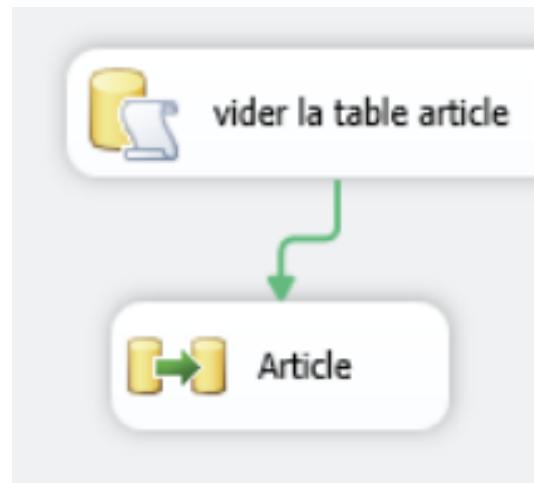


FIG. 5.19 : Chargement de la dimension Article

La figure ci-dessous représente une visualisation de la table gamme dans SSMS après le processus ETL :

Explore gamme Table							
Table							
Code Gamme	N°Opération	DESIGNATION	Centre de Charge	Temps de Reglage	Temp d'exécution*	Temps de transfert	Code Machine
CHNR0100	10	CHOCO ENROBAGE NOIR	AHOC	0,500000000	0,002300000	0,000000000	CC011
0000020101	10	EXTRUSION	AEMB	0,500000000	0,006666667	0,000000000	CC002
0000020501	10	EXTRUSION	AEMB	0,500000000	0,010000000	0,000000000	CC003
0000030001	10	CONDITIONNEMENT CORNETO	AEMB	0,500000000	0,0120481928	0,000000000	CC004
0000010401	10	CONDITIONNEMENT MISSOU	AEMB	0,500000000	0,0158730159	0,000000000	CC006
0000010201	10	CONDITIONNEMENT COUPE	AEMB	0,500000000	0,020000000	0,000000000	CC007
0000010101	10	CONDITIONNEMENT GOBELET	AEMB	0,500000000	0,075187970	0,000000000	CC008
0000050101	10	CONDITIONNEMENT VRAC 6L	AEMB	0,500000000	0,0054054054	0,000000000	CC009
0000050201	10	CONDITIONNEMENT VRAC 10L	AEMB	0,500000000	0,0071428571	0,000000000	CC009
0000040101	10	CONDITIONNEMENT BF	AEMB	0,500000000	0,0010869565	0,000000000	CC009
40101	10	FARD BF 1L CHOCO	AEMB	0,000000000	0,000000000	0,000000000	CC009
0000021100	10	MOULÉE	AEMB	0,500000000	0,0120481928	0,000000000	CC010
B400	20		AEMB	0,000000000	0,0333333333	0,000000000	CC012
40401	10	FARD BF 650 ML CHOCO	AEMB	0,000000000	0,000000000	0,000000000	CC012
101	10	LINIAIRE GOBELET NEW	AEMB	0,500000000	0,0081300813	0,000000000	CC013
107	10	LINIAIRE TARTELETTE	AEMB	0,500000000	0,0055555556	0,000000000	CC014
10903	10	CONDITIONNEMENT ASSEKREM	AEMB	0,500000000	0,0055555556	0,000000000	CC015
200	10	TUNEL NEW	AEMB	0,500000000	0,0040000000	0,000000000	CC016

FIG. 5.20 : Visualisation de la table gamme

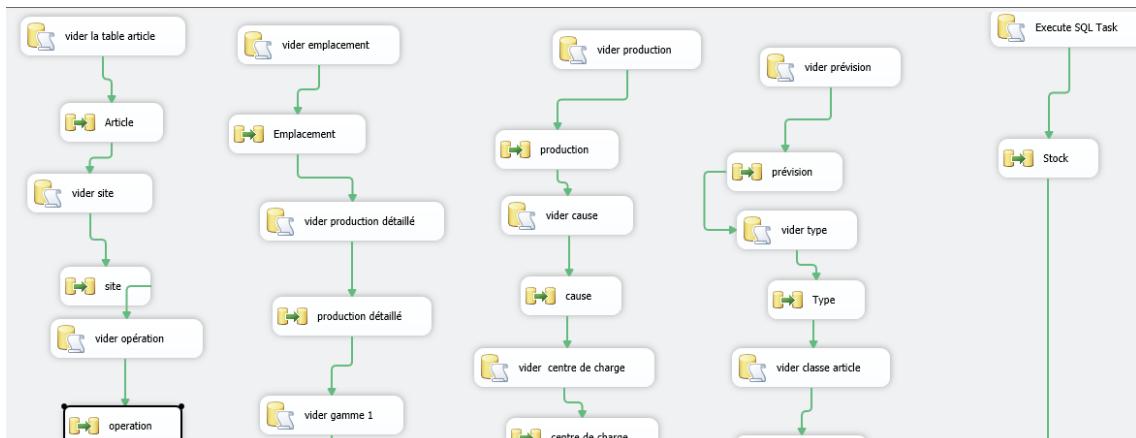


FIG. 5.21 : Packages 1 de tous les tables de DW

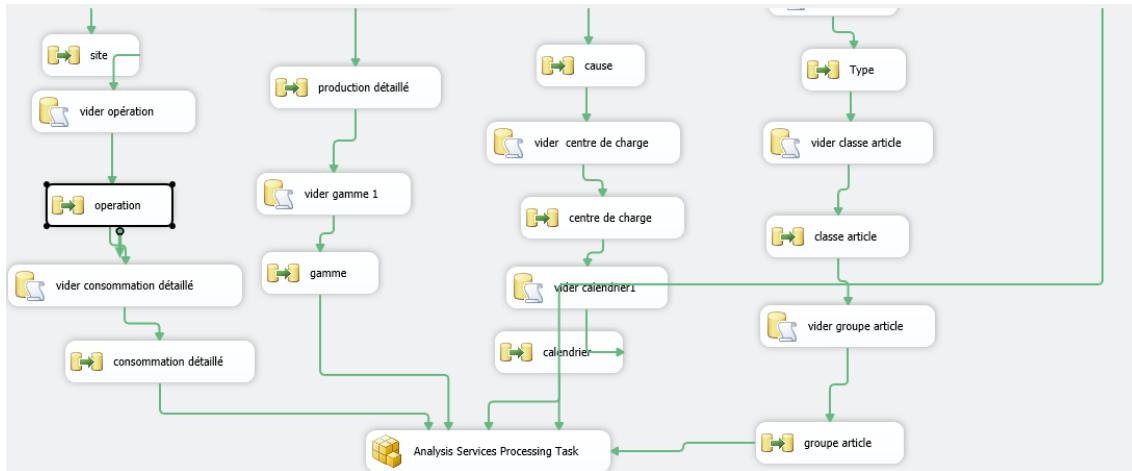


FIG. 5.22 : Suite de package de tous les tables

5.1.5 Crédation des vues

Une vue est un ensemble de tables de la base de données qui est nécessaire pour concevoir le cube (nous pouvons l'appeler comme ensemble de données). Les services d'analyse peuvent uniquement accéder aux tables ou aux vues à l'intérieur de la vue de source de données, tout ce qui se trouve en dehors de la vue de source de données n'est pas accessible.

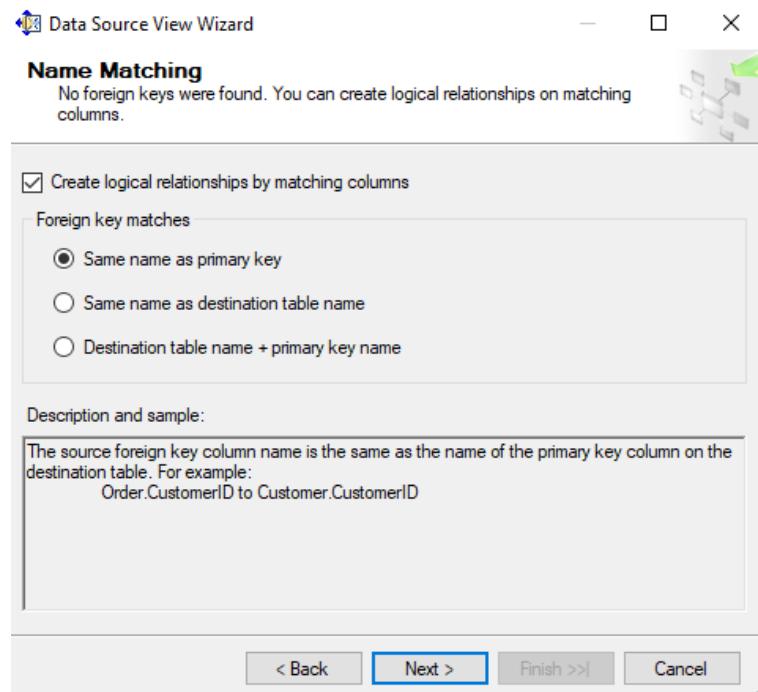


FIG. 5.23 : Crédation des vues

5.1.6 Présentation de vue

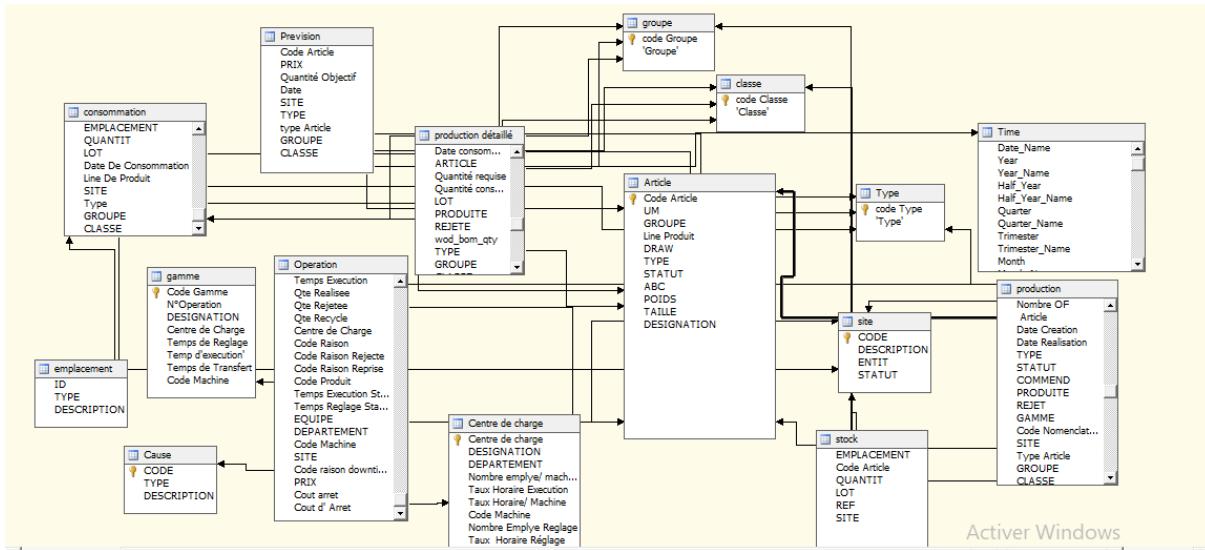


FIG. 5.24 : Vue complète de datawarehouse

5.1.7 Crédation de Cube OLAP

Après avoir construit et alimenté notre DW, on procède à l'élaboration des cubes OLAP. Cette étape est primordiale dans tout projet décisionnel. Le moteur SSAS offert par Microsoft nous a permis la génération du cube OLAP à partir du data source (Data-Warehouse). Ensuite, on a fait quelques modifications sur ce dernier, comme la création des hiérarchies et l'ajout des membres calculés, ...etc. Une fois la création et les modifications sont terminées, on a déployé le cube dans le serveur SQL Server Analysis services 2012, pour qu'on puisse analyser nos indicateurs selon les axes d'analyses.

Nous avons suivi les étapes indiquées ci-dessous :

1. Démarrer le projet SQL Serveur Analysis Services (SSAS) : pour le démarrage de projet analyses services nous avons cliqué sur "fichier" ensuite "nouveau" et "projet" après nous avons sélectionné "projet analyses services" ensuite nous avons donné le nom pour le projet..

Chapitre 5. Réalisation et implémentation

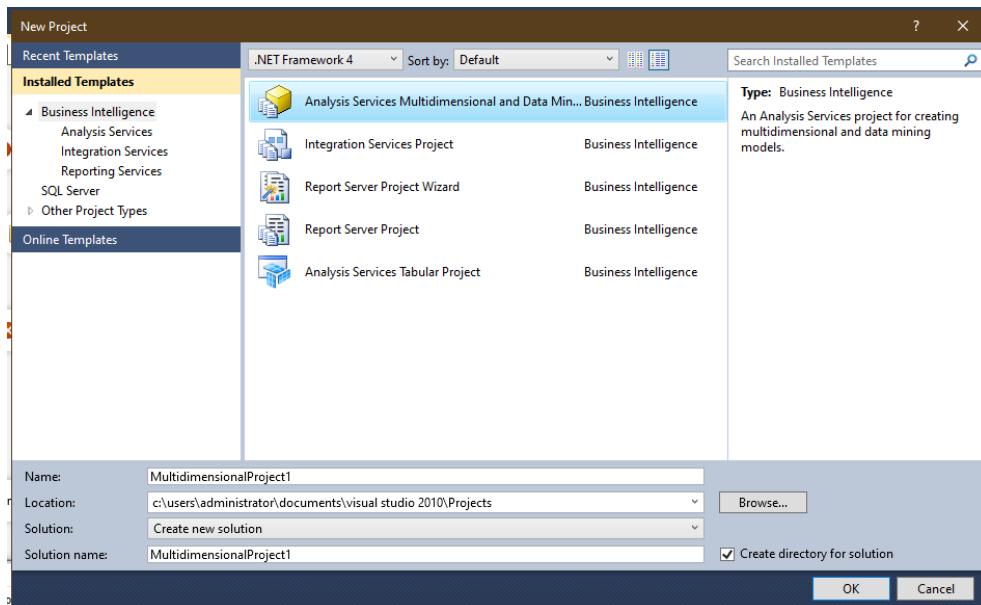


FIG. 5.25 : Démarrage de projet ssas

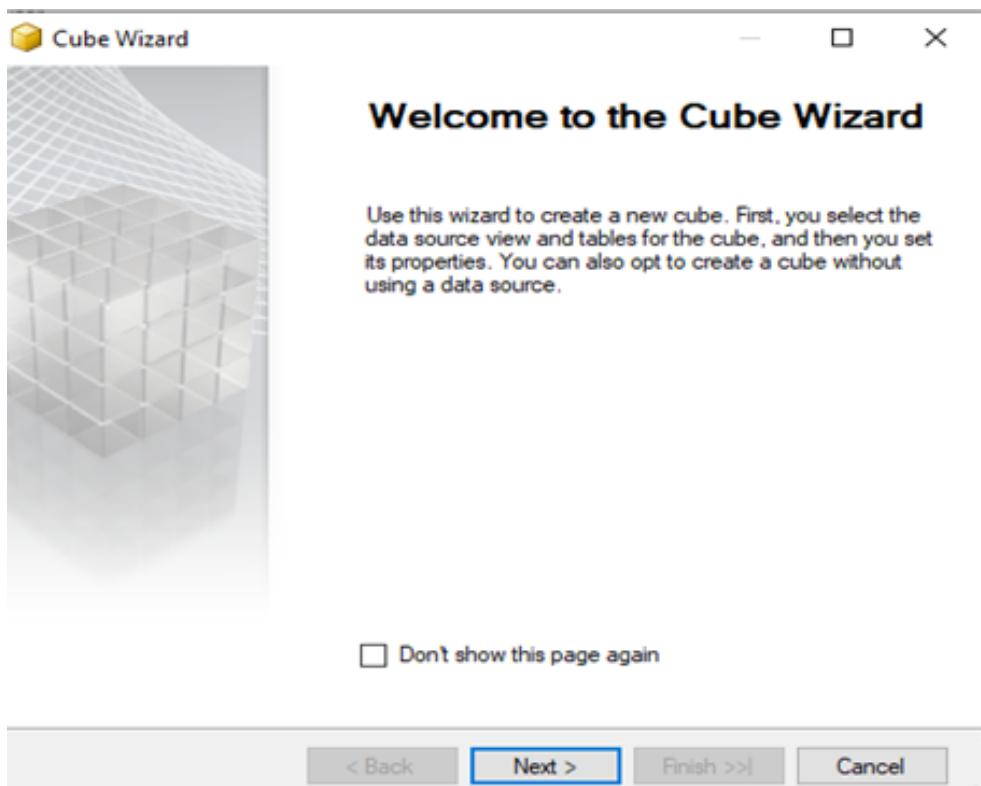


FIG. 5.26 : Ouverture de l'interface cube

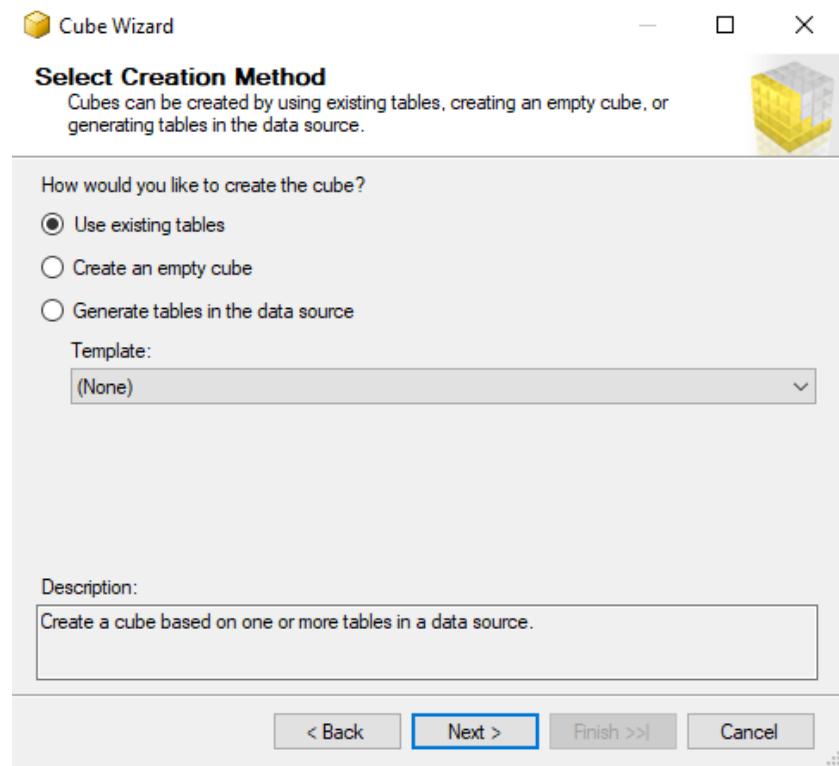


FIG. 5.27 : La sélection de la source des tables

2. Dans cette étape nous sélectionnons les mesures de notre cube.

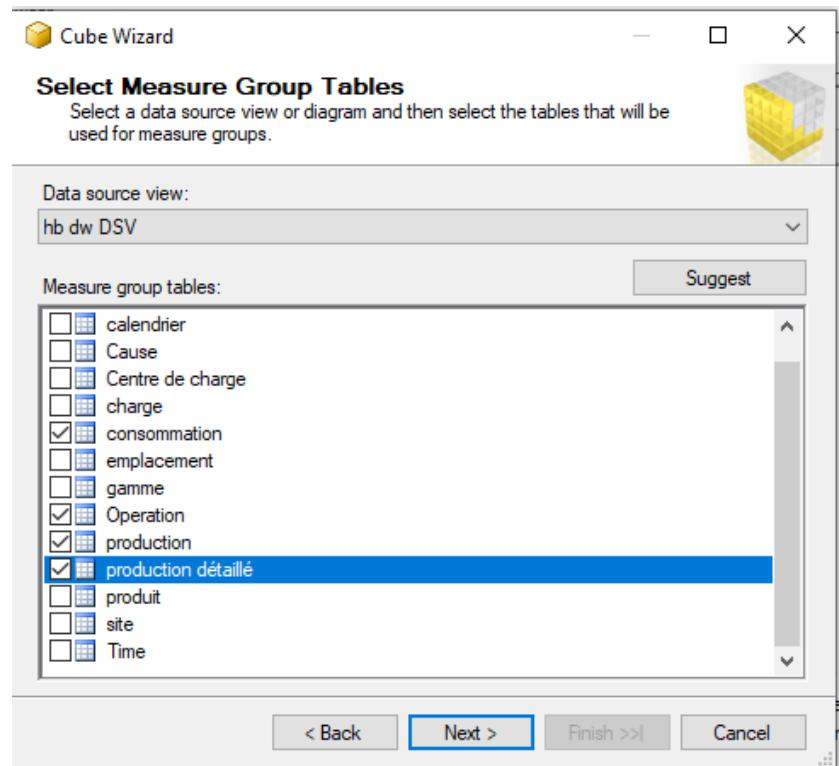


FIG. 5.28 : La sélection des mesures

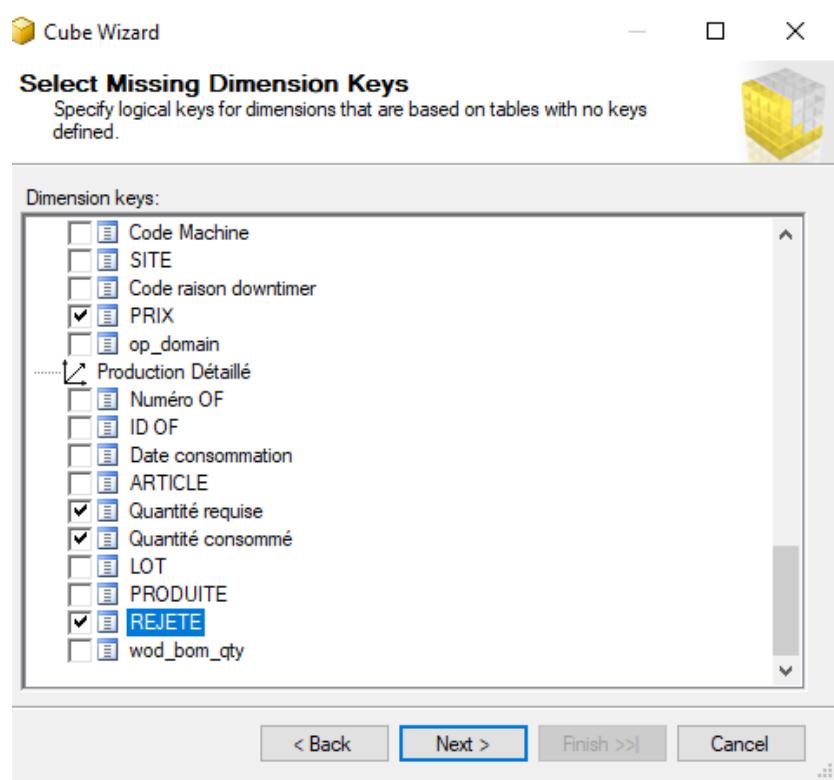


FIG. 5.29 : La sélection des dimentions

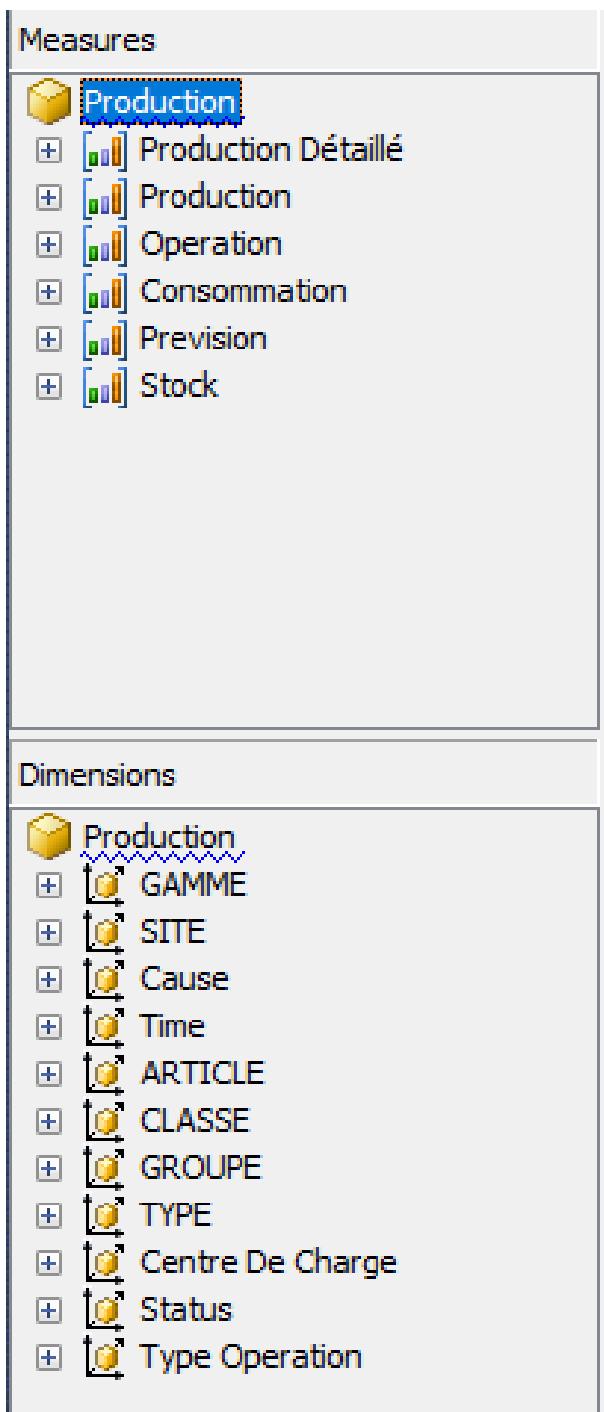


FIG. 5.30 : Les mesures et les dimensions de cube olap

Chapitre 5. Réalisation et implémentation

3. Cette étape permet d'ajouter d'autres tables.

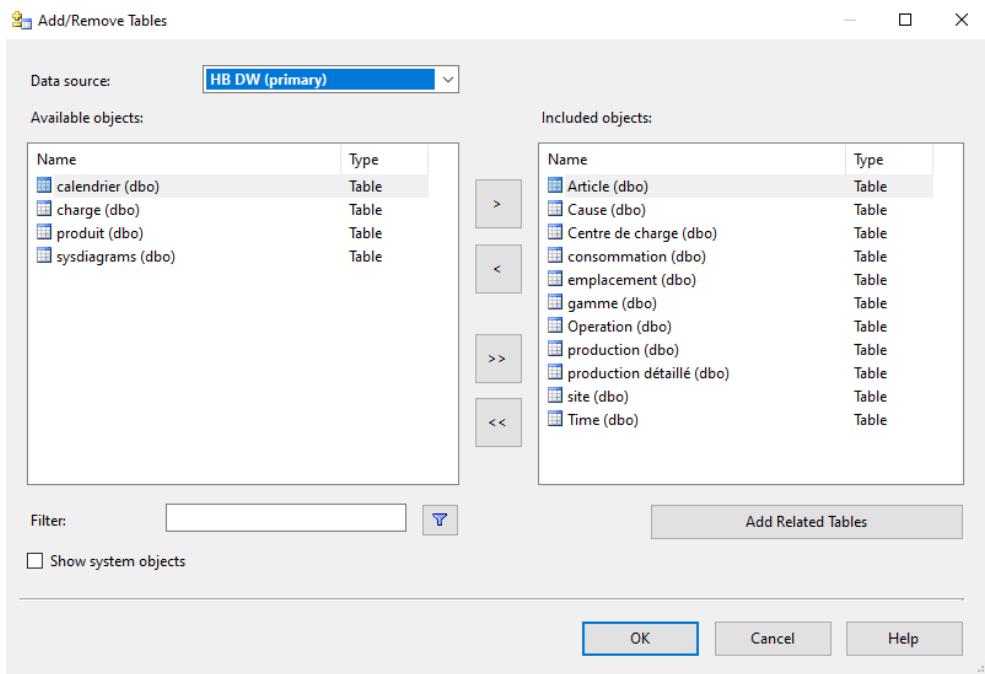


FIG. 5.31 : Chargement des tables pour construire le cube

Dimensions	Production Détallé	Production	Operation	Consommation	Prévision	Stock
Gamme (GAMME)	Code Gamme					
Site (SITE)	CODE	CODE	CODE	CODE	CODE	CODE
Cause			CODE			
Time	Date	Date	Date	Date	Date	
Article (ARTICLE)	Code Article	Code Article	Code Article	Code Article	Code Article	Code Article
Classe (CLASSE)	Code Classe	Code Classe		Code Classe	Code Classe	
Groupe (GROUPE)	Code Groupe	Code Groupe		Code Groupe	Code Groupe	
Type (TYPE)	Code Type	Code Type		Code Type	Code Type	
Centre De Charge			Centre De Charge			
Status		STATUT				
Type Operation			Type Operation			

FIG. 5.32 : Cube Olap de production

4. Après la sélection des dimensions et les mesures, nous établissons la relation entre eux.

Nous avons choisi pour l'illustration de cette étape la table opération qui représente la mesure et la table cause qui représente la dimension.

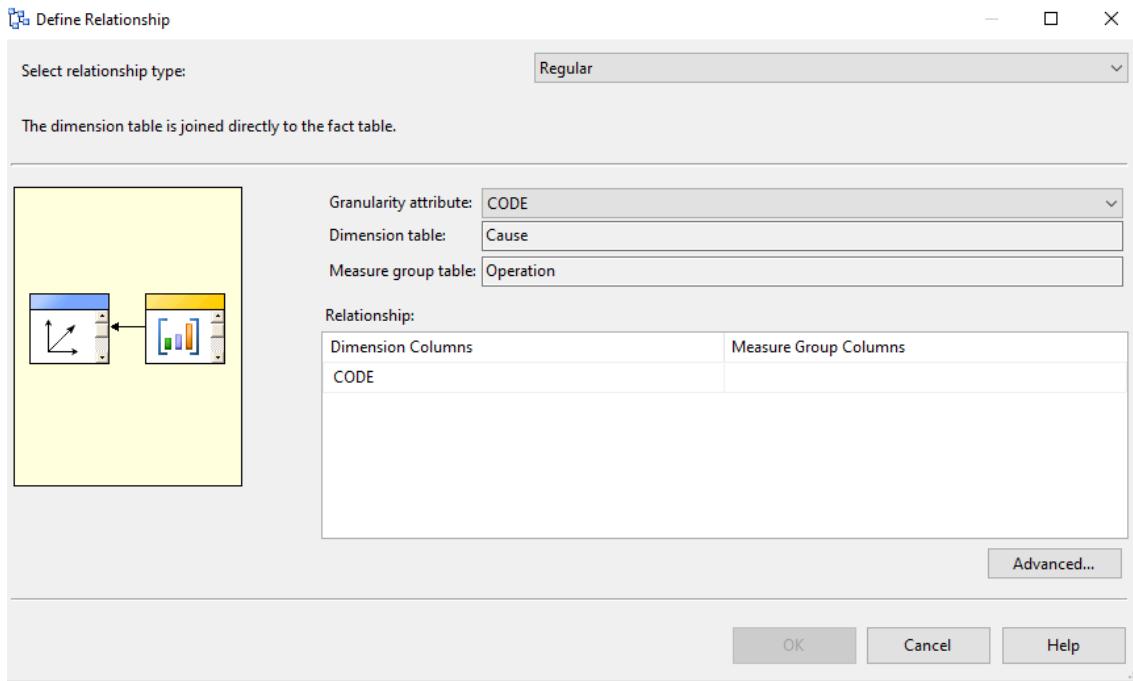


FIG. 5.33 : Relation mesure dimension

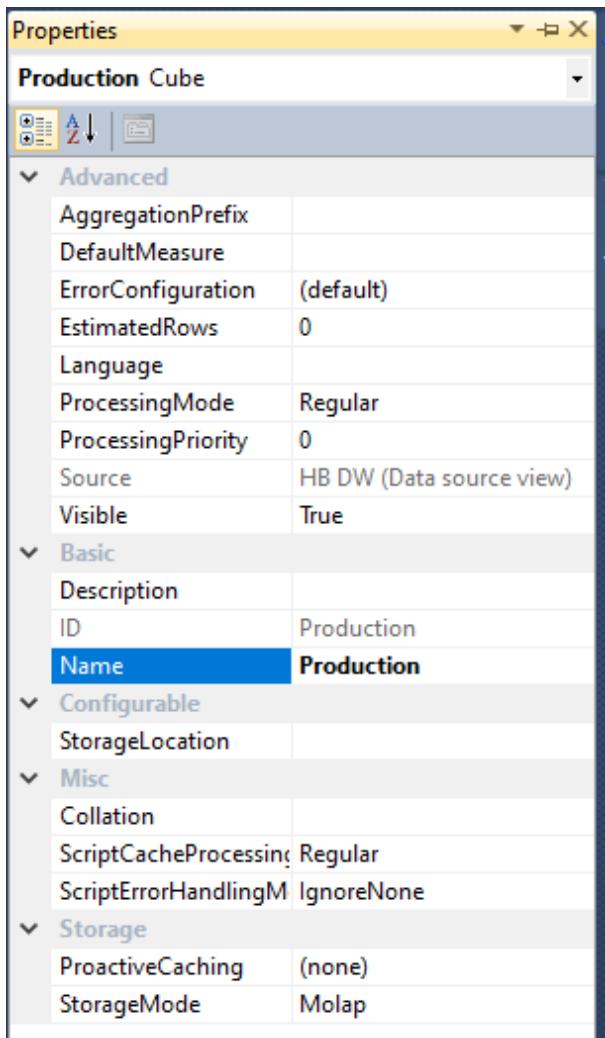


FIG. 5.34 : Propriétés de cube MOLAP nommée production

5.1.8 Représentation de Cube

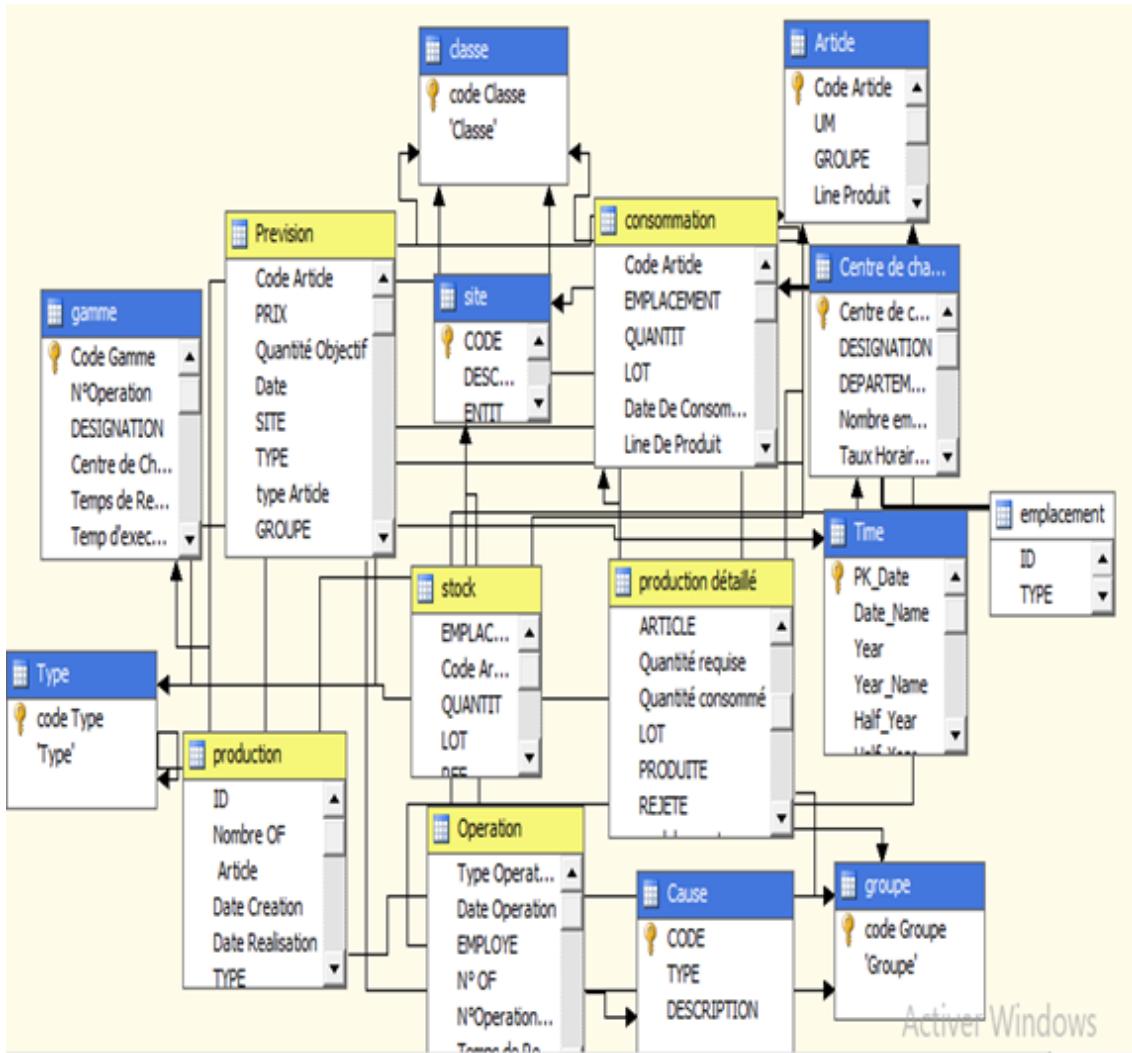
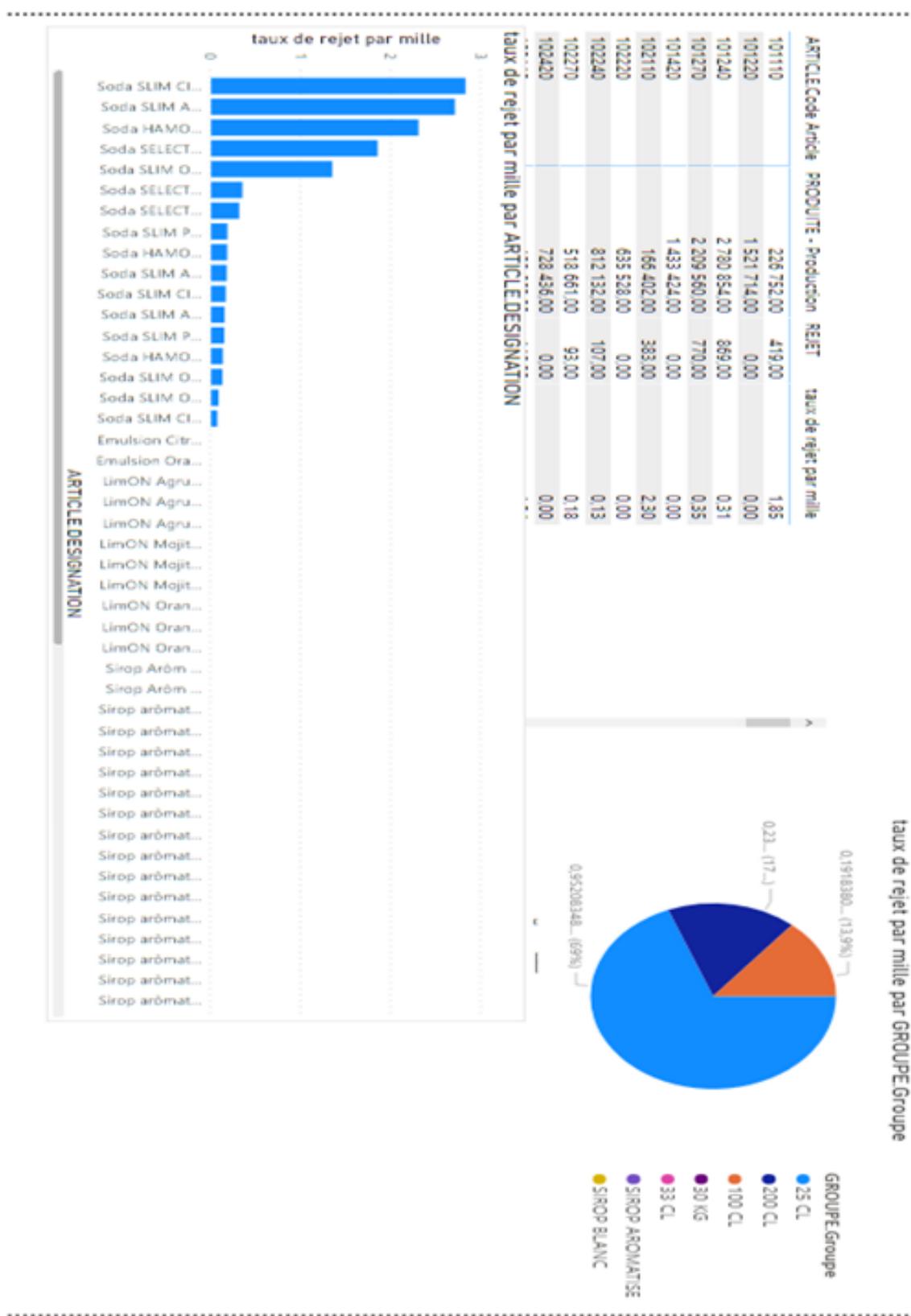
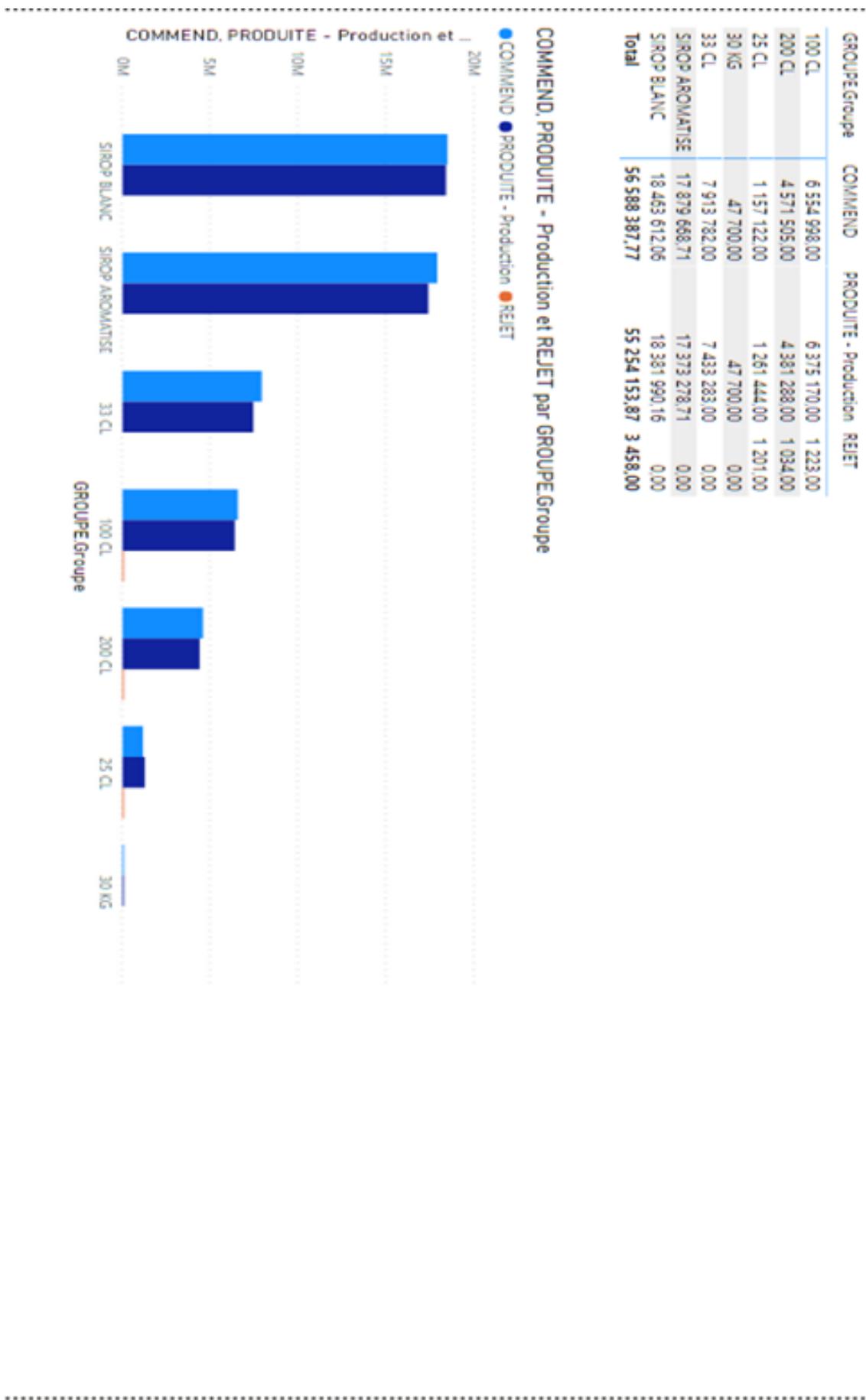


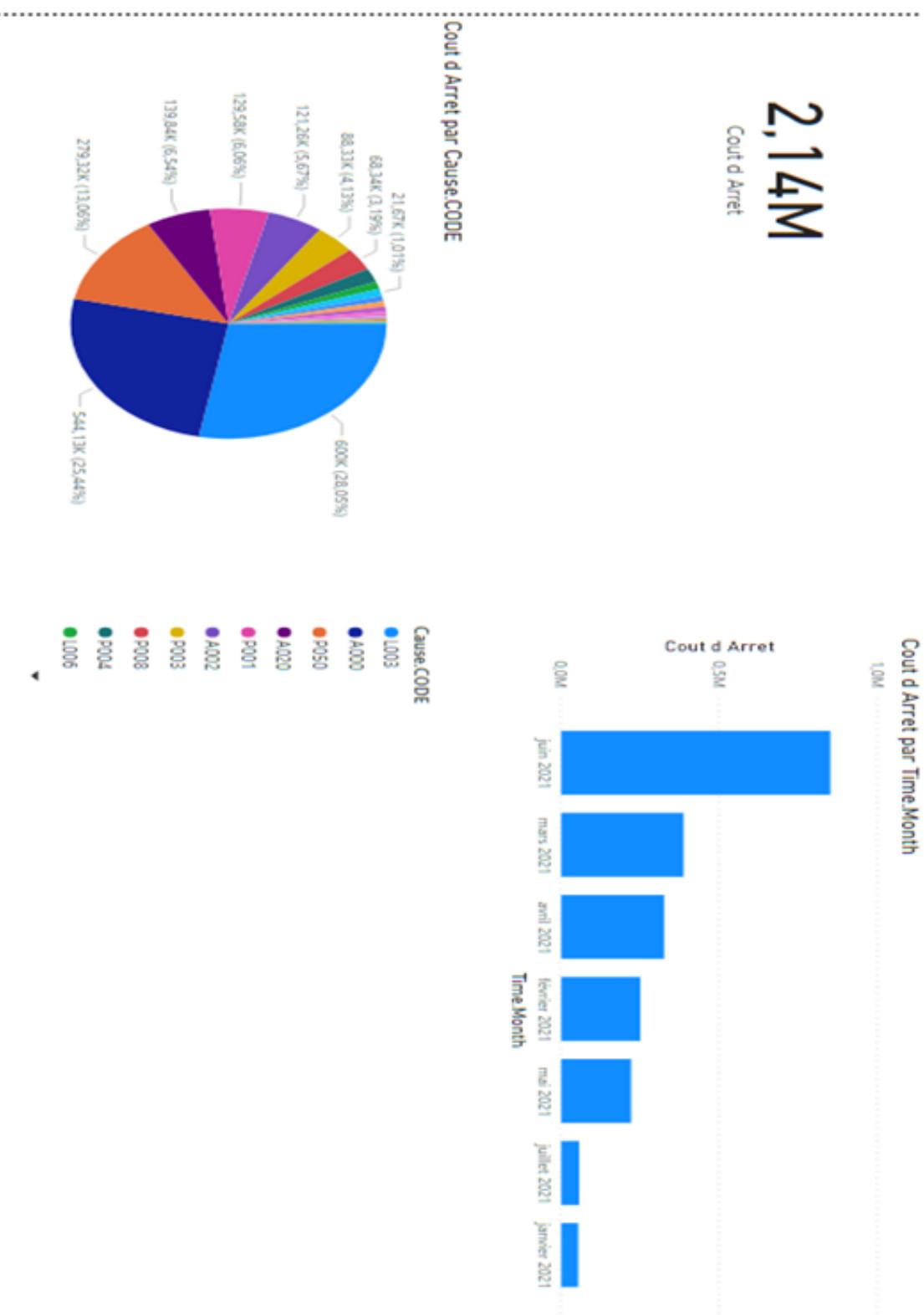
FIG. 5.35 : Représentation de cube

Après la réalisation de cube production sous le SSAS, nous allons l'importer dans l'outil power BI pour avoir les tableaux de bord de production, on utilise les kpi mentionnés dans le chapitre précédent.

5.1.9 Les tableaux de bord







5.2 Conslusion

Au fil de ce chapitre, nous avons illustré la mise en œuvre et l'implémentation de notre solution. Et ce à travers la description des technologies utilisés et l'explication des différentes étapes de réalisation.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de notre projet de fin d'études était la mise en place d'une solution BI pour la gestion des productions de l'entreprise Hamoud Boualem. Cette solution est destinée aux décideurs de l'entreprise. Le but envisagé par notre travail est d'offrir aux décideurs une vue détaillée sur les métiers étudiés et de faciliter la prise de décision.

Nous avons suivi une méthodologie, nous avons également dressé un programme qui évoque les principales étapes à suivre. Dans la première étape nous avons étudié les différents aspects théoriques liés aux systèmes décisionnels généralement et au data Warehouse et à la modélisation multidimensionnelle en particulier. Ensuite nous avons présenté l'organisme d'accueil.

Par la suite, nous avons entamé la phase d'étude de besoins, qui est nécessaire à tout projet décisionnel. Dans laquelle nous avons récolté les besoins de l'entreprise.

À l'issue de cette partie, nous avons proposé notre solution, qui consistait à la mise en place d'un système décisionnel, basé sur un entrepôt de données, accompagné d'un ensemble d'outils d'analyse et de restitution adaptés aux besoins exprimés. En commençant par la zone d'entreposage dans laquelle nous avons défini les différents volets d'analyse qui couvrent tous les besoins des utilisateurs.. Puis nous avons abordé la phase d'alimentation de l'entrepôt, où nous avons défini la politique de réalisation de ce processus. Et nous avons fini par la restitution. Dans laquelle nous avons conçu les tableaux de bord, les rapports et le cubes OLAP qui permettent d'accélérer les analyses.

Bibliographie

Chapitre 1

[1] Université Batna 2 cours introduction aux système d'aid a la décision

[2] [Le Moigne, 1977]

[3] <https://sites.google.com/site/olapsite123/architecture-des-sad> visité le 7/4/2021

[4] La Theorie du Seystème General : Theorie de la Modlisation. In : Presses Universitaires

[5]GRIM.Y. «passez-en mode bi».Disponible sur :www.developpez.com

[6] <https://www.lebigdata.fr/business-intelligence-definition> visité le 9/04/2021

[7]<https://www.leslivresblancs.fr/dossier/business-intelligence-informatique-decisionnelle-au-servicedes-entreprises> visité le 10/04/2021

[8]L'informatique décisionnelle Thèse Professionnelle Maxime Poletto 01/06/2012

[9]<https://www.decivision.com/evolution-business-intelligence> visité le 20/04/2021

[10]<https://biworks.fr/les-quatre-fonctions-du-processus-decisionnel-en-bi/> visité le 23/04/2021

10 Introduction au domaine du décisionnel et aux data warehouses Stéphane Crozat 1998.

[11] <https://www.piloter.org/business-intelligence/business-intelligence.htm> visité le 29/04/2021

[12] <https://www.guru99.com/etl-extract-load-process.html> visité le 2/05/ 2021

[13]<https://blogdigital.beijaflore.com/informatique-decisionnelle/> visité le 12 /05/2021

[14] <https://www.compta-facile.com/tableau-de-bord-outil-de-gestion/> visité le 22/05/2021

[15]<https://www.piloter.org/business-intelligence/reporting.htm> visité le 26/05/2021

Chapitre 2

[1] <https://www.talend.com/resources/what-is-data-warehouse/> visité le 5/06/2021

[2] https://www.tutorialspoint.com/dwh/dwh_data_warehousing.htm visité le 12/06/2021

[3] <https://actualiteinformatique.fr/cloud/definition-datawarehouse> visité le 12/06/2021

[4] <http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2005/entrepot/intro.htm> visité le 19/06/2021

[5] https://elearning.univconstantine2.dz/elearning/pluginfile.php/101710/mod_resource/content/1/co/grain15.html visité le 24/06/2021

[6] <https://www.astera.com/fr/type/Blog/architecture-d%27entrep%C3%B4t-de-donn%C3%A9es/> visité le 29/06/2021

[7] <https://www.data-transitionnumerique.com/cube-olap-decisionnel-big-data/> visité le 3/07/2021

[8] (Bernard ESPINASSE . (2014, Septembre). Introduction aux Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision. Marseille.

[9] R. Kimball, L. Reeves, M. Ross, W. Thornthwaite, « Concevoir et déployer un data warehouse Ralph Kimball », 2000.

[10] M.L. Abad, A.A. Mouffok, « Système décisionnel de la logistique », Mémoire, Ecole ESI, Option "Systèmes d'information et technologies", Alger.

[11]. <https://www.oracle.com/fr/database/olap-definition.html> visité le 10/07/2021

[12]: W.H. Inmon, « Building the Data Warehouse Third Edition», Wiley Computer Publishing, 2002

[13]. AEROW Expert : article rédigé par Christian Lambert Expert Business Intelligence at AEROW Decision <https://www.aerow.group/a16u1509>

Chapitre 5

[1] <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019> visité :02 /08 /2021

[2] <https://datascientest.com/power-bi> visité le 04/08/2021 visité le 04/08/2021