

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique
Département Génie Minier

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Minier

THEME

**Conception et mise en place d'une base de données des activités
minières algériennes (état des lieux et diagnostic
environnemental).**

Proposé et dirigé par :

Dr A.AÏT YAHIATENE

Présenté par :

Amel OULD-HOCINE

Djamel BENKACI

Soutenu le 24/06/2013 devant le jury composé de :

Dr M.OULD-HAMOU

Président

Dr S.CHABOU

Examinatrice

Dr A.AÏT YAHIATENE

Rapporteur

Promotion 2013

Remerciements

Nous remercions notre promoteur Dr A.AÏT YAHIAÏTENE, qui nous a donné l'opportunité de travailler sur ce projet, qui a partagé avec nous sa passion et qui nous a initié au monde des bases de données. Nous le remercions pour son dévouement, sa patience et pour la confiance qu'il nous a accordé.

Nous remercions les membres du jury Dr M.OULD-HAMOU et Dr S.CHABOU pour nous avoir fait l'honneur de juger notre travail.

Nous remercions l'ensemble des membres de « la famille polytech », nos professeurs du département des Sciences Fondamentales et ceux du département de Génie Minier pour les enseignements qu'ils nous ont dispensés au cours des cinq dernières années.

Une pensée particulière pour Mr SAADA, fondateur du département de Génie Minier, à qui nous souhaitons un prompt rétablissement.

Nous remercions tous nos amis et camarades et plus particulièrement « le groupe des 7 » avec qui nous avons passé trois années de spécialité sans égales.

Nous remercions chaleureusement nos PARENTS respectifs pour leurs encouragements et leurs soutiens tout au long de notre cursus.

Résumé

L'objectif du projet est de concevoir une base de données pouvant recueillir les informations concernant toute activité minière : la prospection, l'exploration, l'exploitation et la réhabilitation.

Le but étant de regrouper dans un seul et même endroit toutes les données concernant le cycle de la vie d'une mine, facilitant ainsi le travail de tous les intervenants dans le secteur minier algérien en leur donnant la possibilité d'accéder plus rapidement à une information fiable, cohérente et non redondante.

Mots clés : base de données, informations, activité minière, prospection, exploration, exploitation, réhabilitation, secteur minier algérien.

Abstract

The main objective of this project is to develop a database which can receive all the informations about any mining activity: prospection, exploration, exploitation and rehabilitation.

Our aim is to collect all the information about the life cycle of a mine in one database, in order to facilitate work to all stakeholders in the Algerian mining sector, giving them the opportunity to access more quickly to reliable, coherent and non-redundant informations.

Key words: database, informations, mining activity, prospection, exploration, exploitation, rehabilitation, Algerian mining sector.

ملخص

الغاية من هذا المشروع هي انشاء قاعدة بيانات قادرة على احتواء المعلومات المتعلقة بجميع الأنشطة المنجمية و المتمثلة في التنقيب، الاستكشاف، الاستغلال و اعادة التهيئة.

الهدف يتمثل في جمع كل البيانات المتعلقة بدورة حياة جميع المناجم في مكان واحد من أجل تسهيل عمل مختلف الفاعلين في القطاع المنجمي بالجزائر و هذا بتمكينهم في ظرف وجيز من الحصول على معلومات موثوقة، متنسقة و غير متكررة.

كلمات مفتاحية: قاعدة بيانات، معلومات، النشاط المنجمي، تنقيب، استكشاف، استغلال، إعادة التهيئة، القطاع المنجمي الجزائري.

Liste des abréviations

SONAREM : société nationale de recherche et d'exploitation minière

ORGM : office national de recherche géologique et minière

ENOF : entreprise nationale des produits miniers non-ferreux et des substances utiles

ANGCM : agence nationale de la géologie et du contrôle minier

ANPM : agence nationale du patrimoine minier

SGN : service géologique nationale

MANEL : manadjim el djazaïr

GPS : global positioning system

EIE : étude d'impact environnemental

TMS : travaux miniers souterrains

BD : base de données

SGBD : système de gestion de bases de données

DBMS : database management systems

LDD : langage de descriptions des données

LMD : langage de manipulation des données

SGBDR : système de gestion de bases de données relationnel

ANSI : American national standards institute

SPARC : standards planning and requirements committee

UML : unified modeling language

SI : système d'information

MCD : modèle conceptuel des données

MLD : modèle logique des données

MPD : modèle physique des données

VBA : visual basic applications

ID : identifiant

DAO : data access object

Liste des figures

Figure I.1 : Phases de prospection et d'exploration (chemins séquentiels et points de décision).

Figure I.2 : Classification nationale des ressources minérales et des réserves minières.

Figure II.1 : Impact des travaux miniers souterrains sur l'hydrodynamique pendant et après l'exploitation.

Figure II.2 : impact des travaux miniers à ciel ouvert sur l'hydrodynamique pendant et après l'exploitation.

Figure II.3 : Récepteurs des polluants émis dans l'atmosphère.

Figure III.1 : Niveaux de représentation des données dans un SGBD (Architecture ANSI/SPARC).

Figure III.2 : modèle hiérarchique et modèle réseau.

Figure III.3 : Représentation des concepts manipulés dans le modèle Entité/Association.

Figure IV.1 : Représentation du système « entreprise ».

Figure IV.2 : Les composantes du système « entreprise ».

Figure IV.3 : Le cycle de vie du système d'information et ses étapes.

Figure IV.4 : Représentation de l'acteur interne et externe.

Figure IV.5 : Echange de flux d'information entre différents acteurs.

Figure IV.6 : Représentation graphique d'un flux.

Figure IV.7 : Flux d'information lors d'une prospection.

Figure IV.8 : Diagramme des flux lors d'une exploration

Figure IV.9 : Diagramme des flux lors de l'exploitation.

Figure IV.10 : Diagramme des flux lors de la fermeture.

Figure V.1 : Fenêtre d'accueil d'Access 2007.

Figure V.2: Exemple d'une table en mode création.

Figure V.3 : Exemple d'une table en mode affichage.

Figure V.4 : Exemple d'un formulaire en mode création.

Figure V.5 : Exemple d'une requête en mode création.

Figure V.6 : Exemple d'état en mode création.

Figure V.7 : Exemple d'un module.

Figure V.8 : Exemple d'une macro en mode création.

Figure V.9 : Interactions entre les objets d'Access.

Figure V.10 : Schéma relationnel d'avant mine et de prospection.

Figure V.11 : Schéma relationnel du résultat de prospection et d'exploration.

Figure V.12 : Schéma relationnel du résultat d'exploration et de décision d'exploitation.

Figure V.13 : Schéma relationnel d'exploitation proprement dite et de réhabilitation.

Figure V.14 : Exemple de remplissage d'une table par code DAO.

Figure V.15 : Barre d'outils de l'application.

Figure V.16 : Séquence de saisie des données.

Figure V.17 : Formulaire de saisie des données de la situation géographique.

Figure V.18 : Formulaire de saisie des données de la géologie régionale.

Figure V.19: Formulaire de saisie des données de prospection.

Figure V.20: Formulaire de saisie des données du résultat de prospection.

Figure V.21 : Formulaire de saisie des données d'exploration.

Figure V.22: Formulaire de saisie des données du résultat d'exploration.

Figure V.23: Formulaire de saisie des données du gisement.

Figure V.24 : Formulaire de saisie des données des corps minéralisés.

Figure V.25 : Formulaire de saisie des données d'exploitation.

Figure V.26 : Formulaire de saisie des données de traitement.

Figure V.27 : Formulaire de saisie des données des propriétés physicochimiques.

Figure V.28 : Formulaire de saisie des données de réhabilitation.

Figure V.29 : exemples de boîtes de messages.

Figure V.30 : exemple de requête monocritère basée sur une table.

Figure V.31 : exemple de requête multicritères basée sur une table.

Figure V.32 : Formulaire de recherche multicritère des données d'un titre minier d'exploration.

Figure V.33 : Formulaire de recherche multicritère des données techniques de prospection.

Figure V.34 : Formulaire d'affichage d'une fiche technique d'exploitation.

Figure V.35 : Etat de la fiche technique d'exploitation.

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Etapes de la vie d'une mine (activités, durée et coûts).

Tableau I.2 : Les études de faisabilité aux différentes étapes décisives.

Tableau II.1 : récapitulatif des principaux désordres susceptibles de se développer à l'aplomb d'ouvrages miniers.

Tableau II.2 : Impacts potentiels sur l'environnement pendant chaque étape de l'activité minière.

Tableau II.3 : Exemple de matrice interrelation.

Tableau III.1 : Exemple de redondance d'information.

Tableau IV.1 : Les trois niveaux du cycle d'abstraction.

Tableau IV.2 : Description des acteurs lors d'une prospection.

Tableau IV.3 : Description des flux d'information lors d'une prospection.

Tableau IV.4 : Description des acteurs lors d'une exploration.

Tableau IV.5 : Description du flux lors d'une exploration.

Tableau IV.6 : Description des acteurs lors d'une exploitation.

Tableau IV.7 : Description des flux lors de l'exploitation.

Tableau IV.8 : Description des acteurs lors de la fermeture.

Tableau IV.9 : Description des flux lors de la fermeture.

Tableau V.1 : Le dictionnaire de donnée.

Table des matières

Remerciements

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale	1
Chapitre I : Le projet minier	4
1. Introduction.....	5
2. La recherche minière.....	6
2.1.La prospection minière.....	8
2.2.L'exploration minière.....	10
2.3.Classification nationale des ressources minérales et des réserves minières.....	11
3. L'activité minière proprement dite.....	13
3.1.Phases d'évaluation de la faisabilité d'un projet minier.....	14
3.2.Le développement.....	16
3.3.L'exploitation.....	18
4. La remise en état des lieux.....	20
Chapitre II : L'après mine	21
1. Qu'est ce que la fermeture d'une mine ?.....	22
2. Les activités de fermeture d'une mine.....	22
3. Plan de fermeture et de restauration d'une mine.....	24
4. Cadre législatif et réglementation en Algérie.....	25
4.1.Règles et procédures de remise en état des sites miniers.....	25
4.2.Provision pour la remise en état des lieux.....	26
5. Répercussions environnementales et sociales de l'activité minière.....	27

5.1.Répercussions environnementales.....	27
5.2.Répercussions sociales.....	35
6. Surveillance et évaluation environnementale.....	36
6.1. Plans de surveillance environnementale.....	36
6.2. Processus d'évaluation environnemental.....	37
6.3. Méthodologie d'évaluation environnementale.....	38

Chapitre III : Généralités et notions essentielles sur les bases de données..... 41

1. Qu'est ce qu'une base de donnée ?.....	42
2. Qualité des données.....	42
3. Système de gestion de base de données (SGBD).....	43
4. Objectifs d'un SGBD.....	43
5. L'architecture ANSI/SPARC.....	44
6. Modèles de données.....	45
7. Etapes de la conception d'une base de données.....	46
7.1. Analyse du monde réel.....	46
7.2. Elaboration du schéma conceptuel.....	46
7.3. Conception du schéma logique (passage au SGBD).....	48
7.4. Elaboration du schéma physique (Création et utilisation de la base de données).....	48

Chapitre IV : Flux d'information..... 49

1. Système d'information.....	50
2. Flux d'information.....	53
3. Présentation des concepts manipulés.....	53
4. Construction du diagramme des flux.....	55

Chapitre V : Conception et présentation de l'application..... 66

1. Présentation de l'outil de développement.....	67
--	----

1.1.Interface de travail.....	67
1.2. Les objets d'Access.....	68
1.2.1. Les tables	68
1.2.2. Les formulaires	70
1.2.3. Les requêtes	71
1.2.4. Les états	71
1.2.5. Les modules	72
1.2.6. Les macros.....	73
2. Conception de l'application.....	74
2.1.Récolte de données.....	74
2.2.Structuration des données	76
2.3.Schéma relationnel	84
3. Présentation de l'application	90
3.1.La barre d'outils	90
3.2.Séquence de saisie	91
3.3. Contrôles et messages d'erreurs	99
4. Traitement de l'information.....	99
5. Affichage des données interrogées.....	101
5.1.Formulaires (visualisation à l'écran).....	102
5.2.Etats (impression).....	103
Conclusion générale.....	105

Bibliographie

Introduction générale

Introduction générale

Le territoire algérien renferme un grand potentiel en matière de ressources minérales. La diversité de ses faciès géologiques lui assure une richesse en tous types de minéralisation. Toutefois, l'exploitation de ces richesses et l'élaboration d'un projet minier n'est pas une mince affaire. Plusieurs paramètres, ayant trait notamment à l'environnement et à l'économie, doivent être pris en considération.

Par conséquent, une bonne gestion de ces richesses minérales est primordiale pour l'élaboration d'une économie solide sans pour autant négliger les répercussions que pourrait avoir une telle activité sur l'environnement. En effet, les mines algériennes ont connu pendant la période coloniale une exploitation anarchique des gisements. Des pratiques telles que l'écrémage se faisait à grande échelle, la production servait à alimenter les industries de transformations de plusieurs pays européens, en particulier la France, la Grande-Bretagne et l'Allemagne. Ainsi, la conscience envers l'impact environnemental que pouvait avoir une exploitation minière était quasiment nulle.

A l'indépendance, l'Algérie a donc hérité de plusieurs mines abandonnées qui nuisent, agressent et perturbent l'équilibre de la nature jusqu'à ce jour.

Depuis et suite à la nationalisation de ses mines, l'Algérie a développé son industrie minière : la SONAREM, l'ORGM, l'ENOF, l'ANGCM, l'ANPM, MANEL, etc., sont autant d'organismes qui participent à la croissance de ce secteur.

Des compagnes de prospection ont permis de développer l'infrastructure géologique de base et d'inventorier un grand nombre de gîtes et d'indices. De ce fait, de nombreuses exploitations minières ont vu le jour suite à des travaux de recherches et des études qui ont été réalisées à cet effet.

Toute cette activité a permis d'enrichir le patrimoine minier algérien. Par ailleurs, l'augmentation du volume d'informations existantes aujourd'hui rend indispensable l'élaboration d'une banque de données afin de les inventorier d'une manière exhaustive et les rassembler en un seul endroit pour être consulter et exploiter avec facilité et fiabilité.

Ce projet devra répondre principalement à trois problèmes majeurs.

En premier lieu, la dispersion de l'information, la redondance ainsi que l'incohérence des données rend difficile l'accès à une information authentique et fiable. L'application aura pour objectif de regrouper dans une seule et même banque de données toute les informations concernant un quelconque projet minier tout en assurant leur authenticité et leur cohérence. Elle permettra ainsi de réduire le temps consacré à la recherche des données et de présenter des rapports de synthèse légers en terme de lisibilité.

Dans un second plan, l'impact que peut générer une activité minière sur le milieu naturel peut être lourd de conséquences. Dans ce sens, l'application permettra de recenser les différents impacts environnementaux liés aux différentes étapes d'un projet minier en présentant un état des lieux et un diagnostic environnemental.

Introduction générale

Enfin, vu la difficulté de l'élaboration d'un projet minier et la complexité de celui-ci, l'application constituera un outil d'aide à la décision pour une gestion optimale des ressources minérales du pays.

Pour ce faire, le présent travail sera structuré de la façon suivante :

- Le premier chapitre traitera les étapes d'un projet minier.
- Le second chapitre portera sur l'après mine.
- Les généralités et les notions essentielles sur les bases de données seront traitées dans le troisième chapitre.
- Dans le quatrième chapitre sera présenté le flux d'information.
- La conception et la présentation de l'application feront l'objet du cinquième et dernier chapitre.

Chapitre I : Le projet minier

1. Introduction

L'enchaînement des activités dans le secteur minier moderne est souvent comparé avec les cinq étapes de la vie d'une mine:

- la prospection ;
- l'exploration ;
- le développement ;
- l'exploitation ;
- la remise en état des lieux.

La prospection et l'exploration, précurseurs de l'exploitation minière, constituent les phases de la recherche minière, elles sont liées et parfois combinées. Les géologues et les ingénieurs des mines se partagent souvent la responsabilité de ces deux étapes. Les géologues sont plus impliqués avec la première alors que les ingénieurs des mines le sont plus avec la seconde. De même, le développement et l'exploitation sont des étapes étroitement liées, elles sont généralement considérées comme étant l'activité minière proprement dite et constituent le rôle principal de l'ingénieur des mines. Depuis l'avènement de l'ère « environnement propre », les exigences de la société et les lois strictes régissant la fermeture d'une mine, la remise en état des lieux a été ajoutée à ces étapes. En effet la fermeture et la restauration d'un site minier est devenue un élément essentiel du cycle de la vie d'une mine.

L'ensemble du processus de développement d'une mine en gardant à l'esprit l'utilisation future du terrain sollicité est appelé *développement durable*. Ce concept a été défini dans un livre intitulé : Notre avenir à tous (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987) comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs.* »

Les cinq étapes de la vie d'une mine sont résumées dans le tableau I.1.

Étapes	Procédures	Durée	Coûts
<i>Précurseur</i>			
1) Prospection	Recherche de minerai - Prospection directe (physique, géologique) et indirecte (géophysique, géochimique) - Air: Photographie aérienne, géophysique aéroportée, satellite - Surface : géophysique de surface, géologie - Repérage, analyse et évaluation des anomalies	1 à 3 ans	0,2 à 10 millions \$ ou 0,05 à 1,10 \$/tonne
2) Exploration	Mesure l'importance et la valeur des ressources minérales (évaluation) - Forages ou excavations, essais, tests...etc. - Estimation de la quantité et de la qualité des ressources - Etude de faisabilité : prise de décision d'entamer ou non le développement	2 à 5 ans	1 à 15 millions \$ ou 0,22 à 1,65 \$/tonne
<i>Activité minière proprement dite</i>			
3) développement	Ouverture du gisement - Présentation d'un plan d'impact sur l'environnement - Construction des routes d'accès et de transport - Construction des installations - Décapage des morts terrains	2 à 5 ans	10 à 50 millions \$ ou 0,275 à 11,00 \$/tonne
4) Exploitation	Production à grande échelle de minerai - Facteurs de choix de la méthode : géologiques, géographiques, économiques, environnementales, sociétal, sécuritaire - Types de méthodes d'exploitation : souterraine ou à ciel ouvert	10 à 30 ans	5 à 75 millions \$/an ou 2,20 à 165 \$/tonne
<i>Après mine</i>			
5) Remise en état des lieux	Restauration du site minier - Reconstitution de couvert végétal et plantation d'arbres - Confinement des déchets	1 à 10 ans	1 à 20 millions \$ ou 0,22 à 4,40 \$/tonne

Tableau I.1 : Étapes de la vie d'une mine (activités, durée et coûts).

2. La recherche minière

Cette partie traite les deux premières étapes d'un projet minier, à savoir, la prospection et l'exploration. Il faut noter qu'on définit la prospection comme étant la phase de recherche d'indices minéralisés ou plus précisément la recherche d'occurrences géologiques qui ont le potentiel d'être des corps minéralisés. En se basant sur cette définition, on doit restreindre le sens de la seconde étape. L'exploration est donc définie comme étant les activités d'évaluation des indices minéralisés prospectés avec comme objectif de déterminer leurs dimensions, leurs formes, leurs qualités et le potentiel de profits qu'ils pourront générer.

Chapitre I : Le projet minier

Chaque projet minier doit normalement passer par ces deux premières étapes jusqu'à ce que sa viabilité économique puisse être établie. Bien qu'il soit utile de les séparer pendant un projet minier, les deux étapes sont souvent conduites ensemble, rendant difficile la distinction entre les activités de prospection et celles d'exploration.

Les principes de base de la prospection et de l'exploration prennent leurs fondements souvent de la géologie et/ou de la géophysique. La compréhension détaillée de la géologie et les propriétés physiques de la Terre requière l'analyse de la nature des occurrences minérales (souvent compliqué). L'ingénieur des mines n'a pas besoin d'être un expert dans ces domaines, mais de bonnes connaissances en géosciences sont impératives pour comprendre les processus qui régissent la dynamique Terrestre.

La découverte d'un nouveau gisement est assimilée à la recherche d'une aiguille dans une botte de foin. Les meilleurs gisements exploités pour leur valeur économique sont des anomalies géologiques. Cela dit, ce sont clairement des choses qui sortent de l'ordinaire, des caprices de la nature. Même si ces occurrences minérales sont rares, elles valent généralement la peine d'être étudié. L'investissement initial pour un projet minier en 1999 été de plus de 400 M\$ en moyenne. Les gisements ne sont donc pas que difficile à trouver, ils coûtent aussi chère à développer.

De nos jours, presque tous les corps minéralisés sont découverts en utilisant le processus de prospection et d'exploration. La manière dont ces activités sont organisées et reliées entre elles, est illustrée dans la figure I.1. Il est à noter que l'étape 1 (prospection) fait valoir la reconnaissance ou l'identification des indices favorables et l'étape 2 (exploration) est plus focalisée sur l'évaluation de ces indices. Chacune de ces étapes consiste en deux phases, de l'appréciation régionale à l'évaluation des dépôts minéralisés. Les différents chemins de l'organigramme mènent soit à une décision favorable, prématurée ou non favorable, pouvant être réévaluée par la suite.

Le premier objectif de la prospection et de l'exploration est de rétrécir la zone de recherche, de réduire la taille et le nombre d'indices à étudier. Généralement les surfaces des zones de recherche décroissent de 250000 à 2500 km² dans les phases 2 et 3, rétrécissent de 50 à 0,25 km² dans la phase 4 (Bailly, 1966). Le second objectif est d'augmenter la probabilité que les indices restant donneront d'intéressants dépôts minéralisés. Si ces deux objectifs sont satisfaits, le troisième objectif qui est la réduction du risque est automatiquement atteint. La progression systématique à travers les étapes de prospection et d'exploration avec une évaluation logique des alternatives à chacune des phases du processus va aider l'équipe d'exploration d'atteindre les trois objectifs.

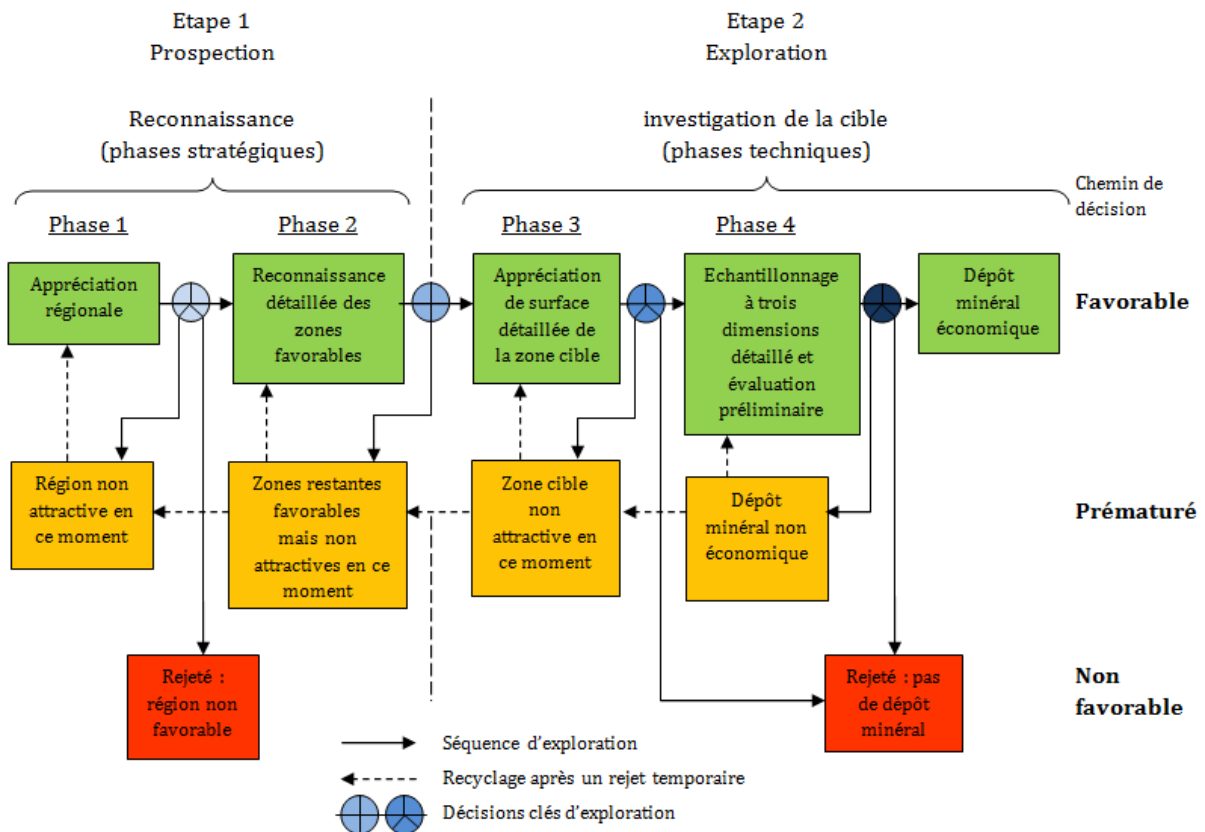


Figure I.1 : Phases de prospection et d'exploration (chemins séquentiels et points de décision).

2.1. La prospection minière

La prospection représente la première étape du cycle de la vie d'une mine. C'est la recherche du minerai ou des minéraux ayant une valeur économique profitable.

La prospection minière consiste en :

- l'examen topographique, géologique et géophysique ;
- la reconnaissance des lieux ;
- et autres recherches préliminaires des minéraux se trouvant en surface afin de déterminer les attributs minéralogiques et les caractéristiques géologiques d'un terrain.

Elle vise à identifier, à l'échelle régionale, les zones à fort potentiel minéral en s'aidant des moyens suivants : résultats d'études géologiques régionales, cartes géologiques régionales, reconnaissance préliminaire sur le terrain, méthodes aéroportées et indirectes, suppositions et extrapolations géologiques.

L'objectif étant de localiser les zones minéralisées qui justifient une étude plus poussée, dans les meilleures conditions, seule une estimation de l'ordre de grandeur du potentiel peut être faite.

Chapitre I : Le projet minier

Le gisement peut être situé en surface comme il peut se trouver en souterrain. De ce fait, des méthodes directes et indirectes de prospections sont employées.

Les méthodes directes de recherche se limitant aux gisements se trouvant en surface consistent en l'examen visuel de l'affleurement du gisement ou les fragments qui sont détachés de cet affleurement.

Les études géologiques effectuées dans ces zones d'affleurement peuvent être d'une aide précieuse. La photographie aérienne, les cartes géologiques, l'évaluation structurale de la région, le sont tout autant.

Des cartes précises, des analyses structurales plus des études microscopiques des échantillons permettent aussi aux géologues de localiser des indices dissimulés ou enfouis en plus de ceux se trouvant en surface.

Le meilleur outil scientifique employé dans les méthodes indirectes de recherche des dépôts minéraux enfouis est la géophysique, la science de détection des anomalies en utilisant des mesures des propriétés physiques comme la gravimétrie, la sismique, la magnétique, l'électrique, l'électromagnétique et la radiométrie Terrestre. Les méthodes sont exécutées en aéroporté en utilisant des avions et des satellites, en surface et en souterrain.

La géochimie, les analyses quantitatives des sols, des roches et des échantillons d'eaux, la géobotanique et les analyses des plantes typiques peuvent aussi être employés comme des outils de prospection.

La prospection n'est pas une activité intense. Les prospecteurs peuvent tout autant explorer un territoire à pied, munis d'un marteau et d'une batée, qu'en utilisant des instruments perfectionnés permettant d'effectuer des positionnements exacts par satellite (GPS). En général, les prospecteurs parcourent une zone donnée à pied, afin d'examiner et de cartographier les types de roches, et d'échantillonner manuellement des roches et du sol à des fins d'analyse minérale ou chimique.

Lorsque des indices de minéraux sont découverts, des programmes de prospection plus détaillés sont entrepris (échantillonnages plus nombreux et utilisation de petits appareils portatifs de forage), afin de prélever des échantillons plus profonds ou plus grands en vue d'une analyse en laboratoire.

Les levés géoscientifiques de base, comme les cartes géologiques et les images satellites, encadrent la recherche d'un gîte minéral. De nombreux gîtes minéraux sont délimités par des structures. Il est donc très important de connaître la géologie structurale d'une région, c'est-à-dire les plis et les failles que comportent les roches.

Après l'examen des roches sur le terrain, des cartes géologiques sont créées afin d'indiquer l'emplacement des divers types de roche ou de structures géologiques.

En Algérie, le service géologique national élabore la plupart des cartes géologiques. Les cartes réduisent considérablement la durée des travaux de prospection et permettent aux

prospecteurs de déterminer où ils ont le plus de chances de trouver des minéraux pouvant mener à l'ouverture d'une mine.

De toutes les activités, la prospection est celle qui entraîne le moins de répercussions environnementales.

2.2. L'exploration minière

L'exploration représente la deuxième étape du cycle de la vie d'une mine, sa progression se fait à travers trois phases successives, déterminées par le niveau de connaissance géologique atteint et le degré de certitude des résultats des travaux réalisés. Il s'agit de :

- l'exploration préliminaire ;
- l'exploration générale ;
- l'exploration détaillée.

a. Exploration préliminaire

L'exploration préliminaire est un processus progressif qui consiste à rechercher un gisement minéral en délimitant les zones prometteuses.

Les méthodes utilisées sont l'identification des affleurements, la cartographie géologique et des méthodes indirectes telles que les études géophysiques et géochimiques.

Le creusement de tranchées, les forages et l'échantillonnage peuvent être employés dans une certaine mesure. L'objectif est d'identifier un gisement qui fera l'objet d'une exploration plus poussée. Les quantités minérales présumées sont déterminées sur la base de l'interprétation des résultats géologiques, géochimiques et géophysiques.

b. Exploration générale

L'exploration générale est la délimitation initiale d'un gisement identifié.

Les méthodes utilisées sont notamment la cartographie de surface, un échantillonnage très espacé, le creusement de tranchées et de forages pour l'évaluation préliminaire de la quantité et de la qualité des minéraux (avec des tests minéralogiques en laboratoire, si nécessaire), ainsi qu'une interpolation limitée à partir de méthodes indirectes.

L'objectif est de déterminer les principales caractéristiques géologiques d'un gisement en fournissant une indication raisonnable de sa continuité et une première évaluation de ses dimensions, de sa configuration, de sa structure et des teneurs qu'il renferme.

Le degré de certitude devrait être suffisant pour permettre de décider si une étude de préfaisabilité et/ou une exploration détaillée se justifient.

c. Exploration détaillée

L'exploration détaillée consiste à délimiter un gisement reconnu, de façon détaillée et dans ses trois dimensions.

On procède par prélèvement d'échantillons en divers points: affleurements, tranchées, forages, galeries, tunnels,...etc. La maille d'échantillonnage doit être très fine pour que les dimensions, la forme, la structure, les teneurs et d'autres caractéristiques du gisement puissent être établies avec un degré élevé de certitude. Des essais de traitement exigeant un échantillonnage massif peuvent être nécessaires. Les renseignements obtenus permettent de décider s'il y a lieu de procéder à une étude de faisabilité.

2.3. Classification nationale des ressources minérales et des réserves minières

a. Ressource minérale de prospection

Une ressource minérale de prospection est issue d'une prospection (étude géologique régionale, levés aéroportés et autres méthodes indirectes, et contrôle préliminaire sur le terrain) ayant pour objet d'identifier des zones à fort potentiel minéral.

Une appréciation quantitative ne devrait être faite que si l'on dispose de données suffisantes et qu'il est possible d'établir une analogie avec des gisements connus présentant des caractéristiques géologiques comparables. Cette appréciation se limite à un ordre de grandeur du potentiel.

Le degré de confiance est inférieur à celui associé à une ressource minérale présumée, et n'est généralement pas suffisant pour une estimation qualitative et quantitative tels que teneur et tonnage.

b. Ressource minérale présumée

Une ressource minérale présumée est une partie d'une ressource minérale qui a été déterminée à partir d'indications géologiques et d'une continuité géologique supposée mais non vérifiée lors d'une exploration préliminaire. Les informations recueillies sur cette ressource, par des techniques appropriées d'exploration de sites tels que des affleurements, tranchées, puits, ouvrages miniers souterrains et de forage, sont limitées et avec une qualité et une fiabilité incertaines mais permettant d'estimer le tonnage / volume, la qualité et la teneur minérale avec un degré de certitude et un niveau de confiance faibles.

Le niveau de confiance correspondant à une ressource minérale présumée est inférieur à celui qui est associé à une ressource minérale indiquée.

c. Ressource minérale indiquée

Une ressource minérale indiquée est une partie d'une ressource minérale ayant fait l'objet d'exploration générale, d'échantillonnages et d'essais par des techniques appropriées sur des sites tels que des affleurements, tranchées, ouvrages miniers souterrains et forages, qui sont trop espacés ou situés à intervalles inappropriés pour confirmer la continuité géologique mais qui sont suffisamment rapprochés pour laisser supposer une telle continuité, et où la collecte de données fiables permet d'estimer les tonnages / volume, les densités, les dimensions, la forme, les caractéristiques physiques, la quantité et la teneur minérale, avec un niveau de confiance raisonnable mais pas avec un degré élevé de certitude.

Une ressource minérale indiquée est estimée avec un niveau de certitude et un niveau de confiance inférieurs à ceux d'une ressource minérale mesurée, mais avec une meilleure fiabilité que pour une ressource minérale présumée.

d. Ressource minérale mesurée

Une ressource minérale mesurée est une partie d'une ressource minérale ayant fait l'objet d'exploration détaillée, d'échantillonnages et d'essais par des techniques appropriées sur des sites tels qu'affleurements, tranchées, puits, ouvrages miniers souterrains et de forage qui sont suffisamment rapprochés pour confirmer la continuité géologique et qui fournissent des données fiables et détaillées permettant d'estimer avec un degré élevé de certitude le tonnage / volume, la densité, les dimensions, la forme, les caractéristiques physiques, la qualité et la teneur minérale.

e. Ressource minérale de préfaisabilité

Une ressource minérale de préfaisabilité, est une partie d'une ressource minérale indiquée et dans certaines circonstances d'une ressource minérale mesurée, dont une étude de préfaisabilité a montré qu'elle n'est pas économique ou est seulement potentiellement économique au moment de l'élaboration de cette étude.

f. Ressource minérale de faisabilité

Une ressource minérale de faisabilité, est une partie d'une ressource minérale mesurée, dont une étude de faisabilité a montré qu'elle n'est pas économique ou est seulement potentiellement économique au moment de l'élaboration de cette étude.

g. Réserves minières probables

Une réserve minière probable, décrite en termes de tonnage / volume exploitable et de teneur / qualité, est la partie d'une ressource indiquée ou mesurée ayant fait l'objet d'étude de préfaisabilité technique et économique et dont les conclusions montrent qu'il est justifié de l'exploiter dans les conditions techniques, économiques, environnementales et juridiques du moment.

h. Réserves minières prouvées

Une réserve minière prouvée, décrite en termes de tonnage / volume exploitable et de teneur / qualité, est la partie d'une ressource minérale mesurée qui a fait l'objet d'étude de faisabilité technique et économique ou d'un rapport d'exploitation, qui conclue qu'il est justifié de l'exploiter dans les conditions techniques, économiques, environnementales et juridiques du moment.

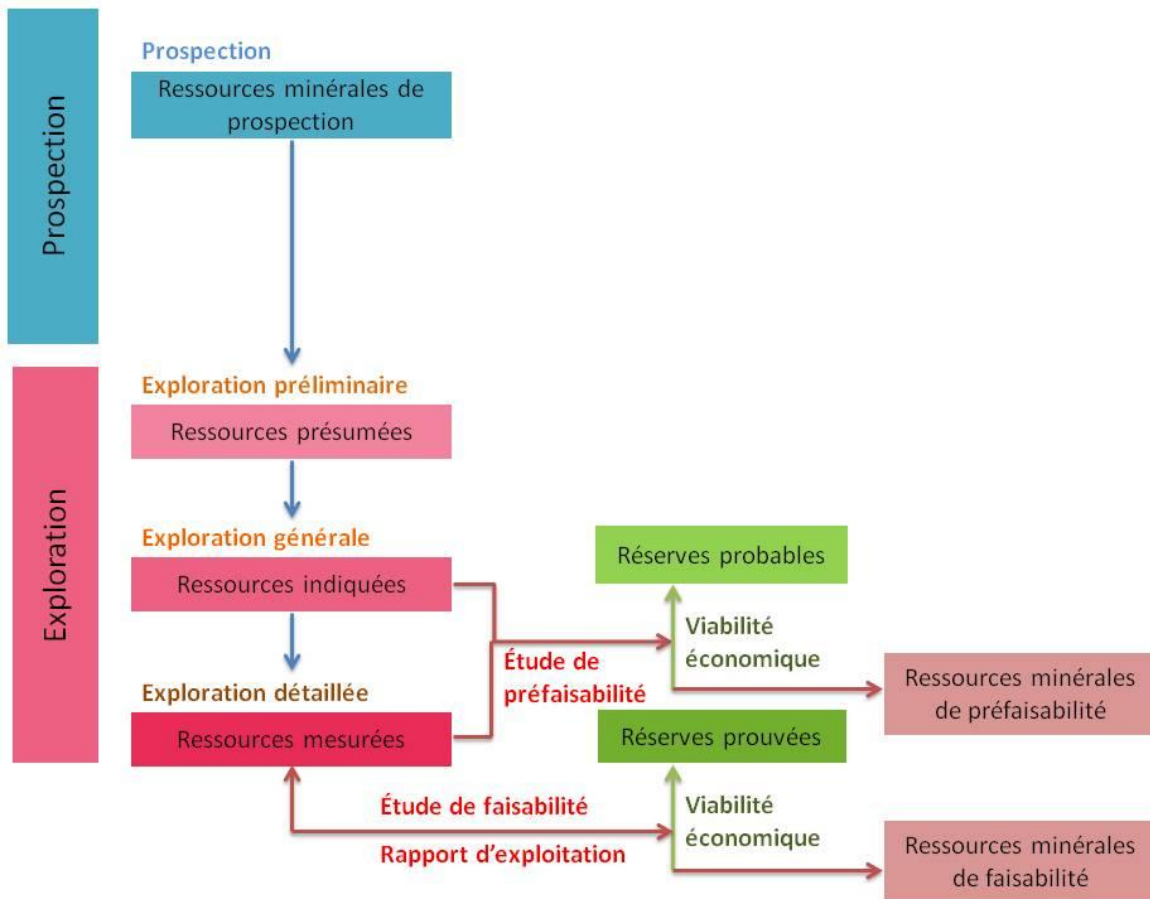


Figure I.2 : Classification nationale des ressources minérales et des réserves minières.

La figure ci-dessus résume les différentes catégories de ressources et de réserves selon la classification Algérienne, elle fait le lien avec les différentes phases d'évaluation de la faisabilité d'un projet qui seront traitées dans la partie activité minière proprement dite.

3. L'activité minière proprement dite

Cette section développe les deux étapes décisives d'un projet minier, à savoir, le développement et l'exploitation. Mais avant d'aborder ces deux étapes, il faut tout d'abord prendre connaissance des différentes phases d'évaluation de la faisabilité d'un projet minier.

3.1. Phases d'évaluation de la faisabilité d'un projet minier

a. Etude géologique

L'étude géologique permet une évaluation initiale de la viabilité économique d'un projet minier.

Cette évaluation est obtenue en définissant des valeurs seuils de la teneur, de l'épaisseur, de la profondeur et du coût estimé par rapport à des gisements comparables en exploitation.

Elle n'est cependant pas assez détaillée pour permettre de définir des catégories de viabilité économique. Les quantités estimées ne peuvent, en général qu'indiquer que le gisement présente un intérêt économique intrinsèque, c'est à dire qu'il peut être qualifié de potentiellement économique.

b. Etude de préfaisabilité

L'étude de préfaisabilité fournit une estimation préliminaire de la viabilité économique d'un gisement sur laquelle on se fonde pour entreprendre des recherches plus poussées (exploration détaillée et/ou étude de faisabilité).

Menée habituellement à la suite d'une campagne d'exploration concluante, elle résume toutes les informations géologiques, techniques, environnementales, juridiques et économiques rassemblées à ce stade sur le projet.

La marge d'erreur est variable et dépend du degré de maturation du projet, et donc de la fiabilité de certaines données comme les chiffres des réserves / ressources provenant de l'exploration générale et éventuellement de l'exploration détaillée, les résultats d'essais techniques en laboratoire et les estimations des coûts.

L'étude de préfaisabilité aborde l'ensemble des éléments que l'étude de faisabilité devra reprendre, détailler et préciser.

c. Etudes de faisabilité

Les études de faisabilité forment une série d'études de planification et de rapports d'évaluation portant sur les données géologiques, techniques, économiques, juridiques et autres concernant un projet minier. Les études de faisabilité visent à évaluer tous les aspects d'un projet, à vérifier les plans, à mesurer les risques, à préciser l'estimation des coûts et à décider si l'exploitation d'un gîte minéral peut s'avérer rentable.

Le tableau ci-dessous décrit les principales études de faisabilité.

Études de faisabilité	
Caractérisation de la géologie et des ressources	Quelle est la taille du gîte ou l'importance de la ressource? Quelle est la teneur en minéraux ou en métaux du gîte?
Planification de l'exploitation minière	Qu'est-ce qui sera extrait? Quelle sera la méthode d'exploitation (à ciel ouvert ou souterraine)? Quel sera l'équipement d'exploitation?
Essais de traitement et conception de l'usine de traitement	Quelle est la meilleure méthode pour extraire les minéraux ou les métaux de la roche encaissante? Y aura-t-il une usine de fusion?
Planification des infrastructures	Faudra-t-il construire des routes, des pistes d'atterrissage, des camps et des complexes?
Planification de la gestion des eaux et des résidus des opérations minières	Quels sont les besoins sur le plan de l'approvisionnement en eau? Quelles sont les exigences de qualité concernant l'évacuation des eaux? Comment peut-on éliminer les résidus de manière sûre?
Planification environnementale et socioéconomique	Quelles sont les principales questions abordées dans les études environnementales et socioéconomiques? Dans quelle mesure les plans tiennent-ils compte de ces questions?
Plan de fermeture et de restauration	Quelles sont les meilleures approches en matière de fermeture et de restauration?
Estimation des coûts d'exploitation	Combien d'employés faudra-t-il embaucher? Quel type et quelle quantité d'équipements et d'approvisionnements faudra-t-il pendant l'exploitation? Quels seront les coûts annuels d'exploitation?
Coûts d'investissement (capital)	Quels seront les coûts liés à la planification, à la conception, à l'obtention des permis et à la construction des installations?
Analyse financière	Quels seront les coûts des emprunts nécessaires pour aménager et exploiter la mine? Quels seront les coûts et les revenus annuels? Quels sont les profits envisagés ou les pertes prévues?

Tableau I.2 : Les études de faisabilité aux différentes étapes décisives.

Elles conduisent à la prise de décisions en matière d'investissement, et constituent un document acceptable par les banques pour obtenir le financement d'un projet.

Les données relatives aux coûts doivent être suffisamment maîtrisées. Cette maîtrise dépend notamment de la fiabilité d'informations telles que les chiffres des réserves issus de l'exploration détaillée, les résultats d'essais pilotes et le calcul des dépenses d'équipement et des frais d'exploitation à prévoir.

En général, une étude séparée d'impact environnemental est requise.

d. Rapport d'exploitation

On entend par rapport d'exploitation la documentation relative à l'état de développement et d'exploitation d'un gisement au cours de sa vie économique, y compris les plans d'exploitation en cours. Il est généralement établi par l'exploitant de la mine.

Il tient compte de la quantité et la qualité des minéraux extraits pendant la période considérée, des changements survenus dans les quantités viables économiquement, du fait de variations des prix ou des coûts, de la mise au point de techniques appropriées, de nouvelles réglementations imposées, notamment pour la protection de l'environnement, et des données relatives à l'exploration menée pendant l'exploitation.

Il décrit la situation actualisée du gisement et fournit un état détaillé, fidèle et à jour des réserves et ressources restantes.

3.2. Le développement

Le développement d'une mine (aménagement de la mine) constitue la troisième étape du cycle de la vie d'une mine. Cette étape est importante car elle consiste à déterminer la valeur potentielle d'un gîte minéral et sa rentabilité pour la société exploitante et la région ainsi qu'à construire une mine s'il y a lieu. L'aménagement d'une mine n'est entrepris que si le gisement est suffisamment grand et son exploitation assez rentable pour permettre le remboursement des coûts de construction (coûts en capital) et des coûts de production (ou d'exploitation). Divers facteurs influent sur la rentabilité d'un gisement, dont les suivants :

- emplacement de la ressource;
- type de minéral et accès à des infrastructures (routes, pistes d'atterrissage, etc.); par exemple, contrairement au plomb ou au zinc, le diamant peut être exploité de manière rentable dans une région éloignée qui compte peu d'infrastructures, en raison du prix élevé pour un faible volume de diamant;
- accessibilité de la ressource;
- volume de la ressource;
- valeur de la ressource;
- prix sur les marchés;
- distance par rapport aux marchés et aux points d'approvisionnement;
- possibilité d'exploiter la ressource de manière sûre pour l'environnement;
- réglementation;
- présence d'une main-d'œuvre qualifiée.

Le développement d'une mine comprend les activités principales suivantes :

- collecte de données techniques, environnementales et socioéconomiques additionnelles au moyen d'échantillonnages, de forages et d'essais sur le terrain, pour mieux caractériser la ressource;

- conception du plan de la mine et des infrastructures; consultations entre le gouvernement et la société minière exploitante sur le respect de la réglementation. Les sociétés minières consultent également les communautés pour connaître et satisfaire leurs besoins et leurs exigences;
- évaluation des répercussions financières, socioéconomiques et environnementales;
- obtention de permis et de licences;
- évaluation finale du projet et prise d'une décision en matière d'exploitation;
- construction de la mine et des installations connexes en vue de commencer l'exploitation.

Le développement d'une mine suit généralement les étapes suivantes :

a) Étude de faisabilité concluante ou finale

Dans le cadre d'une étude de faisabilité concluante, toutes les études de faisabilité réalisées préalablement sont examinées, ainsi que les permis, l'évaluation environnementale et l'estimation des coûts de fermeture, afin de déterminer le coût final d'un projet et de prendre une décision définitive en matière d'investissement.

b) Recherche d'un financement

Une fois que le coût final d'un projet est connu, les sociétés minières doivent trouver du financement.

Pour ce faire, elles se basent sur l'étude concluante pour démontrer aux investisseurs la faisabilité de leur projet. Les sociétés doivent emprunter de l'argent auprès des banques ou émettre des actions en bourse.

Il arrive par contre que les grandes sociétés minières s'autofinancent.

c) Décision en matière d'investissement

La décision finale d'investir, c'est-à-dire de construire une mine, est prise lorsque l'étude de faisabilité finale est terminée, que le financement est assuré et que les permis ont été obtenus. Le conseil d'administration de la société minière est chargé de décider si la construction d'une mine sera entreprise.

Bien qu'il soit difficile de croire qu'un projet ayant nécessité autant de travail, d'argent et de temps puisse ne pas se concrétiser, cela reste possible si la conjoncture est incertaine sur les marchés.

d) Travaux de construction

Les travaux de construction sont ceux qui visent l'aménagement de l'ensemble d'un site minier, soit la mine, l'usine de traitement et les infrastructures.

L'aménagement des infrastructures comprend la construction de toutes les installations nécessaires, sauf la mine et l'usine de traitement, et représente la partie d'un projet à laquelle le plus d'argent et d'emplois sont rattachés.

Les sociétés entreprennent généralement les travaux de construction une fois que toutes les exigences liées aux permis et à la réglementation ont été prises en considération. Parmi les travaux de construction figurent les suivants :

- préparation du site;
- déblaiement et préparation initiale à l'exploitation (c.-à-d. : enlèvement des morts terrains);
- construction de locaux d'hébergement;
- construction d'installations de traitement, de bureaux, ...etc.;
- aménagement de routes, de pistes d'atterrissage, de lignes de transport d'énergie et de voies ferrées;
- formation du personnel;
- installation de dispositifs de protection de l'environnement.

3.3. L'exploitation

L'exploitation d'une mine, qui représente la quatrième étape du cycle minier, consiste à produire des minéraux ayant une valeur économique, au profit des actionnaires, des divers intervenants et de la société en général. Le travail d'exploitation consiste à retirer du sol de la roche et de la terre afin d'en extraire un produit minéral dans une usine de traitement.

Il existe deux types d'exploitation : la mine souterraine et la mine à ciel ouvert.

Toute mine comporte quatre zones principales de travail consacrées respectivement à l'excavation, au traitement des minerais, au confinement des déchets et aux services auxiliaires. Les zones d'excavation sont destinées à l'extraction de la terre et de la roche contenant les minéraux. Dans l'usine de traitement, on sépare la roche contenant les matériaux vendables (minerais) de la roche inexploitable qui les entoure (stériles). Le traitement des minerais est effectué en plusieurs étapes (p. ex. concentration et lavage), au moyen de divers procédés choisis selon les propriétés physico-chimiques du minerai extrait. Certaines mines ne comportent aucune usine de traitement. Leur minerai est expédié hors du site minier pour

être traité ailleurs. Les installations de confinement des déchets contiennent les stériles et les matériaux rejetés par l'usine de traitement (résidus).

Enfin, les services auxiliaires englobent notamment les ateliers de mécanique, les laboratoires d'analyse où est déterminée la qualité du minerai, les vestiaires, les quartiers d'habitation, les entrepôts et les bureaux de l'administration.

Toute société minière se fixe des taux d'extraction et de traitement. Ces derniers visent à assurer la couverture par la vente des minéraux de tous les coûts de production. Les taux d'extraction et de traitement sont évalués dans le cadre de l'étude de faisabilité, réalisée avant l'ouverture d'une mine.

Ils ont plus précisément pour objet d'assurer une rentabilité maximale en établissant un équilibre entre les capitaux investis, la taille du corps minéralisé à exploiter et la durée de vie de la mine. Une production excessive et très rapide peut entraîner une hausse des coûts et une baisse des profits, alors qu'une production trop faible et trop lente risque de nuire à la rentabilité de la mine en raison des ventes qui se trouvent réduites. Les mines et les usines de traitement doivent être conçues pour permettre une exploitation équilibrée.

La durée de vie d'une mine peut totaliser quelques années seulement ou s'échelonner sur des décennies. Quant aux activités d'exploitation, elles peuvent être saisonnières (comme pour le cas des exploitations de sel à partir des sebkhas) ou annuelles, et l'expédition de ses produits est saisonnière lorsque la mine est difficile d'accès. L'ensemble des revenus doit au moins couvrir les dépenses d'exploration et d'aménagement.

Parmi les facteurs influant sur la durée de vie d'une mine, mentionnons les suivants :

- prix du produit minéral (demande, concurrence et prix sur le marché mondial);
- coûts et taux de production;
- qualité (teneur) et quantité de minerai permettant l'exploitation rentable du gisement;
- taille et forme du corps minéralisé à exploiter;
- rentabilité maximale des taux d'extraction;
- méthodes, équipement et coûts d'extraction;
- profondeur de la mine;
- conditions géologiques et sûreté des travaux;
- endroit où est située la mine.

En général, lorsque le prix des métaux est élevé, une roche à faible teneur devient économiquement exploitable. Par contre, lorsqu'il est faible, seule une roche dont la teneur est

élevée s'avère économiquement exploitable. Ainsi, le volume de minerai qu'il est rentable d'extraire fluctue selon les prix et les coûts.

4. La remise en état des lieux

C'est la cinquième et dernière étape du cycle de la vie d'une mine, elle consiste en des travaux de réaménagement et de sécurisation du site minier. Son objectif principal est l'atténuation des impacts des précédentes activités minières (prospection, exploration, développement et exploitation).

Cette étape sera traitée en détail dans le chapitre II : L'après mine.

Bibliographie [4] [6] [14] [15] [16]

Chapitre II : L'après mine

1. Qu'est ce que la fermeture d'une mine ?

La fermeture d'une mine est la dernière étape du cycle minier. L'exploitation d'un gisement minéral a une durée de vie limitée en raison de la nature même de cette ressource. Certains gisements sont très grands et leur exploitation peut durer plus de 50 ans, alors que d'autres ne demeurent en exploitation que quelques années seulement. Quelle que soit leur durée de vie, toutes les mines ont un élément en commun : elles finissent toutes par être fermées.

Les mines ferment pour diverses raisons. Les deux plus fréquentes sont :

- l'épuisement du minerai;
- la faiblesse du prix des minéraux ou des métaux rendant la mine non rentable.

Les délais fixés pour fermer une mine reposent sur de nombreux facteurs, dont la taille de la mine, la complexité des activités d'exploitation, les répercussions environnementales de l'exploitation et l'ampleur de l'examen imposé par la réglementation.

Mentionnons aussi le public, comme facteur, car celui-ci peut soulever des questions dont la résolution exige un certain temps.

En général, la fermeture d'une mine prend entre deux et dix ans. Toutefois, si des activités à long terme de surveillance ou de traitement sont nécessaires, le processus de fermeture peut durer des dizaines d'années.

Bien que la fermeture d'une mine représente la dernière étape du cycle de la vie d'une mine, de nos jours, sa planification commence avant l'étape de l'aménagement. La fermeture d'une mine est généralement l'une des questions des plus débattues par les gouvernements, les sociétés et le public. Les communautés sont préoccupées par ce qu'une mine laissera en héritage après son exploitation.

L'exploitation minière représente donc une utilisation temporaire des terres. Les terres perturbées par l'exploitation minière doivent constituer à nouveau des écosystèmes sains, durables et autosuffisants qui se prêtent à l'activité humaine.

2. Les activités de fermeture d'une mine

Mise hors service

On entend par la mise hors service l'arrêt définitif de l'activité minière proprement dite. Au terme de l'exploitation, la plupart des employés d'une mine sont progressivement licenciés en vue de la fermeture. Des effectifs peu nombreux demeurent en poste afin de mettre définitivement hors service toutes les installations. Le plan de fermeture de la mine indique les diverses compétences requises pour mettre l'équipement hors service et l'enlever.

Avant la mise hors service, le propriétaire d'une mine doit en informer les diverses parties concernées, dont les employés, leurs représentants, s'il y a lieu, les différentes autorités, les médias, les associations minières et tout autre intéressé.

Il doit aussi effectuer l'examen final du plan de fermeture et soumettre tout changement nécessaire à l'approbation des organismes de réglementation concernés.

Démantèlement

Le démantèlement suit la mise hors service de la mine. Il est effectué par de petites équipes qui démontent les installations et l'équipement d'extraction et de traitement. Un entrepreneur peut être chargé de cette tâche, qui comprend les activités suivantes :

- purge des équipements mobiles contenant des fluides hydrauliques et de l'huile;
- purge des conduites;
- démantèlement et récupération de l'équipement et des pièces vendables;
- nettoyage des bâtiments et récupération de leurs composants;
- récupération des matériaux, des outils et des produits consommables entreposés (p. ex. huiles et graisses) ;
- élimination adéquate de tous les déchets.

Restauration

La restauration consiste à remettre en état les terres perturbées pour leur redonner le plus fidèlement possible leurs caractéristiques antérieures.

Cette tâche est entreprise soit pendant l'exploitation de la mine (restauration progressive) ou après sa fermeture (restauration classique).

Tout site minier doit être restauré conformément à la réglementation pertinente, ce qui nécessite généralement l'exécution de nombreux travaux, dont le réaménagement du paysage, la remise en place de la terre végétale et la plantation d'herbes, d'arbres ou de couvertures végétales indigènes. La restauration doit être effectuée d'après un plan de fermeture et de restauration approuvé, lequel doit être régulièrement mis à jour par la société minière et approuvé à nouveau par l'organisme gouvernemental concerné.

Post fermeture

Des travaux liés à l'environnement se poursuivent bien après la fermeture d'une mine. Le propriétaire de la mine est obligé, conformément à ses permis ou licences, de restaurer les terres affectées et de surveiller la bonne marche de la restauration. La durée des travaux et de la surveillance postérieurs à la fermeture d'une mine dépend de leurs résultats. Des travaux d'entretien et de maintenance à long terme sont parfois requis après la fermeture de certaines mines, notamment lorsque sur les sites :

- les eaux rejetées doivent être traitées;
- les installations de confinement des résidus doivent faire périodiquement l'objet d'activités de surveillance et de maintenance;

- les techniques de restauration doivent être surveillées.

3. Plan de fermeture et de restauration d'une mine

La planification de la fermeture est entreprise au moment de la planification du projet minier.

Dans certains pays, le public étudie habituellement les plans proposés lors de consultations organisées dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet. Les sociétés minières prennent en considération leur point de vue et leurs préoccupations.

En vertu de la législation en vigueur, les propriétaires de mine sont tenus de présenter un plan de fermeture et de restauration aux autorités compétentes.

Le gouvernement doit approuver le plan initial de fermeture et de restauration avant l'aménagement d'une mine. Quant au plan final, son élaboration peut nécessiter des années d'étude et de travaux techniques détaillés. Les sociétés doivent, en outre, mettre des sommes d'argent de côté, notamment sous forme de dépôt ou de garantie, pour assurer la réalisation de tous les travaux de restauration prévus, y compris la mise hors service de la mine, sa fermeture et les activités postérieures à sa fermeture. Ces sommes, qui peuvent se chiffrer à quelques millions de dollars, dans le cas d'une petite mine, et dépasser 100 M\$, dans celui d'une grande exploitation, garantissent au gouvernement qu'il n'aura pas à payer pour la fermeture d'une mine, comme ce fut le cas par le passé, lorsqu'il devenait propriétaire d'une mine abandonnée.

Le plan de fermeture et de restauration d'une mine est toujours élaboré en fonction d'un site minier donné. La société y explique comment elle fermera le site et le remettra autant que possible dans son état antérieur à l'exploitation. Les activités de fermeture et de restauration tiennent compte des décisions prises quant à chacun des composants de la mine prévus et mis en œuvre pendant l'aménagement, par exemple :

- bâtiments et autres ouvrages;
- routes et pistes d'atterrissage;
- installations d'élimination des résidus;
- installations de gestion des stériles,
- carrières et fosses à ciel ouvert;
- installations et aires d'entreposage pour les produits pétroliers et chimiques, conduites et lignes de transport d'électricité;
- installations et aires d'élimination des eaux usées et des déchets;
- système de drainage de la mine et du site minier;
- chantiers de la mine;
- puits, galeries (voies d'accès) et descenderies;

- mesure de la qualité de l'eau, dont celle des effluents de la mine;
- recyclage de matériaux ;
- reconstitution du couvert végétal.

Le plan de fermeture et de restauration d'une mine doit également :

- indiquer comment la restauration progressive du site minier sera réalisée pendant l'exploitation de la mine;
- renseigner sur le coût estimé de la fermeture et de la restauration de la mine;
- comprendre un plan de fermeture temporaire;
- comprendre un plan de surveillance du site après la fermeture de la mine;
- garantir que le site sera laissé dans un état qui nécessitera peu ou pas d'entretien et de maintenance à long terme.

Un plan de fermeture doit être souple pour permettre l'emploi de nouvelles techniques et méthodes de protection et de réduction des risques pour l'environnement, tout en assurant la conformité aux obligations. Les meilleurs plans résultent d'une bonne communication et des consultations entre les gouvernements, les sociétés et les communautés concernés.

4. Cadre législatif et réglementation en Algérie

4.1. Règles et procédures de remise en état des sites miniers

En Algérie, l'autorité est représentée par deux agences administratives autonomes : l'ANPM chargée de l'octroi des titres miniers et l'ANGCM chargée de la surveillance et du contrôle technique et administratif de toute activité minière.

Tout demandeur d'un titre minier doit joindre à sa demande une étude d'impact de l'activité minière projetée sur l'environnement, réalisée par un bureau d'études spécialisé et agréé par l'ANGCM.

L'étude d'impact doit, outre l'appréciation des effets de l'activité minière sur l'environnement, inclure tous les aspects relatifs à la protection de l'environnement en général et notamment:

- Les conditions techniques de travail qui garantissent la stabilité et l'équilibre du milieu ambiant.
- Les mesures d'atténuation de l'impact de l'activité minière sur l'environnement.
- Les mesures retenues pour la remise en état graduelle des lieux pendant toute la durée de l'activité minière.

L'étude d'impact doit être accompagnée d'un plan de gestion environnementale, précisant et planifiant toutes les actions à réaliser.

Le plan de gestion environnementale inclut les budgets relatifs aux actions retenues pour :

- Les mesures d'atténuation de l'impact et la remise en état des lieux.
- Le suivi de la mise en œuvre de ces actions.
- Les audits environnementaux qui seront réalisés annuellement.

Trois mois avant l'arrêt définitif des travaux d'exploitation, le titulaire d'un titre minier ou d'une autorisation est tenu de faire une déclaration de fermeture auprès de l'ANGCM.

Dans le cadre de cette déclaration, un dossier préliminaire de fermeture doit y être joint, traitant les volets : administratif, juridique, financier, sécuritaire et technique. L'ANGCM se charge du traitement de ce dossier et d'adresser une notification d'acceptation au titulaire de titre minier en y incluant les insuffisances potentielles constatées. L'exécution des mesures préliminaires de protection et de sécurité se fait immédiatement après le dépôt de la déclaration de fermeture.

Dans les trois mois qui suivent l'arrêt définitif des travaux d'exploitation, le titulaire du titre minier doit transmettre à l'ANGCM le dossier final de fermeture.

4.2.Provision pour la remise en état des lieux

Les entreprises minières sont tenues de constituer annuellement une provision pour la remise en état des lieux. Le taux de cette provision est fixé en Algérie à 0,5% du chiffre d'affaires annuel hors taxe. Cette provision doit être placée dans un compte de consignation, compte-séquestre, productif d'intérêts, ouvert auprès du Trésor au nom de l'entreprise. Le montant de cette provision et les intérêts produits serviront exclusivement à financer les travaux de remise en état des lieux après exploitation. L'ANGCM est chargée de contrôler la régularité de la constitution de cette provision et de son utilisation.

En fin d'exploitation et après remise totale en état des lieux, le reliquat de la provision est réintégré au résultat imposable de l'entreprise. Dans le cas où le montant de la provision constituée, majoré des intérêts produits, s'avère insuffisant pour couvrir la totalité des frais de remise en état des lieux, l'entreprise est tenue d'y pourvoir, avant de désintéresser tout créancier.

La méthode de remise en état des lieux graduelle, coordonnée avec l'exploitation doit être privilégiée si aucune raison technique objective ne s'y oppose.

5. Répercussions environnementales et sociales de l'activité minière

5.1. Répercussions environnementales

a) Impact des travaux miniers sur l'eau

La relation entre l'eau et les travaux miniers résulte des interactions entre les excavations et le cycle continental de l'eau qui concerne à la fois les eaux souterraines et de surface. Ces interactions peuvent être fortes et conduire à de profondes modifications de la morphologie et de la structure des bassins versants superficiels et souterrains avec d'éventuelles repercussions sur les écoulements d'eau qui y transitent. Ces modifications s'exercent pendant la phase d'exploitation des mines mais présentent le plus souvent un caractère irréversible après cessation de l'activité.

Le dénoyage des zones minéralisées constitue l'impact majeur de l'exploitation minière sur le plan hydrologique. Ses effets sont divers selon la configuration de l'exploitation (souterraine ou à ciel ouvert).

Le cas d'une exploitation souterraine est illustré dans la figure II.1 :

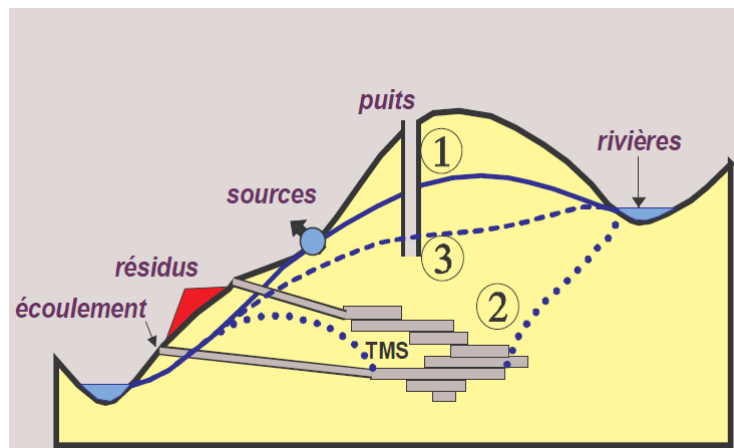


Figure II.1 : Impact des travaux miniers souterrains sur l'hydrodynamique pendant et après l'exploitation.

(1) Niveau hydrostatique avant l'exploitation, (2) Pendant l'exploitation, (3) Après l'exploitation.

Le pompage d'exhaure a d'abord pour résultat un rabattement du niveau de la nappe (2) qui peut entraîner à son tour l'assèchement de certains puits, le tarissement de sources proches, mais également une modification du débit des cours d'eau.

À l'issue de la période d'exploitation, l'arrêt de l'exhaure conduit à l'envoyage des travaux et à la remontée du niveau hydrostatique. Un drainage naturel des anciens travaux s'établit alors, généralement par les points bas des ouvrages débouchant au jour.

Les travaux abandonnés, même lorsqu'ils ont été soigneusement remblayés, constituent généralement un milieu beaucoup plus perméable que l'encaissant lui-même. Ils forment ainsi « un court-circuit hydraulique » local. De ce fait, le niveau hydrostatique, dans les environs de l'ancienne exploitation, ne retrouve jamais parfaitement sa position initiale (3).

Dans le cas des mines à ciel ouvert, l'impact concerne en premier lieu les écoulements de surface dans la mesure où la topographie se trouve fortement perturbée. Lorsque l'excavation est suffisamment profonde pour atteindre la nappe phréatique, le réservoir aquifère fait l'objet de pompage d'exhaure qui rabat la surface piézométrique. Après arrêt de l'exploitation, la fosse se trouve le plus souvent partiellement remblayée. La remontée du niveau de la nappe due à l'arrêt des pompages donne lieu à l'apparition d'un plan d'eau si ce niveau dépasse celui du fond de la fosse ou recouvre tout ou une partie des remblais. Ce plan d'eau peut ou non présenter un débordement apparent.

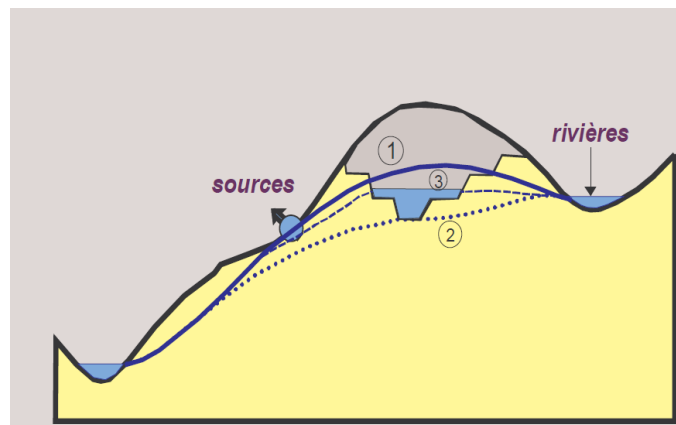


Figure II.2 : impact des travaux miniers à ciel ouvert sur l'hydrodynamique pendant et après l'exploitation.

(1) Niveau hydrostatique avant l'exploitation, (2) Pendant l'exploitation, (3) Après l'exploitation.

Il apparaît donc que le premier impact des exploitations, pendant et après leur période d'activité, concerne l'hydrodynamique. L'autre aspect essentiel de cet impact concerne l'hydrochimie. Sa cause primordiale résulte du fait que le développement des travaux miniers contribue à introduire, dans le milieu souterrain, l'air de la surface. Les conditions superficielles agressives vis-à-vis des matériaux géologiques sont ainsi créées artificiellement en profondeur. La qualité des eaux de mine résulte donc de l'interaction entre des flux d'eau d'origines diverses (infiltrations d'origine météorique, eaux souterraines), l'air atmosphérique et les matériaux géologiques constituant le gisement et son encaissant.

Modification des circulations souterraines en rapport avec les vides miniers

La perturbation durable du milieu souterrain par les travaux miniers porte sur plusieurs facteurs :

- L'augmentation du stock d'eau en profondeur par création d'un réservoir minier noyé. Ce réservoir peut constituer une ressource en eau si la qualité est satisfaisante ; il peut aussi constituer une nuisance ou même un danger potentiel si la situation topographique induit un débordement en surface, ou encore laisse craindre une vidange brutale.
- La modification des flux d'eau souterraine par augmentation de la perméabilité et création de chemins d'écoulement préférentiels. Cette modification peut aller dans le sens d'une diminution ou d'une augmentation en fonction du contexte et s'exercer parfois jusqu'à grande distance des travaux miniers lorsque la configuration du système aquifères le permet. Il n'est ainsi pas rare que des forages d'alimentation en eau potable soient influencés à plusieurs kilomètres d'une exploitation minière.

Ce type de perturbation peut évoluer dans le temps, parfois de manière très intense, spécialement dans un contexte où les roches sont particulièrement solubles, (roches salifères principalement et gypse dans une moindre mesure). L'évolution des réseaux karstiques notamment sous l'effet d'eaux acides, peut également donner lieu à des perturbations hydrogéologiques dans le long terme

Modifications des circulations superficielles

La perturbation durable du milieu superficielle est pour une part due au remodelage de la topographie induite par les excavations résiduelles, les terrassements divers, les dépôts de stériles et de résidus ainsi que les anciens bassins de décantation. Les affaissements miniers déjà exprimés ou à venir peuvent également jouer un rôle non négligeable.

Le régime des cours d'eau peut également se trouver modifié par le nouveau schéma de circulation des eaux résultant de l'arrêt des pompes d'exhaure.

b) Impact des travaux miniers sur les massifs rocheux / sols

L'exploitation minière consiste à extraire de grandes quantités de matériaux. Ces excavations, souterraines ou à ciel ouvert, modifient de manière irréversible le massif rocheux où se trouvait le minerai. Le devenir à long terme de ces excavations doit ainsi être analysé avec le plus grand soin car elles peuvent être à l'origine de mouvements de terrains d'amplitude et de dangerosité très variable.

Parallèlement, l'exploitation s'accompagne de l'édification d'ouvrages de dépôts de stérile et résidus de traitement susceptible d'évoluer dans le temps.

- En souterrain

Une grande diversité de méthodes d'exploitation est utilisée selon la nature du gisement et l'évolution des techniques. Du point de vue des risques résiduels de mouvements de terrains après la fermeture de l'exploitation, on peut distinguer deux grands types de méthodes : les exploitations assurant un traitement intégrale des vides après extraction et celles permettant la persistance de vides résiduels important à la fermeture des travaux.

Dans les exploitations assurant un traitement intégral des vides (tailles et dépilage), l'éboulement ou le remblayage des cavités se fait pendant l'exploitation. Il ne subsiste donc, après fermeture, que l'évolution possible des terrains remaniés par le foudroyage (affaissement résiduel, tassement) ainsi que quelques vides liés aux galeries d'infrastructure pouvant donner naissance à des effondrements localisés.

Dans les exploitations permettant la persistance de vides résiduels importants (chambres et piliers, chambres vides, cavités de dissolution), la stabilité des anciens travaux peut être remise en cause par la fatigue ou le vieillissement des matériaux ou par les modifications de l'environnement des édifices souterrains. En particulier, certains matériaux comme le sel sont très sensibles à la circulation de l'eau. Du fait de la persistance de vides importants, ces exploitations peuvent être, en plus des phénomènes relevés pour les exploitations assurant un traitement intégral des vides, à l'origine d'affaissements importants ou même d'effondrements généralisés. Dans les deux cas, plus la profondeur de l'exploitation est élevée plus les effets seront minimisés en surface.

L'extension des zones d'instabilité potentielle dépend de la configuration du gisement. Ainsi, les exploitations filoniennes fortement pentées sont moins susceptibles de produire des désordres s'étendant sur de grandes superficies que les exploitations en plateaux à faible ou moyenne profondeur s'étant développés au sein de vastes bassins sédimentaires.

- *A ciel ouvert*

Lorsque la profondeur du gisement et le contexte géologique le permettent, les mineurs privilégient l'exploitation du minerai à ciel ouvert afin de récupérer l'intégralité du minerai, de limiter et de simplifier les travaux d'infrastructure (pas de ventilation, pas d'éclairage, pas de soutènement et une gestion de l'eau facilitée) et de réduire, par la même, les coûts d'exploitation.

Les travaux consistent à créer de larges fosses, parfois après découverte d'une épaisseur importante de terrains superficiels (d'où le nom de « découverte »), au sein desquelles on extrait le minerai.

Le choix de la méthode d'exploitation, à savoir le dimensionnement de la géométrie des flancs résultent d'une optimisation entre la rentabilité économique (limiter le volume de stériles de couverture à déblayée) et la stabilité de l'ouvrage minier (éviter les flancs trop pentues favorables aux ruptures).

Un découpage des talus assurant la stabilité des flancs est établi en s'appuyant sur des analyses géotechniques très poussées prenant en compte les caractéristiques géomécaniques de la matrice rocheuse et celle des hétérogénéités majeurs découpant le massif (failles, joint stratigraphique...).

Sous l'effet du temps et de l'eau, il est fréquent que ces fronts rocheux subissent des instabilités qui peuvent aller de simple chute de pierre à la déstabilisation massive d'un front de talus. La nature du massif rocheux encaissant joue également un rôle prépondérant sur la genèse des éventuelles instabilités. On différenciera ainsi les fosses creusées au sein de

massifs de roches dures (sujettes aux phénomènes d'écroulement rocheux) de celles creusées au sein de massifs de roches tendres (sensibles au phénomène de ravinements, de glissement et plus rarement de coulées).

- *Les ouvrages de dépôts*

L'exploitation des mines, souterraines ou à ciel ouvert, entraîne souvent la constitution de volumineux dépôt de résidus miniers à proximité des sites d'extraction. On différenciera deux grands types de résidus en fonction principalement de leur nature et de leur condition de mise en dépôt.

Les résidus d'exploitation et /ou de recherche, également appelés stériles, sont essentiellement constitués de matériaux granulaires mis en dépôt par voie sèche.

Une fois amassés, ces résidus constituent des tas de déblais communément appelés terrils, haldes ou verses, suivant la forme du dépôt et la terminologie régionale.

Les résidus de traitement (tailings), à l'aval de la chaîne de transformation, constitués de matières solides fine et d'eau qui se présente le plus souvent sous forme d'une pulpe recueillis à l'extrémité de la chaîne de traitement, lorsque toute les opérations ont été mises en œuvre pour séparer les minéraux valorisable du matériau extrait (concassage, lavage, triage, flottation...).

La rupture ou la déformation des ouvrages de dépôt résulte généralement de l'évolution défavorable d'un ou plusieurs facteurs gouvernant le comportement mécanique des déblais ou résidus. Les désordres les plus caractéristiques susceptibles d'affecter ces ouvrages sont, par ordre d'intensité croissante : les mouvements superficiels (ravinements, glissements pelliculaires), les glissements profonds et les coulées.

Il est ainsi possible de déterminé pour chaque type d'ouvrage minier (en souterrain, à ciel ouvert ou dépôt de stériles), les principaux phénomènes d'instabilité susceptibles d'affecter les terrains de surface situés dans son emprise. Le tableau ci-dessous permet de recenser l'ensemble des ouvrages susceptibles de donner naissance à un type de désordre donné.

Ouvrage Minier	Tassement	Affaissement	Effondrement localisé	Effondrement généralisé	Glissements superficiels ou profonds	Coulées (liquéfaction)	Chutes de pierres, écoulements
Ouvrages souterrains							
Exploitation totale profonde	X	X	X				
Exploitation partielle	X	X	X	X			
Exploitation filonienne	X	X	X				
Exploitation saline par cavités de dissolution		X		X			
Anciens travaux en combustion		X	X				
Ouvrages miniers débouchant au jour (puits, galeries...)	X	X	X				
Zones d'affleurement (anciens grattages)	X	X	X				X
Ouvrages à ciel ouvert							
Fosses remblayées	X		X				
Fosses non remblayées en roche dure							X
Fosses non remblayées en roche tendre					X	X	
Ouvrages de dépôt							
Terrils, verses, dépôts de stériles, digues	X		X		X	X	X
Bassins de décantation / rétention de matériaux fins avec ou sans digue	X				X	X	

Tableau II.1 : récapitulatif des principaux désordres susceptibles de se développer à l'aplomb d'ouvrages miniers.

c) Impact des travaux miniers sur l'air

Les émissions atmosphériques se produisent à chaque étape du cycle de la mine, mais surtout pendant l'exploration, le développement, la construction et les activités opérationnelles. Les

opérations minières mobilisent de grandes quantités de matières, et des déchets de piles contenant des particules de petite taille qui sont facilement dispersées par le vent. Les plus importantes sources de pollution atmosphérique dans les opérations minières sont:

- Les particules de matières transportées par le vent, à la suite de fouilles d'abattages par explosion, de transport de matériaux, de l'érosion par le vent (plus fréquente dans les mines à ciel ouvert), des poussières fugitives provenant des installations de résidus, des stations de culbutage, des décharges de résidus et des routes de pénétration. Les émissions de gaz d'échappement provenant de sources mobiles (voitures, camions, équipements lourds) augmentent ces niveaux de particules;
- Les émissions de gaz provenant de la combustion de carburants dans des sources fixes et mobiles, explosions et traitement des minéraux.

Dès que les polluants pénètrent dans l'atmosphère, ils subissent des changements physiques et chimiques avant d'atteindre un récepteur (Figure II.3). Ces polluants peuvent provoquer des effets graves sur la santé humaine et sur l'environnement.

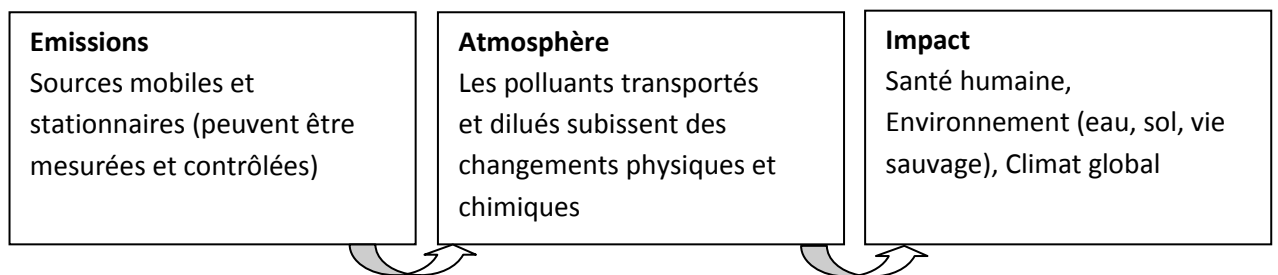


Figure II.3 : Récepteurs des polluants émis dans l'atmosphère.

Les grandes exploitations minières ont le potentiel de contribuer de manière significative à la pollution atmosphérique, en particulier dans la phase d'opération. Toutes les activités, pendant l'extraction de minerai, le traitement, la manutention et le transport dépendent des équipements, des générateurs, des processus et des matériels qui génèrent de dangereux polluants atmosphériques tels que les matières sous forme de particules, les métaux lourds, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote

En considérant la subdivision faite par l'industrie minière canadienne, le tableau ci-dessous décrit brièvement et, d'une façon générale, les activités-clés de chacune des étapes de l'activité minière et ses principaux impacts potentiels sur le milieu naturel.

Etape de l'activité minière	Les activités clés	Impact potentiel sur l'environnement
1) Exploration	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche de données • Prospection • Levés géochimiques et géophysiques • Evaluation des réserves géologiques • Forages et tranchées • Démarches pour l'obtention d'une concession minière 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact nul ou faible • Coupe d'arbres et dégagement du couvert végétal • Pollution sonore par la machinerie utilisée • Décharge de contaminants : huiles et eaux utilisées en vue du fonctionnement de la machinerie
2) Développement de la mine	<ul style="list-style-type: none"> • Etude de faisabilité et projet d'ingénierie • Installation des infrastructures • Construction de bâtiments • Construction de routes d'accès • Construction de la mine et pré-production 	<ul style="list-style-type: none"> • Coupe de forêts • Impact sur la faune et la flore • Altération du milieu physique : morphologie locale • Détournement de cours d'eau • Abaissement localisé de la nappe phréatique
3a) Production : exploitation minière et traitement du minerai	<ul style="list-style-type: none"> • Extraction, broyage et concassage du minerai • Choix de site pour la disposition des stériles • Flottation et concentration chimique du minerai • Transport du minerai ou des concentrés • Disposition des résidus et des déchets : choix du site, conception, construction et exploitation du parc à résidus miniers • Rapport annuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution de l'air : poussière, radioactivité, etc. • Pollution sonore • Empilement des stériles miniers • Génération et disposition des résidus miniers • Aliénation du sol comme résultat des haldes à stériles et des dépôts de résidus miniers • Contamination d'eaux de surfaces et souterraines par le drainage minier acide, les métaux lourds et d'autres contaminants • Décharge des effluents – transport et sédimentation de résidus en suspension : érosion des lacs et cours d'eau
3b) Production : Métallurgie fonderie et raffinage	<ul style="list-style-type: none"> • Minerai concentré soumis à de hautes températures afin de former les lingots, bars de métal pur ou alliage 	<ul style="list-style-type: none"> • Décharge de contaminants dans l'air, en incluant les métaux lourds, les produits organiques et SO₂ • Impacts indirects, résultat de la consommation d'énergie • Aliénation du sol par les dépôts de scorie
4) Fermeture de la mine Gestion des déchets, résidus et effluents	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt des opérations • Réhabilitation et restauration du site • Traitement des effluents et des résidus à court, moyen et long terme • Suivi de la gestion environnementale 	<ul style="list-style-type: none"> • Paysage aride • Décharge continue de contaminant dans l'eau souterraine et l'eau de surface (métaux lourds et drainage minier acide) • Eaux contaminées • Faune et flore affectées ou disparues du site • Aliénation du sol • Contamination des plantes et légumes mis sur le site par l'absorption des métaux lourds, par le drainage acide et

		parfois la radioactivité
5) Suivi après la fermeture	<ul style="list-style-type: none"> • Abandon du site • Vérification de la stabilité géotechnique de certains sites à proximité des habitations et des constructions • Fermeture des parcs à résidus minier • Cessation des activités de gestion environnementale • Suivi et contrôle dans le futur 	

Tableau II.2 : Impacts potentiels sur l'environnement pendant chaque étape de l'activité minière.

5.2. Répercussions sociales

Les impacts sociaux des grands projets miniers sont controversés et complexes. Le développement des minéraux peut créer des richesses, mais il peut également provoquer des perturbations considérables. Les projets miniers contribuent à la création d'emplois, des routes, des écoles et augmentent la demande de biens et de services dans les régions éloignées et pauvres, mais les avantages et les conséquences peuvent être inégalement partagés. Si les communautés estiment qu'elles sont injustement traitées ou insuffisamment compensées, les projets miniers peuvent conduire à des tensions sociales et à des conflits violents.

Les EIE peuvent sous-estimer ou même ignorer les impacts des projets miniers sur les populations locales. Les communautés se sentent particulièrement vulnérables, lorsque les liens avec les autorités et d'autres secteurs de l'économie sont faibles, ou lorsque les impacts environnementaux des mines (pollution du sol, de l'air et de l'eau) affectent la subsistance et les moyens d'existence des populations locales.

Les différences de pouvoir peuvent laisser un sentiment d'impuissance lorsque les collectivités affrontent le potentiel de changement imposé par de grandes et puissantes entreprises. Le processus EIE doit appliquer des mécanismes permettant aux communautés locales de jouer un rôle efficace dans la prise de décision. Les activités minières doivent s'assurer que les droits fondamentaux de l'individu et les communautés affectées sont respectés. Ceux-ci doivent inclure le droit de contrôler et d'utiliser des terres; le droit d'accès à l'eau potable, et à un environnement sûr; le droit d'être protégés de l'intimidation et de la violence; et le droit d'être équitablement indemnisé pour les pertes subies.

Selon l'Institut international pour l'Environnement et le Développement: *“Le déplacement des communautés établies est une cause importante de ressentiment et de conflits associés aux grands développements miniers. Des communautés entières peuvent être déracinées et contraintes de s'établir ailleurs, souvent dans des colonies construites à cet effet et pas nécessairement de leur propre choix. En plus de perdre leurs maisons, les communautés peuvent également perdre leurs terres et donc leurs moyens de subsistance. Les institutions*

communautaires et les relations de pouvoir peuvent également être perturbées. Les communautés déplacées sont souvent relogées dans des zones sans ressources adéquates ou sont laissées près de la mine, où elles peuvent subir le poids de la pollution et de la contamination. La réinstallation forcée peut être particulièrement désastreuse pour les communautés autochtones qui ont tissé des liens culturels et spirituels étroits avec les terres de leurs ancêtres et qui peuvent avoir des difficultés à survivre lorsque ces liens sont rompus.”

6. Surveillance et évaluation environnementale

6.1. Plans de surveillance environnementale

Les programmes de surveillance servent à évaluer l'efficacité des mesures de remise en état et d'atténuation après la fermeture d'un site, ainsi qu'à déterminer les mesures correctives à prendre, s'il y a lieu. Les sociétés minières, de concert avec les gouvernements, doivent élaborer un programme de surveillance environnementale visant le respect de la réglementation et des exigences préalables à l'approbation réglementaire. Dans le cas de certains sites, un comité comprenant des représentants des gouvernements, des sociétés minières et des communautés concernées est formé afin d'évaluer les progrès. Le programme de surveillance vise toutes les étapes du cycle minier.

Pendant l'aménagement et l'exploitation d'une mine, la société exploitante surveille les répercussions des activités sur l'eau, la faune et l'air et en informe les organismes de réglementation.

Les programmes de surveillance mis en œuvre pendant et après l'exploitation et la fermeture d'une mine évaluent :

- l'exactitude de l'évaluation environnementale;
- toute répercussion environnementale imprévue;
- l'efficacité des mesures d'atténuation.

De plus, ils encadrent les modifications apportées aux programmes de gestion environnementale afin de gérer les changements et les répercussions imprévus.

La durée de la période de surveillance est évaluée et confirmée à la fermeture d'une mine. Elle est déterminée d'après les répercussions et les risques environnementaux possibles. Lorsque l'entretien et la maintenance d'un site minier doivent être faits à long terme, la société minière concernée demeure responsable du site, ainsi que de l'exécution des travaux de restauration résultant de répercussions environnementales survenues après la fermeture du site. La période de surveillance peut être prolongée, afin de s'assurer que les objectifs de restauration sont atteints.

6.2. Processus d'évaluation environnemental

- Evaluation préliminaire ou initiale

L'évaluation environnementale est un processus qui débute avec la conception du projet. Dans le cadre de l'étude de préféabilité de son projet, le promoteur procède à une analyse préliminaire des questions environnementales liées au projet afin de s'assurer que tous les travaux de planification tiennent compte de l'environnement avant la prise de toute décision irrévocable. Cette analyse comprend la détermination des questions environnementales et la comparaison avec des alternatives qui répondent aux objectifs du projet, s'il y a lieu.

- Evaluation principale

La prise de connaissance de l'évaluation préliminaire permet de déterminer la portée et l'envergure de l'étude d'impact. Dans plusieurs pays, cette tâche s'accomplit par collaboration entre le promoteur et les intervenants gouvernementaux.

L'évaluation principale porte sur tous les travaux et toutes les activités proposées dans le cadre du projet. Cela comprend tous les aspects pertinents de la construction, de l'exploitation, de la désaffectation ou de l'abandon du projet. L'envergure du projet inclue les alternatives encore envisagées pour le projet.

L'évaluation principale se fait par collecte d'information (recherche documentaire, inventaires, enquêtes, entrevues, etc.) et analyse des données.

- Etude d'impact environnementale

L'étude d'impact est un outil de planification et de décision, c'est un document qui sera lu par plusieurs intervenants ayant des préoccupations et des connaissances totalement différentes. Ce document doit être écrit pour que tout lecteur y trouve l'information qu'il y recherche. Il doit satisfaire entre autre, le scientifique, le politicien et le paysan avoisinants le projet. La présentation des informations doit être complète.

L'étude d'impact, selon l'envergure du projet, doit comprendre des informations sur :

- la situation administrative du projet ;
- l'état initial du site et de ses alentours ;
- la description du projet ;
- les modifications que le projet peut engendrer sur l'environnement naturel ;
- les mesures prises pour minimiser les modifications délétères pour l'environnement, et réduire les risques d'accidents environnementaux (y compris les travaux de remise en état des lieux) ;
- les mesures mises en place pour vérifier les prévisions de l'étude d'impact et l'application des mesures d'atténuation.

6.3. Méthodologie d'évaluation environnementale

L'analyse de l'impact environnemental consiste à déterminer la nature, l'intensité, l'étendue et la durée de tous les impacts qu'un projet minier risque d'engendrer. Cette prévision des impacts doit rester la plus factuelle possible.

L'information sur la description du projet, les zones d'impact et l'environnement touché, permet de faire l'évaluation qui se fait généralement en trois étapes :

- ✓ Détermination des composantes environnementales qui seront ou pourront être affectées par le projet.
- ✓ Détermination de la méthodologie.
- ✓ Prévision des effets environnementaux.

Il existe plusieurs techniques pour évaluer les impacts. La méthodologie est déterminée en fonction de la complexité du projet et d'après la nature de l'environnement touché. Le choix revient au promoteur lequel peut valider sa méthodologie choisie avec les intervenants gouvernementaux.

Parmi ces méthodes, on cite:

- Les listes de contrôle ;
- Les matrices.
- Les listes de contrôle

Les listes de contrôle sont basées sur un ensemble de facteurs spéciaux biophysiques, sociaux et économiques qui peuvent être affectés par un projet.

Les listes de contrôle sont faciles à utiliser et se retrouvent dans presque toutes les EIE. Elles ne comprennent pas généralement les liens de cause à effet directs aux activités du projet.

- Les matrices

Une matrice est une table quadrillée qui permet d'identifier l'interaction entre les activités de projet (affichées sur un axe) et des caractéristiques environnementales (affichées sur l'autre axe). Les interactions entre les activités environnementales peuvent figurer dans les cellules appropriées ou les points d'intersection dans la grille. Les matrices organisent et quantifient les interactions entre les activités humaines et les ressources critiques. Une fois les données numériques obtenues, les matrices combinent les valeurs pour obtenir l'ampleur et le poids ou l'importance dans les cellules individuelles pour évaluer les multiples actions sur les ressources individuelles, les écosystèmes et les communautés humaines.

Les matrices ont des valeurs pour "la magnitude" et "l'importance". La magnitude se réfère à l'extension ou l'échelle tandis que l'importance est liée à la signification des conséquences potentielles d'un impact prévu. Généralement, les matrices représentent la magnitude et

Chapitre II : L'après mine

l'importance sur une échelle de 1 à 10, avec le nombre 10 représentant la valeur la plus élevée.

Les matrices simples indiquent seulement qu'un impact est prévu tandis que les matrices plus complexes donnent des estimations de l'intensité et de l'importance des impacts.

Exemple d'une matrice interrelation :

Composante du projet	Composante environnementale et socio-economique															
	Air	Climat	Bruit	Eau de surface	Eau souterraine	Sols	Végétation	Faune terrestre	Vie aquatique	Paysage	Utilisation du territoire	Déchets à éliminer	Démographie locale	Traditions culturelles	Activités économiques	Archéologie
Construction																
Préparation du site	√		√	√		√	√	√		√	√	√			√	√
Accès (routes et corridor d'approvisionnement)	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√		√	√	
Préparation de la fosse d'exploitation	√		√	√	√										√	√
Usine de traitement du minerai			√									√			√	
Campement			√									√			√	
Alimentation en eau			√	√	√				√						√	
Alimentation en énergie			√			√									√	
Parc à résidus	√		√	√		√		√	√						√	
Approvisionnement (circulation locale)	√	√	√					√					√	√	√	
Main d'œuvre														√	√	
Utilisation de biens et services															√	
Opération																
Fosse d'exploitation	√	√	√	√	√			√				√			√	
Piles de stériles				√	√	√				√					√	
Usine de traitement du minerai	√	√	√	√		√						√			√	
Parc à résidus	√	√		√	√							√			√	
Parc de véhicule (utilisation et entretien)	√	√	√			√									√	
Approvisionnement (circulation locale)	√										√	√		√	√	
Utilisation d'eau industrielle				√	√	√		√								
Utilisation d'eau potable				√	√											
Consommation d'énergie	√	√														
Campement			√				√	√	√		√	√	√	√	√	
Main d'œuvre													√	√	√	
Utilisation de bien et services														√	√	
Post-Opération																
Fermeture de la mine et de l'usine	√	√	√	√	√			√		√	√				√	
Démantèlement des infrastructures	√		√			√				√	√	√			√	
Sécurisation des ouvertures											√				√	
Remise en état du terrain	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√				√	
Elimination des déchets	√				√							√			√	
Main-d'œuvre													√	√	√	
Bien et services														√	√	

Tableau II.3 : Exemple de matrice interrelation.

Quelque soit la méthode choisie, il faut évaluer chacune des composantes du projet ayant ou pouvant avoir une interrelation avec le milieu récepteur. L'évaluation se fera pour chacune

des composantes du milieu récepteur affectées ou potentiellement affectées. Pour les éléments du projet, où il y a un choix d'alternatives, l'évaluation se fera pour chaque alternative encore plausible après l'évaluation semi-quantitative.

Suite à l'évaluation, les impacts sont classés selon leur importance. Le nombre et les caractéristiques des classes peuvent varier. Il faut bien définir les caractéristiques de chacune des classes. En général, on distingue les impacts non significatifs, faibles, moyens et forts.

Bibliographie [3] [7] [9] [12] [14] [15]

Chapitre III :
Généralités et notions essentielles
sur les bases de données

1. Qu'est ce qu'une base de donnée ?

Une base de donnée est un terme souvent utilisé pour désigner n'importe quel ensemble de données, or il s'agit là d'un abus de langage. C'est en fait un ensemble de données modélisant les objets d'une partie du monde réel et servant de support à une application informatique. Les données qui y sont contenues doivent posséder un lien entre elles. En effet, des données choisies au hasard ne constitueraient certainement pas une base de données.

La création d'une base de données vise un but précis : elle doit permettre de retrouver de l'information par son contenu en se fondant sur des critères de recherche.

En résumé, on définit une base de données comme l'ensemble des données stockées. Pour les manipuler, on utilise généralement un système spécialisé appelé SGBD (*Système de Gestion de Bases de Données*).

Les bases de données reposent sur des théories solides et sont à l'origine d'une des plus importantes disciplines de l'informatique : l'ingénierie des systèmes d'information.

2. Qualité des données

Afin d'assurer un bon fonctionnement, il faut s'assurer que les données contenues dans la base sont de « bonne qualité ».

Pour définir la qualité des données de nombreux critères peuvent être pris en compte, on peut citer parmi les principaux :

- la cohérence des données contenues dans la base ;
- l'absence de redondance.

La cohérence des données est fondamentale ; elle nécessite une réflexion préalable sur la normalisation du contenu des champs. Par exemple, un champ contenant la qualité d'une personne (Monsieur, Madame ou Mademoiselle). Si l'on trouve dans ce champ 'Mr' à la place de 'Monsieur', il est clair que les recherches sur ce champ par le contenu 'Monsieur' risquent d'être erronées. Dans ce cas, les informations seraient moins nombreuses que celles obtenues avec le contenu correct. On qualifie cet état de fait de « silence », qui signifie que certains résultats pertinents sont ignorés lors d'une interrogation.

Dans un autre cas, si l'on saisit 'Mme' pour 'Madame' et 'Melle' pour 'Mademoiselle', et qu'il y ait eu par erreur plusieurs saisies de 'Mme' alors qu'il s'agissait d'une demoiselle, la recherche par le contenu 'Mme' donne cette fois plus de résultats qu'il n'y a réellement de dames. On qualifie cet état de fait de « bruit », qui signifie que certains résultats non pertinents sont retournés lors d'une interrogation.

La redondance est parfois plus délicate à identifier. Si l'on considère le cas très simple d'un carnet de localisation de gisements qui contiendrait en même temps le code de la wilaya et le nom de la wilaya comme représenté dans le tableau III.1, elle est ici évidente.

Nom Gisement	Wilaya	Code wilaya
Baryte	Khenchela	40
Zinc	Tlemcen	13
Or	Tamanrasset	11
Plomb	Khanchela	40
Fer	Tlemcen	13

Tableau III.1 : Exemple de redondance d'information.

On remarque que l'on stocke plusieurs fois la même association d'information (par exemple, Tlemcen et 13), ce qui consomme de la place inutilement et peut devenir significatif lorsque la base atteint quelques millions d'enregistrements. De plus il existe des incohérences dans la saisie du nom de la ville 'Khenchela'. La recherche par le nom 'Khenchela' ne donnera pas le même résultat que la recherche par le code '40'.

3. Système de gestion de base de données (SGBD)

Un SGBD (en anglais *DBMS : database management system*) est un outil informatique permettant la mise en forme, la sauvegarde, l'interrogation et la recherche de données. Ce sont là les fonctions premières d'un SGBD, complétées par des fonctions souvent plus complexes, destinées par exemple à assurer le partage des données entre plusieurs utilisateurs simultanément mais aussi à protéger les données contre tout incident et à obtenir des performances acceptables.

4. Objectifs d'un SGBD

Les principaux objectifs d'un SGBD sont :

- Décrire les données indépendamment des applications (de manière intrinsèque) à l'aide d'un langage de description des données (LDD) qui permet d'agir sur la structure de la base de données (ajout, suppression et modification) ;
- Manipuler les données, c'est-à-dire, interroger et mettre à jour les données à l'aide d'un langage de manipulation de données (LMD) ;
- Contrôler les données en vérifiant les contraintes d'intégrité et la confidentialité ;
- Partager la base de données entre plusieurs utilisateurs en même temps ;
- Sécuriser la base de données (reprise après panne, journalisation) ;
- Indépendance physique, masquer la représentation interne des données ainsi que les méthodes système d'accès aux utilisateurs ;
- Indépendance logique, la modification du schéma conceptuel des données sans remettre en cause les mécanismes de stockage et de manipulation internes des données.

5. L'architecture ANSI/SPARC

Afin de concevoir et d'organiser les fonctionnalités des SGBD, il existe un modèle théorique en trois couches (trois niveaux d'abstraction). Ce modèle est élaboré par la commission SPARC (*Standard Planning And Requirement Comitte*) de l'ANSI : c'est l'architecture ANSI/SPARC (voir figure III.1). Cette dernière, qui date de 1975, s'inscrit dans les concepts et théories de la première génération des bases de données, dont l'objectif est d'avoir une indépendance entre les données et leurs traitements :

- **Niveau interne ou physique** : C'est le niveau le plus « bas ». On décrit les structures de stockage de l'information, ce qui le rend très dépendant du SGBD employé. Il se fonde sur un modèle de données physique.
- **Niveau conceptuel** : Il correspond à l'implémentation du schéma conceptuel de la base de données, que l'on réalise lors de la phase d'analyse. Il est utilisé pour décrire les éléments constitutifs de la base de données et les contraintes qui leur sont associées. Il s'agit d'une certaine façon de la « documentation » de la base de données (dictionnaire de données).
- **Niveau externe** : Le niveau externe sert à décrire les vues des utilisateurs, c'est-à-dire le schéma de visualisation des données qui est différent pour chaque catégorie d'utilisateurs. Un schéma externe permet de masquer la complexité de la base de données complète en fonction des droits ou des besoins des utilisateurs. Cela facilite la lecture et la sécurité de l'information.

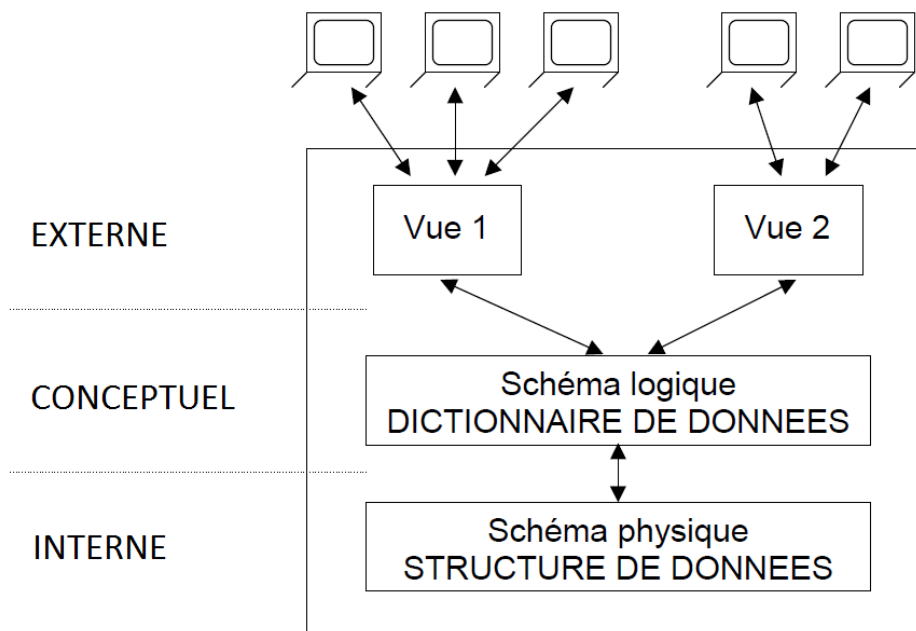


Figure III.1 : Niveaux de représentation des données dans un SGBD (Architecture ANSI/SPARC).

6. Modèles de données

Les modèles de données correspondent à la manière de structurer l'information dans une base de données. Ils reposent sur les principes et les théories issus du domaine de la recherche en informatique et permettent de traduire la réalité de l'information vers une représentation utilisable en informatique.

- Le modèle « **hiérarchique** » propose une structure **arborescente** des données. Dans ce type de modèle, chaque enregistrement n'a qu'un seul possesseur ; par exemple, une commande n'a qu'un seul client. Cependant, notamment à cause de ce type de limitations, ce modèle ne peut pas traduire toutes les réalités de l'information dans les organisations.
- Le modèle « **réseau** » est une extension du modèle précédent, il permet des liaisons transversales, utilise une structure de **graphe** et lève de nombreuses limitations du modèle hiérarchique.

Des SGBD de type hiérarchique ou réseau, représentés dans la figure III.2, sont encore employés pour des raisons d'efficacité lorsque la structure des données s'y prête.

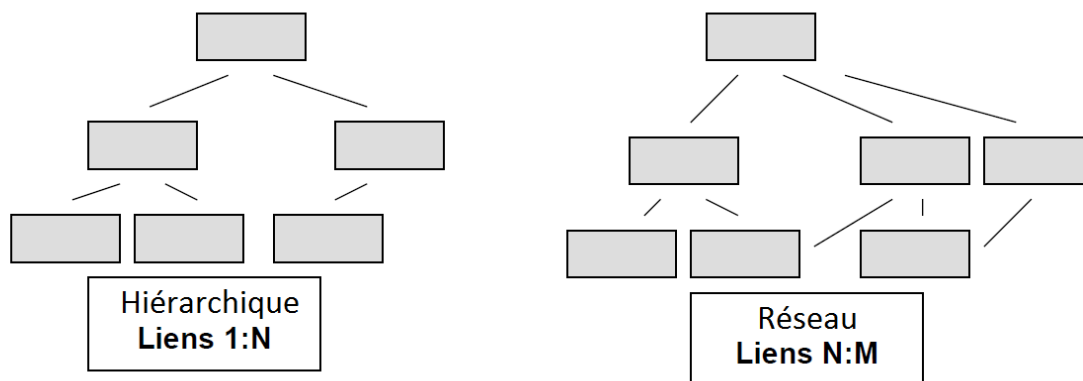


Figure III.2 : modèle hiérarchique et modèle réseau.

- En 1970, E. F. Codd propose un nouveau modèle « **relationnel** » dans un article resté célèbre : « A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks », CACM 13, no 6, June 1970. Il cherche à créer un langage d'interrogation des bases de données plus proche du langage naturel. Dans cette optique, il fonde sa recherche sur des concepts mathématiques rigoureux, tels que la théorie des ensembles et la logique du premier ordre. Le modèle relationnel permet de modéliser les informations contenues dans les bases de données en utilisant des relations, c'est-à-dire des ensembles d'attributs.

Le modèle relationnel tire son nom de la notion de relation mathématique entre des éléments. Chacun de ces éléments peut prendre des valeurs dans un ensemble défini.

Chapitre III : Généralités et notions essentielles sur les bases de données

Le modèle relationnel étant un modèle ensembliste, simple, supportant des ensembles d'enregistrements aussi bien au niveau de la description que de la manipulation, il sera la base de notre application.

7. Etapes de la conception d'une base de données

On peut décomposer de façon générale le processus de conception d'une base de données en trois principales étapes :

- L'analyse du système du monde réel à modéliser ;
- La mise en forme d'un modèle conceptuel pour l'intégrer dans un SGBD ;
- La création effective dans le SGBD des structures et leur remplissage.

7.1. Analyse du monde réel

La première étape de la démarche de modélisation des données consiste à effectuer l'analyse de la situation du monde réel à considérer en cherchant à comprendre les problèmes des utilisateurs et leurs besoins. Elle comporte des entretiens, des analyses des flux d'information. Cette action s'apparente au travail effectué par une entreprise de consulting. C'est une approche « humaine » qui s'appuie en partie sur des entretiens avec les personnels concernés et ressemble plutôt à une analyse du discours et de l'organisation de l'entreprise. C'est lors de cette phase d'analyse que l'on détermine les objectifs du système d'information à concevoir et que l'on identifie tous les éléments à prendre en compte dans le système ; ce sont les champs qui contiendront les données.

Cette étape est délicate et fondamentale, car elle conditionne l'aspect représentatif et la qualité du modèle du monde réel considéré. Lors de cette phase, il convient également d'exprimer les règles qui définissent le domaine de validité du contenu des champs.

Cette étape sera détaillée dans le chapitre IV : Flux d'information.

7.2. Elaboration du schéma conceptuel

La modélisation du réel permet de proposer un schéma conceptuel qui servira à la description générale du système d'information. La notion de sens des données et surtout des liens entre les entités ne sera réellement exprimée que dans ce schéma qui est plus proche du monde réel. Ce schéma est souvent réalisé à l'aide de la symbolique du modèle «entité/association» ou objet, plus couramment aujourd'hui, exprimé avec le langage UML (*Unified Modeling Language*). La difficulté est d'intégrer toutes les parties dans un schéma conceptuel global complet, non redondant et cohérent. Des allers et retours avec l'étape précédente sont souvent nécessaires (dans certains ouvrages, il est fréquent de trouver ces deux étapes fusionnées en une seule).

Le modèle Entité/Association

Les éléments de base du schéma entités-association sont : les entités, les attributs, les associations et les cardinalités. Un schéma du modèle est représenté dans la figure III.3.

- **Les entités**

Une entité est une catégorie d'objets (ou instances), un nom générique qui désigne un ensemble d'éléments appartenant à une même classe et partageant des propriétés communes.

- **Les attributs**

Appelés aussi propriétés ou occurrences, ce sont les caractéristiques décrivant les entités et doivent être représentés comme une liste de mots, la plus simple possible, dans le cadre de l'entité correspondante.

- **Les associations**

Ce sont des liaisons logiques entre les entités.

- **Les cardinalités**

Elles permettent de dénombrer les éléments de l'entité d'arrivée avec un élément de l'entité de départ, et vice versa.

La cardinalité d'une entité par rapport à une association s'exprime par deux nombres appelée cardinalité minimale (nombre minimum de participations de chacune des occurrences de l'entité à l'association) et cardinalité maximale (nombre maximum de participations de chacune des occurrences de l'entité à l'association).

Dans la pratique, quatre cardinalités sont gérées :

- (0,1) : chacune des occurrences de l'entité est associée au plus à une occurrence de l'association.
- (1,1) : chacune des occurrences de l'entité est associée exactement à une occurrence de l'association.
- (0,N) : chacune des occurrences de l'entité est associée à un nombre quelconque d'occurrences de l'association.
- (1,N) : chacune des occurrences de l'entité est associée à au moins une occurrence de l'association.

Formalisme graphique entité/association

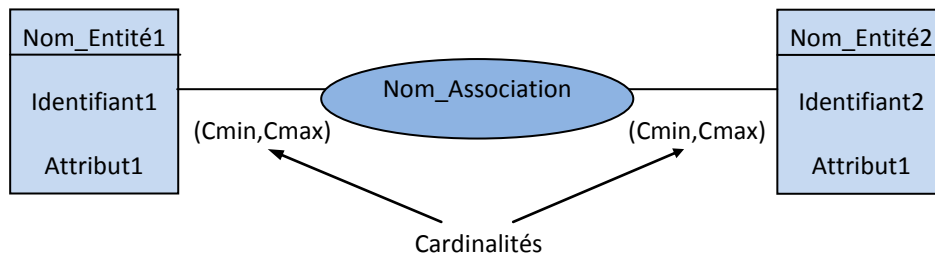


Figure III.3 : Représentation des concepts manipulés dans le modèle Entité/Association.

Afin de vérifier le schéma, un certain nombre de règles de vérification et de normalisation sont utilisés :

Règle n°1 : Existence d'un identifiant pour chaque entité ;

Règle n°2 : Tous les attributs autres que l'identifiant doivent être en dépendance fonctionnelle complète et directe de l'identifiant,

Règle n°3 : Tous les attributs d'une association doivent dépendre complètement de la clé de cette association. Chaque attribut doit dépendre de toute la clé et non d'une partie de la clé seulement.

7.3. Conception du schéma logique (passage au SGBD)

La représentation précédente doit être transformée pour la rendre acceptable par le SGBD. Souvent, cette étape modifie considérablement les objets du monde réel. C'est lors de cette phase que l'on vérifie la qualité de la base de données en utilisant des critères, comme l'élimination de la redondance. Le modèle relationnel procure à cette fin des outils capables de tester la cohérence du système et de le modifier le cas échéant : ce sont les « formes normales ».

Il est possible de constater des incohérences à ce niveau de l'analyse, ce qui implique de modifier le modèle conceptuel de données développé à l'étape précédente. On obtient un schéma des données qui fournira aux utilisateurs les informations nécessaires pour effectuer leurs requêtes, par exemple la description des noms de tables, de champs et leurs types. Par contre, on perd à ce niveau l'information du « sens » des données et du lien entre elles. Ce schéma n'est guère utilisable en pratique sans le précédent.

7.4. Elaboration du schéma physique (Création et utilisation de la base de données)

Une fois le schéma précédent défini, on utilise le SGBD pour passer à la création des tables qui constituent la base de données. Le système est alors opérationnel. Toute cette étape se fait forcément en utilisant le SGBD, alors que les précédentes étaient plus théoriques.

Bibliographie [5] [8] [10] [11] [13]

Chapitre IV : Flux d'information

1. Système d'information

Selon J. de ROSNAY, « un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but » (Le microscope, Editions du Seuil, 1975).

D'après cette définition, l'entreprise est bien un système : elle est en effet composée d'un ensemble d'éléments (services, départements,...etc.) organisés en fonction d'un but (produire, vendre, ...etc.) en interaction dynamique les uns avec les autres et avec le monde extérieur (les clients, les fournisseurs,...etc.) comme illustré dans la figure IV.1 :

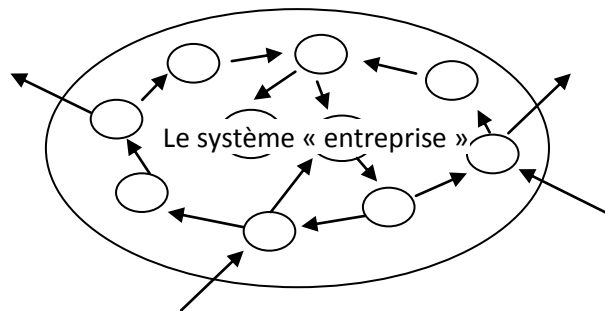
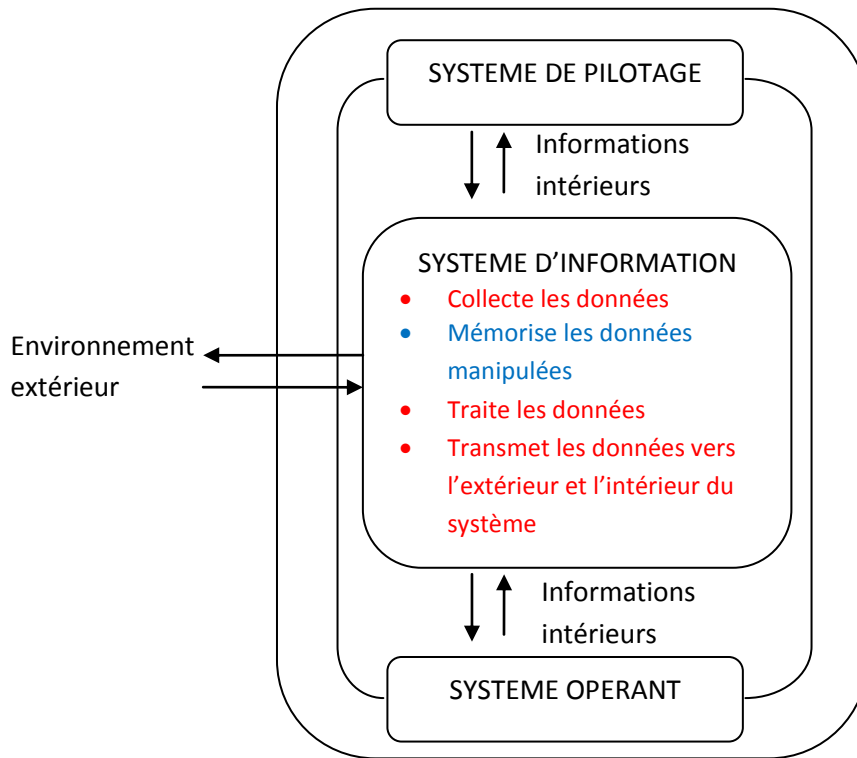


Figure IV.1 : Représentation du système « entreprise ».

Le système « entreprise » peut être décomposé en trois composantes : le système opérant, le système de pilotage et le système d'information.

- Le système opérant est la partie la plus évidente de l'entreprise, l'élément qui réalise toutes les tâches d'exécution : tâches de production par exemple.
- Le système de pilotage est également assez aisé à représenter : c'est le système nerveux de l'entreprise, du cerveau au plus petit nerf. C'est lui qui prend les décisions, fixe les objectifs et les moyens de les atteindre.
- Le système d'information sert à traiter l'information et à la véhiculer entre le système de pilotage et le système opérant.

L'articulation entre ces trois systèmes est illustrée sur la figure IV.2 :



- **fonction statique du système d'information**
- **fonctions dynamiques du système d'information**

Figure IV.2 : Les composantes du système « entreprise ».

L'étude d'un système d'information est conduite traditionnellement en suivant trois cycles : le cycle de vie, le cycle d'abstraction et le cycle de décision.

- Le cycle de vie (la démarche)

Il permet de rendre compte de la vie du système d'information qui va effectivement prendre forme et évoluer au sein de l'entreprise. Ce cycle traduit le cheminement chronologique du système d'information depuis sa création (naissance), en passant par son développement jusqu'à son obsolescence.

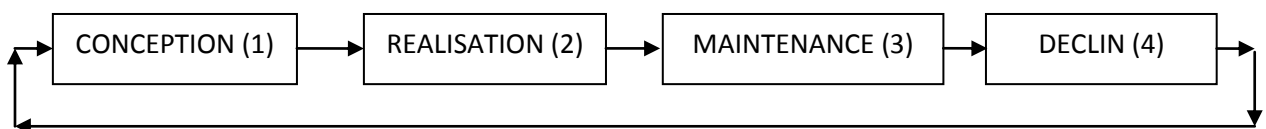


Figure IV.3 : Le cycle de vie du système d'information et ses étapes.

(1) Lors de la conception, il s'agit de fournir une description fonctionnelle et technique détaillée du système. Dans ce cadre, les techniques nouvelles de maquettage et de prototypage seront d'une grande aide pour présenter les solutions aux utilisateurs finaux.

Chapitre IV : Flux d'information

(2) Lors de la réalisation, des programmes seront élaborés afin de mettre en œuvre les solutions techniques précédemment retenues.

(3) La maintenance permettra de prolonger la vie du système d'information et son adaptation aux besoins nouveaux de l'entreprise.

(4) Lorsque le système d'information sera jugé obsolète et complètement dépassé, un nouveau cycle de vie recommencera.

- Le cycle d'abstraction (le raisonnement)

Il traduit les différents degrés d'abstraction du système d'information au cours de sa vie.

On distingue à l'heure actuelle trois niveaux dans le cycle d'abstraction : le niveau conceptuel, le niveau logique et le niveau physique.

Au niveau conceptuel, l'ensemble des entités manipulées par le système d'information sera présenté de façon totalement indépendante de l'organisation et des moyens techniques existant ou à venir pour la suite du projet : il s'agit ici de s'intéresser au métier de l'entreprise, de se demander quelle est l'essence du problème.

Au niveau logique, il s'agira de procéder, à partir des modèles développées au niveau conceptuel, aux choix en termes d'organisation pour les traitements et de modèle de SGBD.

Le niveau physique est le niveau auquel vont être introduites les contraintes en termes de système d'exploitation, de système de gestion des bases de données, de langages de programmation, ...etc.

Le tableau IV.1 résume l'architecture des trois niveaux d'abstraction :

Niveau	Préoccupations	Données	Traitements
1	Quoi ? Que veut-on faire ?	Conceptuel	Conceptuel
2	Qui ? Quand ? Où ? Comment ?	Logique	Organisationnel
3	Avec quels moyens ?	Physique	Opérationnel

Tableau IV.1 : Les trois niveaux du cycle d'abstraction.

- Le cycle de décision (la maîtrise)

Il traduit l'ensemble des mécanismes de décisions et de choix à prendre lors du développement du système d'information.

Il est indispensable de savoir qui prend les décisions, en particulier en ce qui concerne la validation des différents modèles de la méthode et le passage d'une étape à une autre. On ne peut pas concevoir l'étude d'un système d'information sans cycle de décision.

2. Flux d'information

Représenter les flux d'informations consiste à analyser les échanges d'informations au sein d'une entreprise.

Cette étude permet de produire un diagramme de flux. Ce diagramme donne une vue d'ensemble de la circulation de l'information entre les acteurs qui participent à la réalisation de l'activité étudiée.

Le diagramme des flux sert de base à la réalisation du Modèle Conceptuel des données (MCD).

3. Présentation des concepts manipulés

- Domaine d'étude

Le domaine d'étude est défini par la personne qui analyse la circulation de l'information au sein d'une entreprise. Il délimite l'étude à une ou plusieurs activités précises au sein d'une organisation donnée. Le domaine d'étude doit toujours être clairement défini avant de commencer l'analyse des flux d'information.

- L'acteur

Un acteur est un émetteur ou un récepteur d'un flux d'information lié à une activité au sein du système d'information d'une organisation. Selon le cas, il peut s'agir d'une catégorie de personne, d'un service ou d'un système d'information d'une autre organisation. Un acteur reçoit un flux d'information, qui lui permet d'agir en transformant l'information et en renvoyant un ou plusieurs autres flux d'information à d'autres acteurs. Les acteurs sont représentés par leur rôle dans l'activité étudiée.

On distingue :

- les acteurs internes qui font partie du domaine d'étude.
- les acteurs externes qui ne font pas partie du domaine mais qui ont des échanges avec les acteurs internes dans le cadre de l'activité étudiée.

Un acteur est caractérisé par l'ensemble des attributs suivants :

- Un code, un libelle et un commentaire qui permettent de dénommer, de décrire et de commenter l'acteur.
- Son type : externe ou interne au domaine étudié.

Du point de vue graphique, un acteur est représenté par une forme géométrique à l'intérieur de laquelle est inscrit son libellé. Afin de distinguer les acteurs internes et externes au domaine étudié, il est intéressant de prendre un motif ou une couleur de fond différente pour chacun d'entre eux.

Chapitre IV : Flux d'information

La présentation des acteurs indiquée dans la figure IV.1 sera retenue lors de la construction du diagramme des flux:



Figure IV.4 : Représentation de l'acteur interne et externe.

- Le flux

Un flux désigne un échange d'information entre deux acteurs du système d'information. Un flux part d'un acteur source pour aboutir à un acteur but. On peut identifier différentes catégories de flux (flux physique, flux financiers,...etc.).

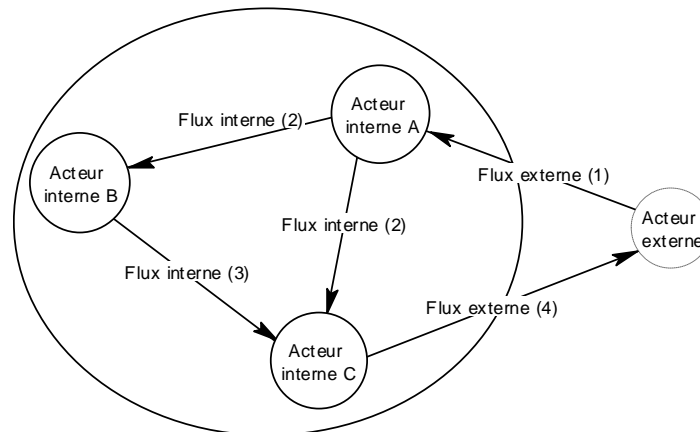


Figure IV.5 : Echange de flux d'information entre différents acteurs.

Dans la représentation ci-dessus, on voit qu'un acteur externe communique un flux d'information à un acteur interne. Ce flux déclenche des flux entre 3 acteurs internes A, B et C. En réponse au flux externe, l'acteur A transmet une information aux acteurs B et C, puis l'acteur B communique vers C, enfin, l'acteur C communique une information à l'acteur externe.

Ce schéma général permet de représenter, d'observer et d'analyser, le comportement de la partie du système d'information qui participe au déroulement de l'activité étudiée.

Un flux d'information est caractérisé par les attributs suivants :

- Un code, un libelle et un commentaire qui permettent de dénommer, de décrire et de commenter le flux.

Chapitre IV : Flux d'information

Un flux d'information est représenté graphiquement par une flèche orientée de l'acteur émettant le flux vers l'acteur le recevant. Le libellé du flux est inscrit à côté de la flèche tracée. (Figure IV.2)

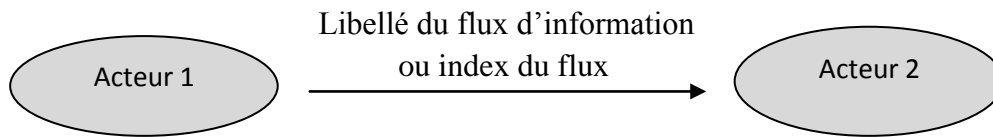


Figure IV.6 : Représentation graphique d'un flux.

4. Construction du diagramme des flux

La construction du diagramme des flux est faite à partir d'interviews des acteurs choisis en raison de leur connaissance et de leur position dans l'entreprise (analyse du monde réel). Il doit permettre de représenter les flux d'informations du domaine et de fixer les limites du champ de l'étude.

- La première étape de la construction d'un diagramme des flux est de définir précisément le domaine d'étude à savoir : quelle activité au sein de quelle entreprise ?
- La seconde étape consiste à repérer les acteurs en distinguant les acteurs internes et externes.
- La troisième étape sera de repérer les flux entre les acteurs.
- La dernière étape est de tracer le diagramme des flux.

Dans la suite de cette partie, la construction du diagramme des flux d'informations correspondant à notre application va être développée.

Pour ce faire, nous avons distingué quatre domaines d'étude :

- La prospection sera représentée par l'entreprise A.
- L'exploration sera représentée par l'entreprise B.
- L'exploitation sera représentée par l'entreprise C.
- La fermeture sera représentée par l'entreprise D.

- Prospection

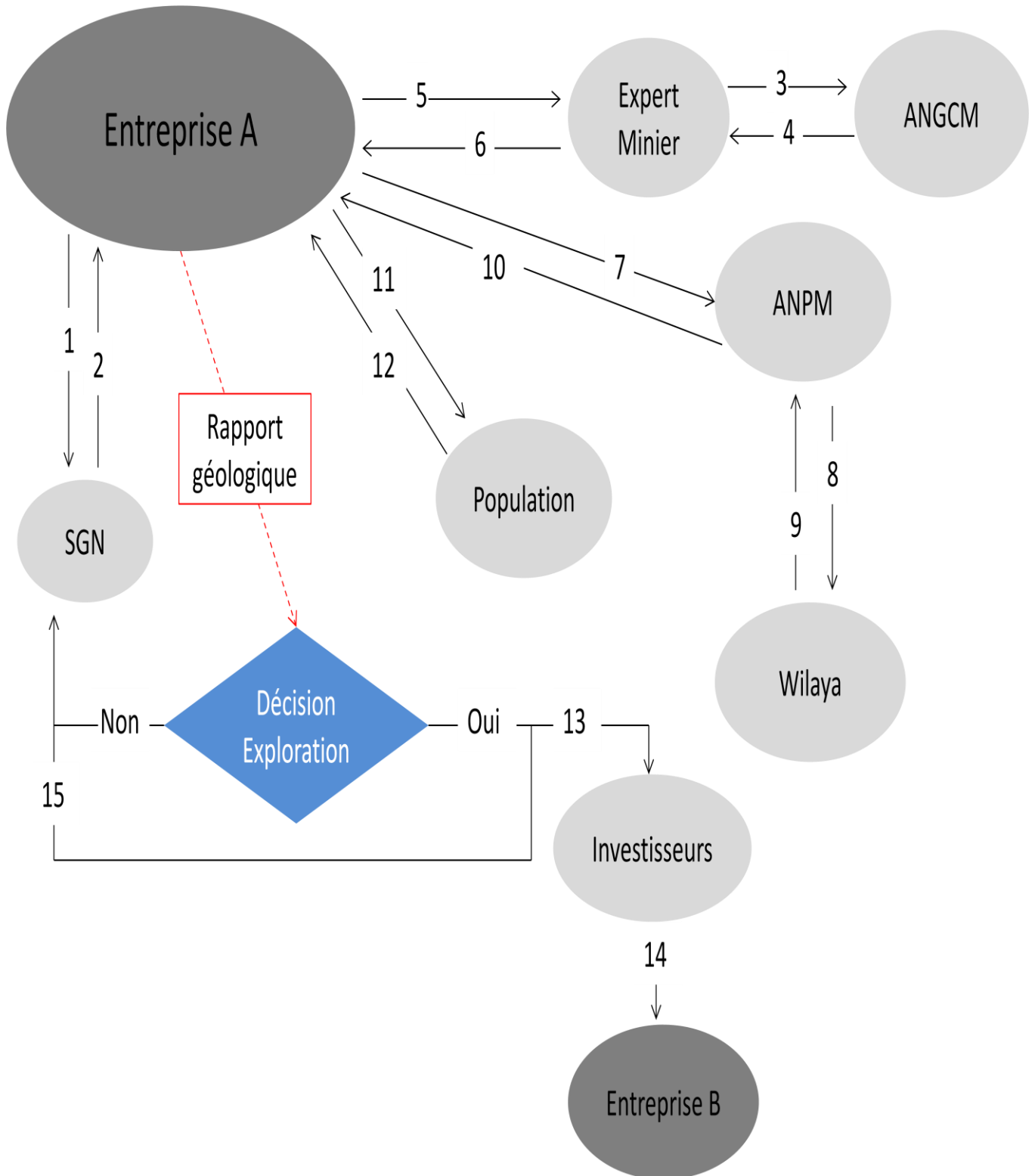


Figure IV.7 : Diagramme des flux lors d'une prospection.

Chapitre IV : Flux d'information

Description des acteurs :

Code	Libellé	Type	Description
P1	Entreprise A	interne	Entreprise chargée de mener une prospection dans une région donnée. A ce stade elle est constituée principalement d'un géologue et d'un ingénieur des mines.
P2	SGN	externe	Service géologique national, chargé de constituer les cartes géologiques et thématiques du pays. Il gère le dépôt légal où sont entreposés les rapports de toutes les activités minières.
P3	ANGCM	externe	Agence administrative autonome chargée du contrôle et de la surveillance technique et administrative.
P4	Expert Minier	externe	Les experts miniers sont des ingénieurs d'état agréés par l'ANGCM.
P5	ANPM	externe	Agence administrative autonome chargée de la délivrance des titres miniers.
P6	Wilaya	externe	La wilaya représente l'autorité territorialement compétente.
P7	Population	externe	La population est l'ensemble des habitants de la région concernée par la prospection.
P8	Investisseurs	externe	Les investisseurs peuvent être des banques, d'autres entreprises, des personnes physiques où l'entreprise elle-même.
P9	Entreprise B	Interne	Entreprise chargée de mener une exploration.

Tableau IV.2 : Description des acteurs lors d'une prospection.

Description des flux :

Code	Description
1	L'entreprise A qui envisage de mener une prospection dans une situation géographique donnée adresse une demande au service géologique national pour se procurer de la documentation (rapports, cartes,...) concernant la région.
2	Le service géologique national accorde la documentation disponible à

Chapitre IV : Flux d'information

	l'entreprise A.
3	L'ingénieur d'état adresse une demande d'agrément auprès de l'ANGCM.
4	L'ANGCM accorde l'agrément à l'ingénieur d'état qui devient Expert minier.
5	Après avoir étudié la documentation, l'entreprise A cible des zones jugées intéressantes puis contact un expert minier pour constituer un dossier de demande d'un titre minier (Permis de prospection).
6	L'expert minier constitue le dossier de demande d'un titre minier pour l'entreprise A.
7	L'entreprise A adresse le dossier de demande d'un titre minier à l'autorité (ANPM).
8	L'autorité soumet le dossier à la wilaya.
9	La wilaya accorde l'avis favorable pour mener une prospection dans la région en question.
10	L'ANPM accorde le permis de prospection à l'entreprise A.
11	L'entreprise A consulte la population de la région pour chercher de nouvelles informations.
12	La population collabore avec l'entreprise A.
Une fois un certain nombre de travaux de prospection effectués, un ordre de grandeur des ressources en place déterminé, l'entreprise A prendra la décision de poursuivre ou non avec l'activité d'exploration.	
13	L'entreprise A essaye de convaincre les investisseurs de la financer en leur soumettant le rapport géologique.
14	Les investisseurs accordent des prêts.
15	L'entreprise A devra communiquer les rapports des résultats des travaux de prospection au service géologique national.

Tableau IV.3 : Description des flux d'information lors d'une prospection.

• Exploration

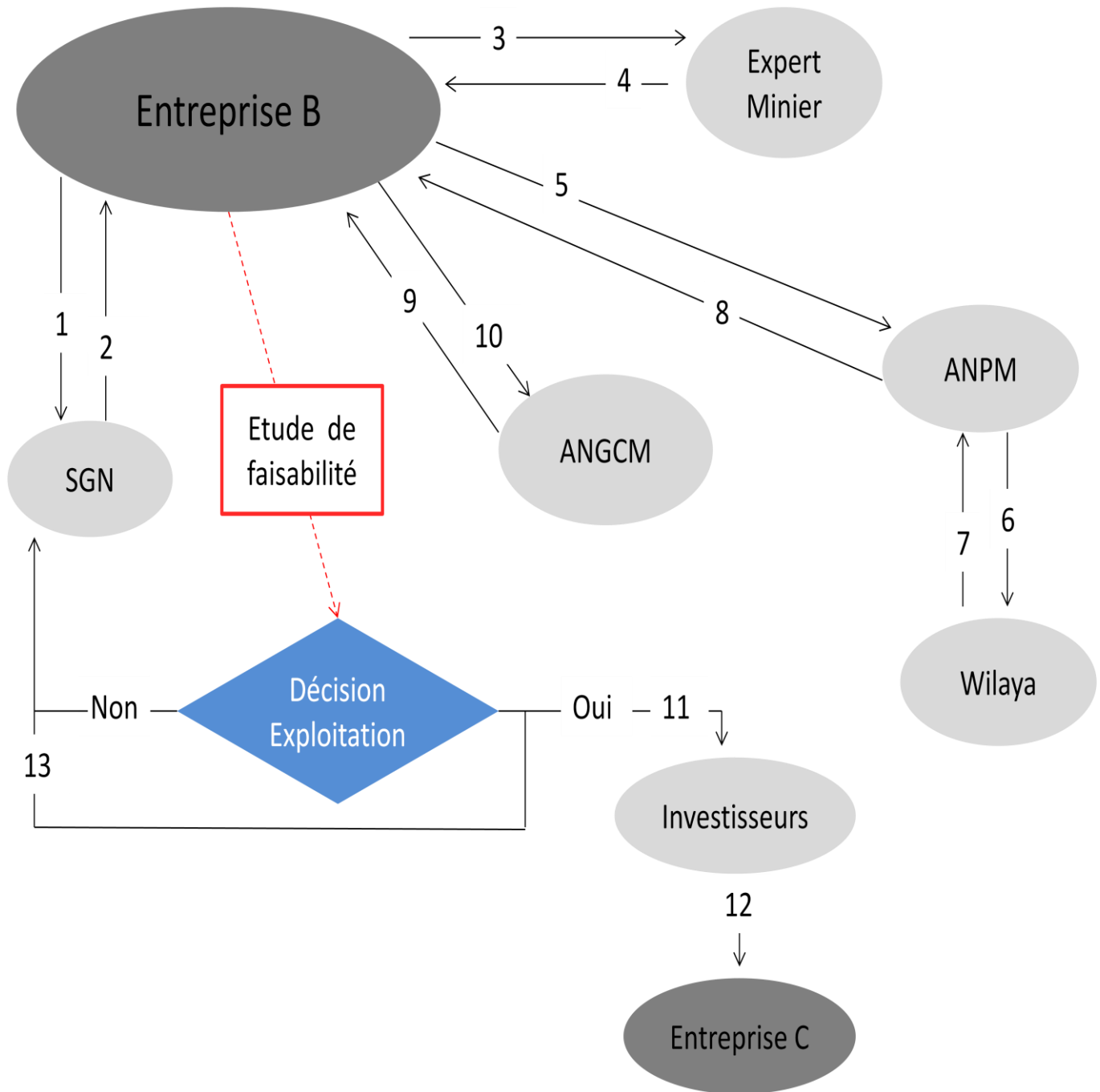


Figure IV. 8 : Diagramme des flux lors d'une exploration

Chapitre IV : Flux d'information

Description des acteurs:

Code	libellé	Type	Description
Explor 1	Entreprise B	Interne	Entreprise chargée de l'exploration. Elle est principalement constituée d'un géologue, un géophysicien, un géochimiste et un ingénieur des mines. (cette entreprise peut être la même que celle qui aura auparavant effectué la prospection)
Explor 2	SGN	Externe	Service géologique national chargé de constituer les cartes géologiques et thématiques du pays. Il gère le dépôt légal où sont entreposés les rapports de toutes les activités minières antérieures.
Explor 3	Expert minier	Externe	Les experts miniers sont des ingénieurs d'état agréés par l'ANGCM.
Explor 4	ANPM	Externe	Agence administrative autonome chargée de la délivrance des titres miniers.
Explor 5	Wilaya	Externe	La wilaya représente l'autorité territorialement compétente.
Explor 6	Investisseurs	Externe	Les investisseurs peuvent être des banques, d'autres entreprises, des personnes physiques où l'entreprise elle-même.
Explor 7	ANGCM	Externe	Agence administrative autonome chargée du contrôle et de la surveillance technique et administrative.
Explor 8	Entreprise C	Interne	Entreprise chargée de l'exploitation. En général celle-ci est la même que l'entreprise qui a effectué l'exploration.

Tableau IV.4 : Description des acteurs lors d'une exploration.

Description des flux :

Code	Description
1	L'entreprise B chargée de mener l'exploration obtient au près du SGN les rapports d'études concernant les travaux de prospection qui ont été effectués dans la région concernée.
2	Le SGN accorde les documents demandés par l'entreprise B.
3	L'entreprise B sollicite un expert minier pour l'élaboration du dossier de demande d'autorisation d'exploration.

Chapitre IV : Flux d'information

4	L'expert minier se charge de constituer le dossier de demande du titre minier (autorisation d'exploration).
5	L'entreprise B adresse le dossier de demande d'autorisation d'exploration à l'ANPM.
6	L'ANPM soumet le dossier à la wilaya.
7	Après avoir étudié le dossier, si elle n'y voit aucune objection, la wilaya accorde un avis favorable pour l'exploration du site demandé.
8	L'ANPM délivre l'autorisation d'exploration à l'entreprise B.
9	L'ANGCM se chargera de la surveillance et du contrôle de l'entreprise C tout au long des travaux d'exploitations qu'elle entreprendra. Des PV d'inspection seront rédigés.
10	L'entreprise B devra soumettre à l'agence de contrôle les documents nécessaires pour justifier sa conformité avec la loi.
Les ressources d'exploration estimées, l'entreprise B devra décider de poursuivre ou non avec l'exploitation.	
11	L'entreprise B devra convaincre les investisseurs de lui accorder des prêts en leur soumettant le rapport de l'étude de faisabilité.
12	Les investisseurs accordent des prêts.
13	L'entreprise B devra remettre au SGN tous les rapports d'étude concernant les travaux d'exploration qu'elle aura effectuée.

Tableau IV.5 : Description du flux lors d'une exploration.

- *Exploitation*

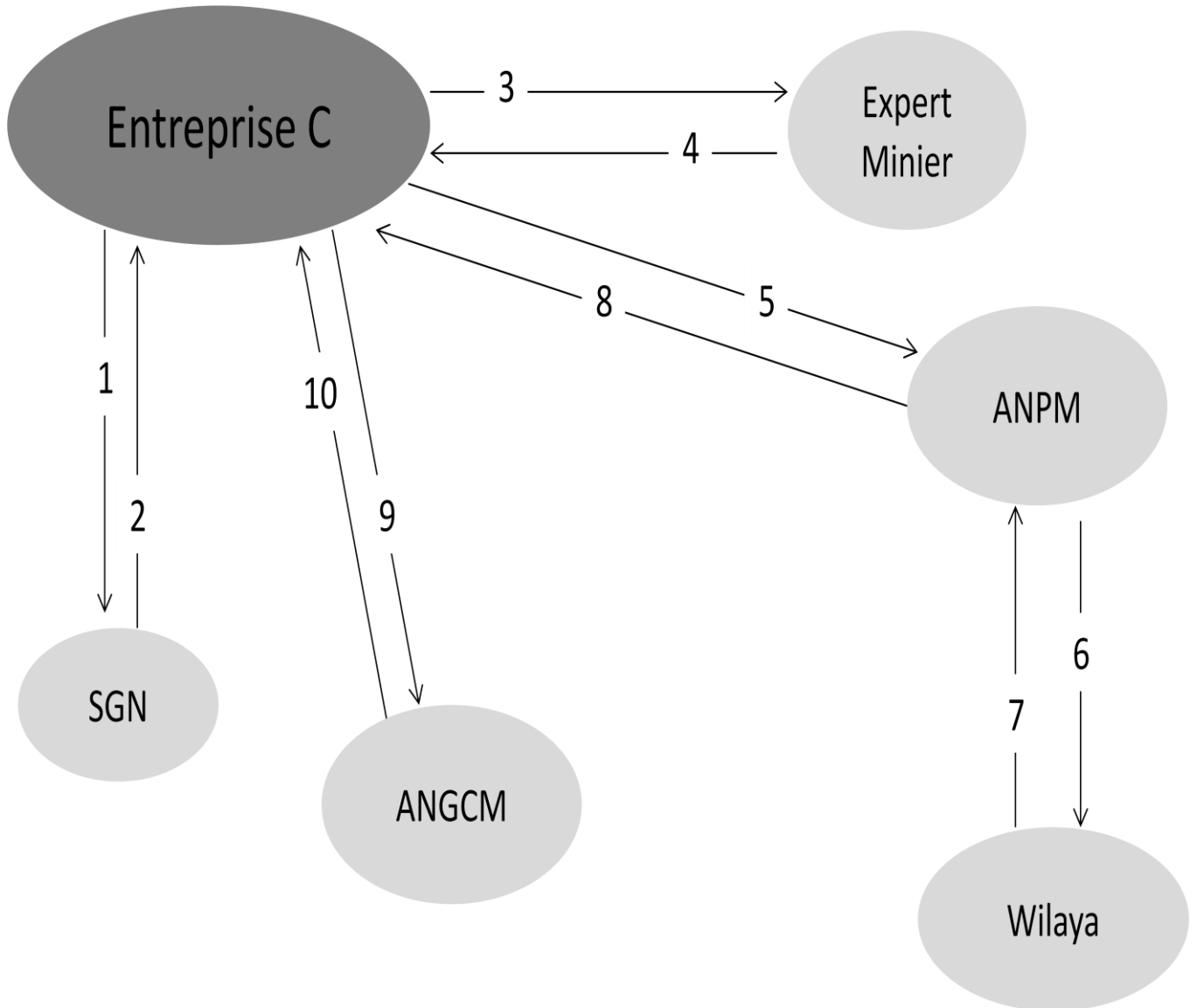


Figure IV.9 : Diagramme des flux lors de l'exploitation.

Chapitre IV : Flux d'information

Description des acteurs:

Code	libellé	Type	Description
Exploi1	Entreprise C	Interne	Entreprise chargée de mener l'exploitation.
Exploi2	SGN	Externe	Service géologique national chargé de constituer les cartes géologiques et thématiques du pays. Il gère le dépôt légal où sont entreposés les rapports de toutes les activités minières antérieures.
Exploi3	Expert minier	Externe	Ingénieur d'état agréé par l'ANGCM.
Exploi4	ANPM	Externe	Agence administrative autonome chargée de la délivrance des titres miniers.
Exploi5	Wilaya	Externe	La wilaya représente l'autorité territorialement compétente.
Exploi6	ANGCM	Externe	Agence administrative autonome chargée de la surveillance et du contrôle technique et administratif.

Tableau IV.6 : Description des acteurs lors d'une exploitation.

Description des flux :

Code	Description
1	L'entreprise C obtient les documents concernant le site à exploiter au près du SGN. Elle devra remettre ses propres documents concernant les travaux d'exploitation qu'elle aura effectuée après l'arrêt de l'activité.
2	Le SGN délivre les rapports demandés par l'entreprise B.
3	L'entreprise C sollicite l'expert minier pour l'élaboration d'un dossier de demande de titre minier (titre d'exploitation).
4	L'expert minier élabore le dossier de demande de titre minier pour l'entreprise C.
5	L'entreprise C envoie le dossier de demande de titre minier à l'ANPM.
6	Ce même dossier sera envoyé par l'ANPM à la wilaya.
7	Après étude du dossier, la wilaya accorde un avis favorable pour l'exploitation du site demandé si cette dernière n'y voit aucune objection.
8	L'ANPM délivre le titre d'exploitation à l'entreprise C.

9	Dans le cas d'une autorisation de ramassage, l'entreprise C devra envoyer une demande d'autorisation à la wilaya seulement.
10	La wilaya délivre l'autorisation après étude du dossier de l'entreprise C.
13	L'ANGCM se chargera de la surveillance et du contrôle de l'entreprise C tout au long des travaux d'exploitations qu'elle entreprendra. Des PV d'inspection seront rédigés.
14	L'entreprise C devra présenter les documents nécessaires justifiant sa conformité avec la loi à l'ANGCM.

Tableau IV.7 : Description des flux lors de l'exploitation.

- Fermeture

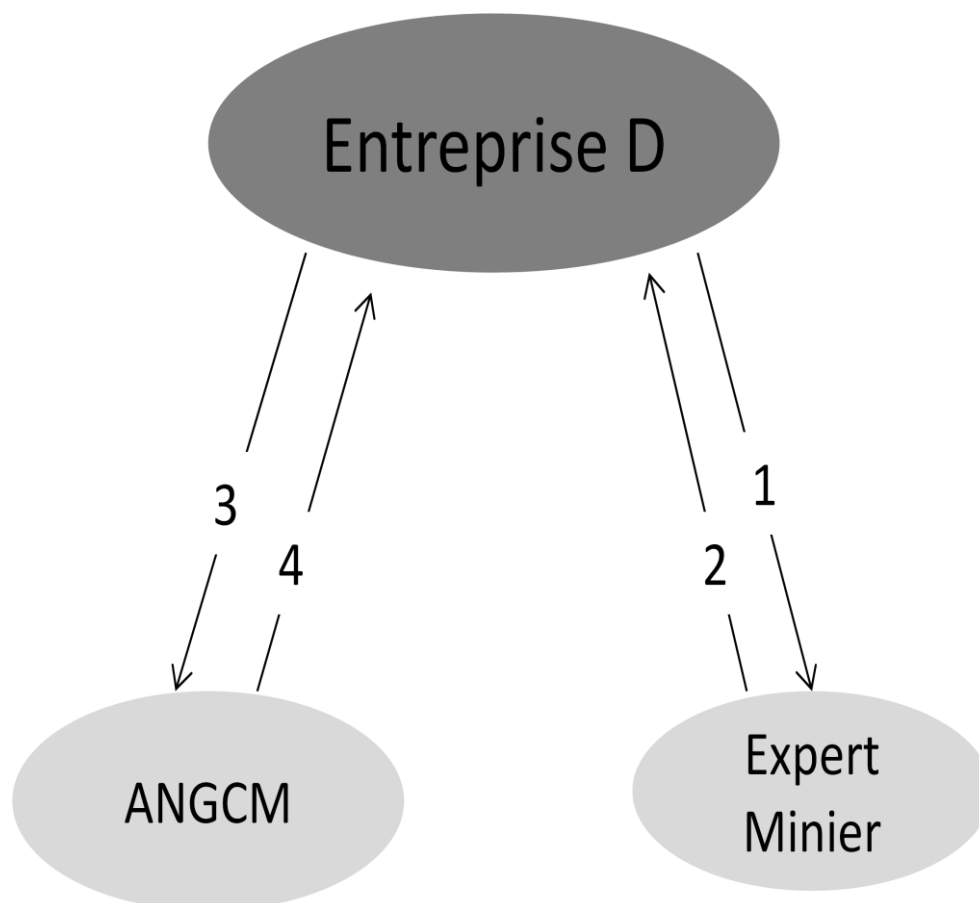


Figure IV.10 : Diagramme des flux lors de la fermeture.

Chapitre IV : Flux d'information

Description des acteurs :

Code	Libellé	Type	Description
F1	Entreprise D	Interne	Entreprise chargé de la fermeture et de la remise en état des lieux.
F2	Expert minier	Externe	Les experts miniers sont des ingénieurs d'état agréés par l'ANGCM.
F3	ANGCM	Externe	Agence administrative autonome chargée du contrôle et de la surveillance technique et administrative.

Tableau IV.8 : Description des acteurs lors de la fermeture.

Description des flux :

Code	Description
1	L'entreprise D demande à l'expert minier de lui constituer un dossier de fermeture qui comprend une étude d'impact sur l'environnement et un plan de gestion environnemental.
2	L'expert minier constitue le dossier de fermeture de la mine pour l'entreprise D.
3	L'entreprise D envoie une déclaration de fermeture à l'ANGCM en lui transmettant un dossier préliminaire de fermeture trois mois avant l'arrêt des travaux puis le dossier final de fermeture trois mois après l'arrêt des travaux d'exploitation.
4	L'ANGCM envoie à l'entreprise D une notification d'acceptation de fermeture.

Tableau IV.9 : Description des flux lors de la fermeture.

Bibliographie [13]

Chapitre V :
Conception et présentation
de l'application

1. Présentation de l'outil de développement

Pour la réalisation de notre application, nous avons utilisé un programme de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) : Microsoft Access 2007.

Microsoft Access a été conçu par la firme Microsoft coopération combinant entre l'interface graphique et les fonctionnalités des systèmes de gestion des bases de données ; ainsi les commandes sont affichées sous forme de boutons, sur lesquels il suffit de cliquer pour les exécuter.

Comme la plupart des SGBDR, Microsoft Access gère six grandes catégories d'objets à l'intérieur d'une base de données : les tables, les requêtes, les formulaires, les états, les macros et les modules.

1.1. Interface de travail

Au démarrage de Microsoft Access, la fenêtre ci-dessous apparaît :

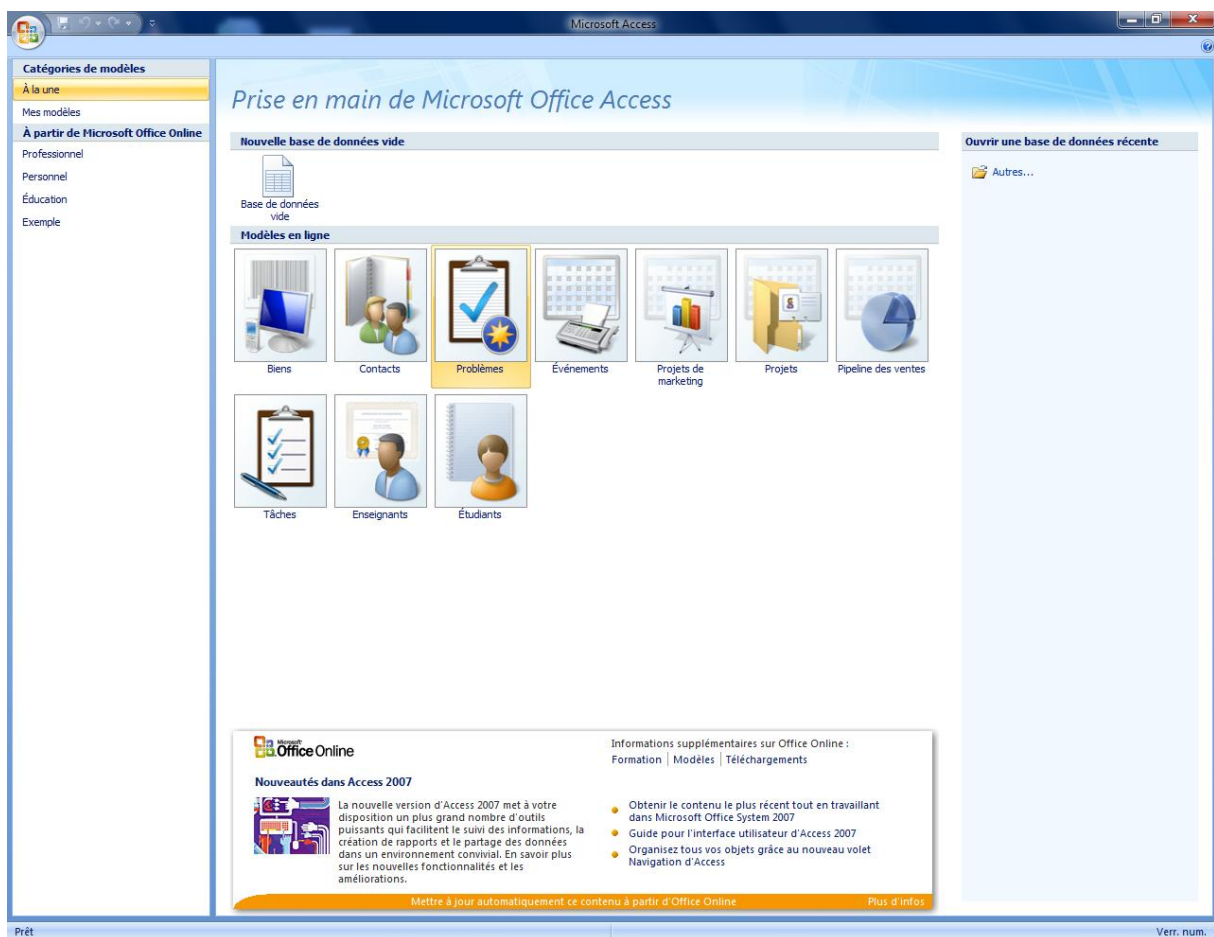


Figure V.1 : Fenêtre d'accueil d'Access 2007.

A partir de cet écran, il sera possible de créer une base de données à partir d'un modèle, créer une base de données vide, ou ouvrir une base de données existante.

1.2. Les objets d'Access

1.2.1. Les tables

Une table est le lieu de stockage et d'enregistrement des informations. La table est organisée sous forme d'un tableau où les colonnes représentent des champs, qui seront défini par leur nom et leur type (figure V.2), et les lignes représentent des enregistrements (figure V.3).

Les tables servent comme élément de base à la création d'autres objets Access : les formulaires et les requêtes.

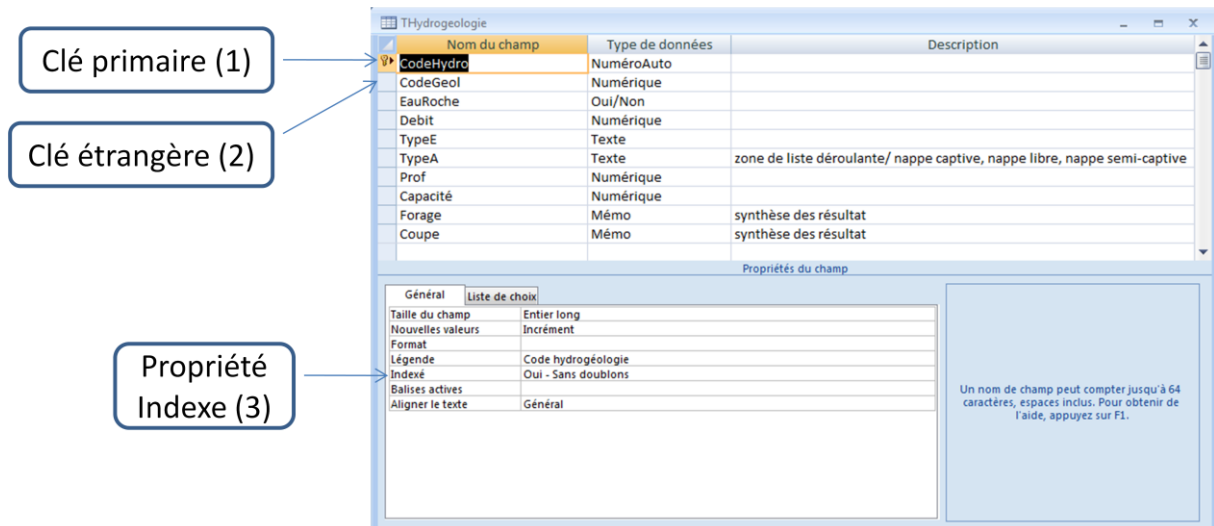


Figure V.2: Exemple d'une table en mode création.

Clé : Chaque table contient au moins un champ qui permet d'identifier l'enregistrement, ce champ est appelé "*identifiant*" ou "*clé*" de la table. Un identifiant ne peut pas prendre deux valeurs identiques.

(1) *Clé primaire* : c'est le plus petit sous-ensemble de champs permettant d'identifier chacun des enregistrements.

(2) *Clé étrangère* : c'est un champ issu de la migration de la clé primaire d'une autre table.

(3) **Propriété indexe :**

Elle définit un index sur le champ. En fait, un champ clé primaire identifie de façon unique chaque enregistrement de la table. Cependant, si l'on doit fréquemment effectuer des tris ou des recherches sur des champs, outre les champs clés, on crée un index pour ces champs afin d'accélérer le processus de tri ou de recherche. La propriété indexée prend une des trois valeurs :

- Oui-avec doublons : le champ est indexé et peut reprendre plusieurs fois la même valeur ;

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

- Oui-sans doublons : le champ est indexé, mais les valeurs du champ sont uniques ;
- Non : le champ n'est pas indexé.

The screenshot shows a table window titled 'TWilaya'. It has two columns: 'CodeW' and 'Nom wilaya'. The data is as follows:

CodeW	Nom wilaya
	ADRAR
2	CHLEF
3	LAGHOUAT
4	OUM ELBOUAGHI
5	BATNA
6	BEJAIA
7	BISKRA
8	BECHAR
9	BLIDA
10	BOUIRA
11	TAMANGHASET
12	TEBESSA
13	TLEMCEM
14	TIARET
15	TIZI OUZOU
16	ALGER
17	DJELFA
18	JIJEL
19	SETIF
20	SAIDA
21	SKIKDA
22	SIDI BEL ABBES
23	ANNABA
24	GUELMA
25	CONSTANTINE
26	MEDEA

Callouts in the image: 'Un champ' points to the 'CodeW' column header, and 'Un enregistrement' points to the row containing '2 CHLEF'.

Figure V.3 : Exemple d'une table en mode affichage.

- (4) **Champ** : un champ est un espace mémoire qui se trouve dans le disque dur de l'ordinateur. C'est dans les champs que les textes ou les chiffres sont enregistrés.
- (5) **Enregistrement** : Un enregistrement est un regroupement d'informations (champs) décrivant une personne, un lieu,...

Dans une base de données, les tables sont souvent liées entre elles par des relations. On distingue trois types de relations :

- **Relation UN à PLUSIEURS (1→∞) :**

C'est une relation où chaque occurrence de la première table est liée à un nombre quelconque d'occurrences de la deuxième table, alors qu'à chaque enregistrement de la seconde table ne correspond qu'un enregistrement de la première table. Ce type de relation est le plus utilisé dans notre application.

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

- Relation UN à UN (1→1) :

C'est une relation où chaque occurrence de la première table participe une et une seule fois dans la deuxième table et réciproquement. Ce type de relation est peu courant, car la plupart des informations qui seraient associées de la sorte font normalement partie d'une même table.

- Relation PLUSIEURS à PLUSIEURS ($\infty \rightarrow \infty$) :

Dans une relation plusieurs à plusieurs, un enregistrement de la table A peut être mis en correspondance avec plusieurs enregistrements de la table B, et inversement un enregistrement de la table B peut être mis en correspondance avec plusieurs enregistrements de la table A. Ce type de relation n'est possible qu'après définition d'une troisième table (appelée table de jonction), dont la clé primaire est composée de deux champs: les clés étrangères des tables A et B. Une relation plusieurs à plusieurs n'est en fait rien d'autre que deux relations un à plusieurs avec une troisième table.

1.2.2. Les formulaires

Un formulaire est une interface graphique permettant d'afficher des données provenant d'une table ou d'une requête. Il permet la présentation de l'information à l'écran d'une manière pratique pour l'utilisateur.

Les données d'un formulaire proviennent généralement d'une table ou d'une requête.

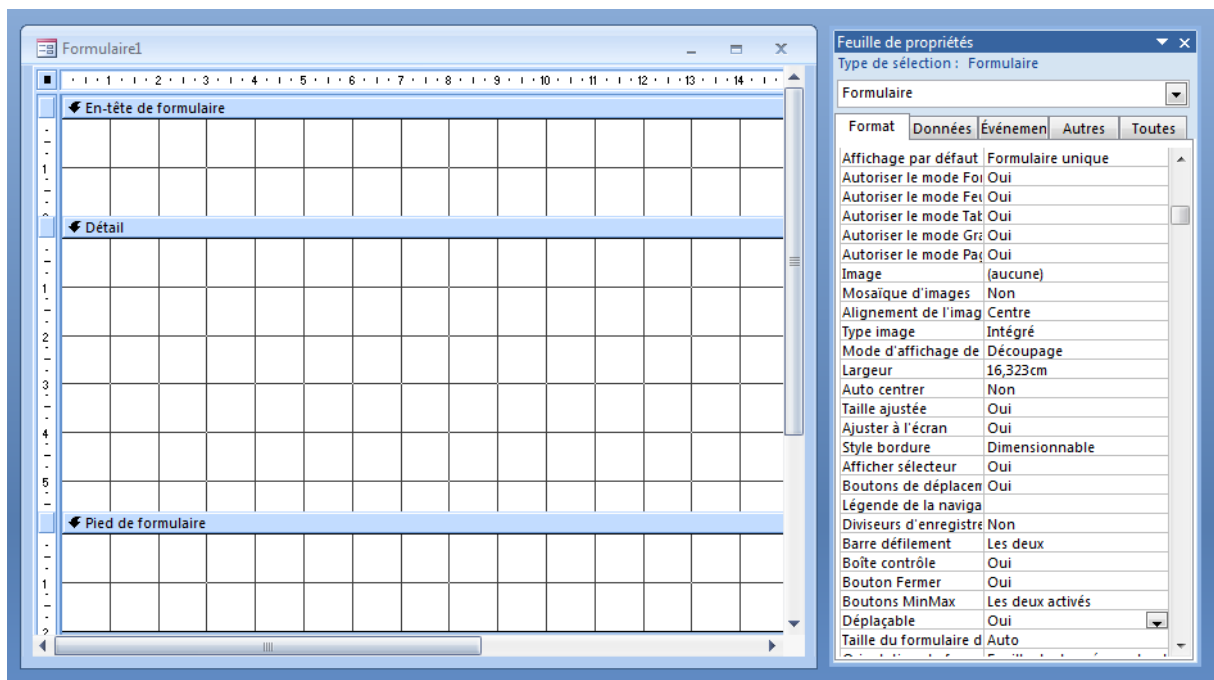


Figure V.4 : Exemple d'un formulaire en mode création.

1.2.3. Les requêtes

Les requêtes permettent de manipuler (traiter) les données qui se trouvent dans les tables en faisant des tris, des filtres ou des calculs. On utilise les requêtes pour la recherche d'information qui répond à certains critères déterminés par l'utilisateur.

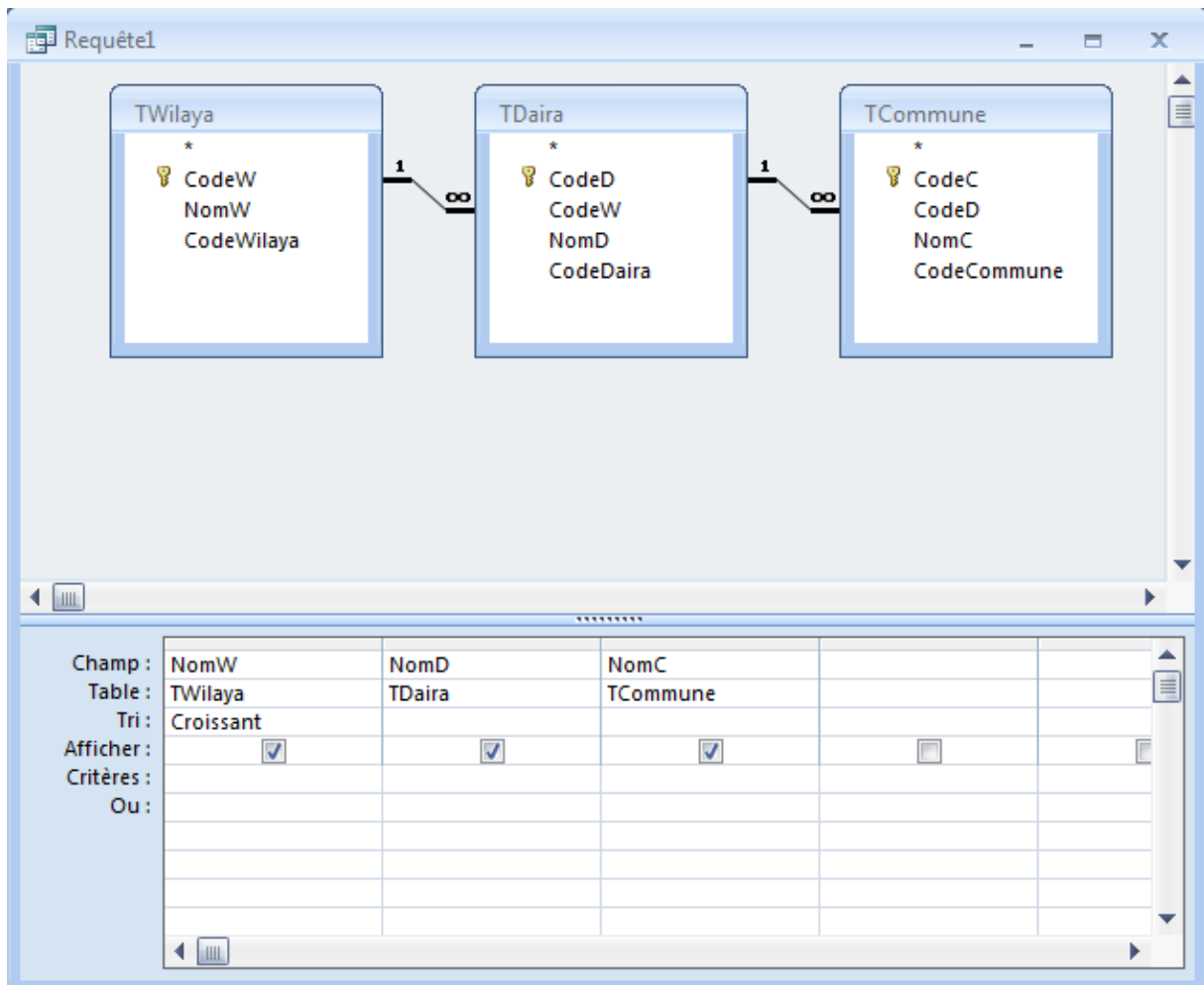


Figure V.5 : Exemple d'une requête en mode création.

1.2.4. Les états

Un état permet d'afficher et d'imprimer l'information recherchée dans la base de données.

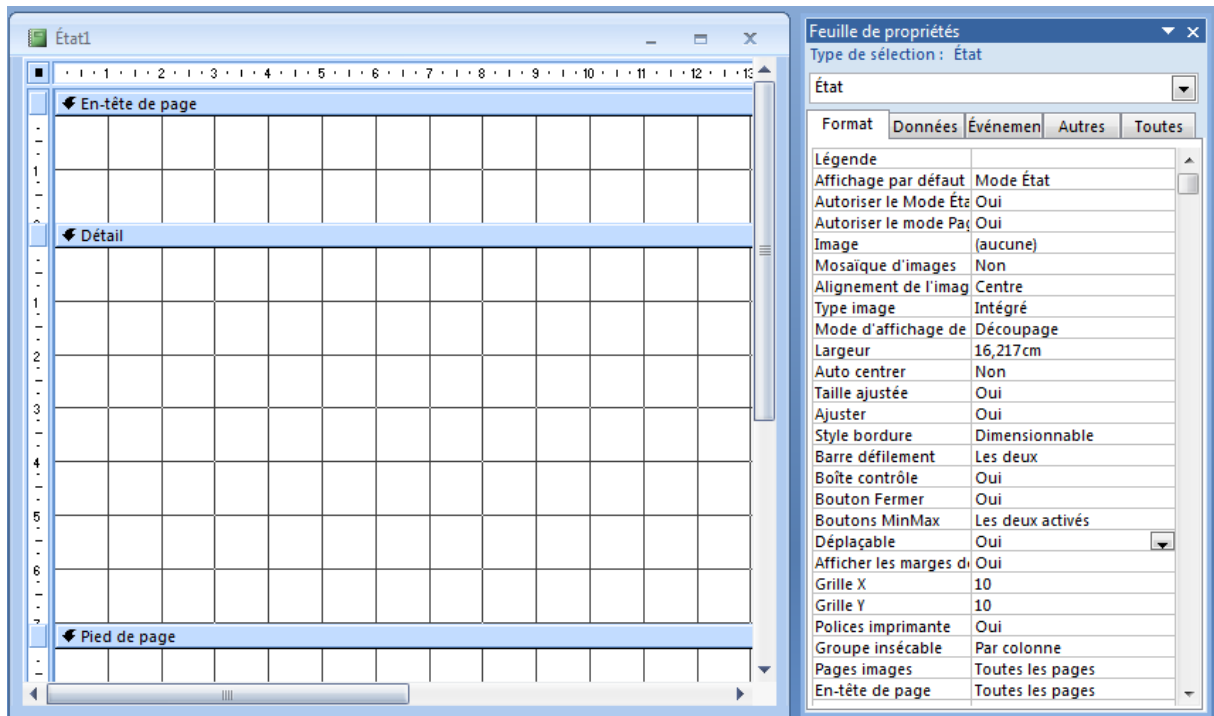


Figure V.6 : Exemple d'état en mode création.

1.2.5. Les modules

Un module est le lieu d'écriture et de stockage de programme. Le langage utilisé pour la programmation est le VBA (Visual Basic Applications).

Les modules permettent d'effectuer des tâches complexes.

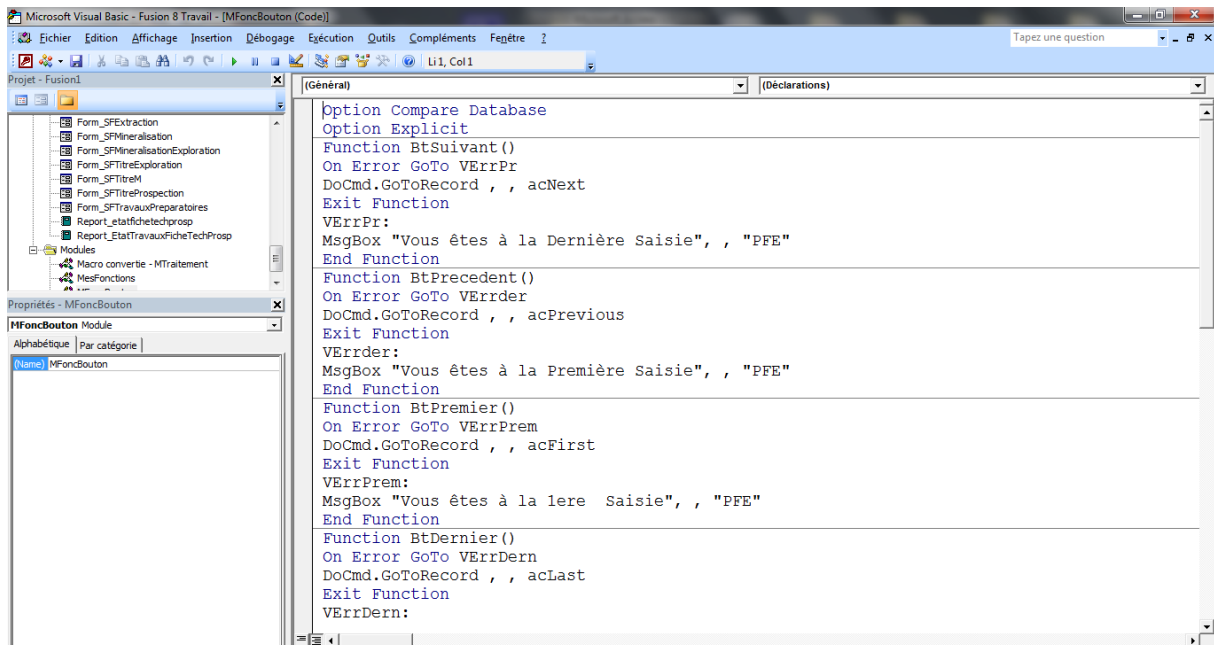


Figure V.7 : Exemple d'un module.

1.2.6. Les macros

Une macro est une action qui permet d'automatiser des tâches simples telles que l'ouverture d'un formulaire ou l'impression d'un état.

Les macros sont comparables au un langage de programmation VBA (Visual Basic Applications).

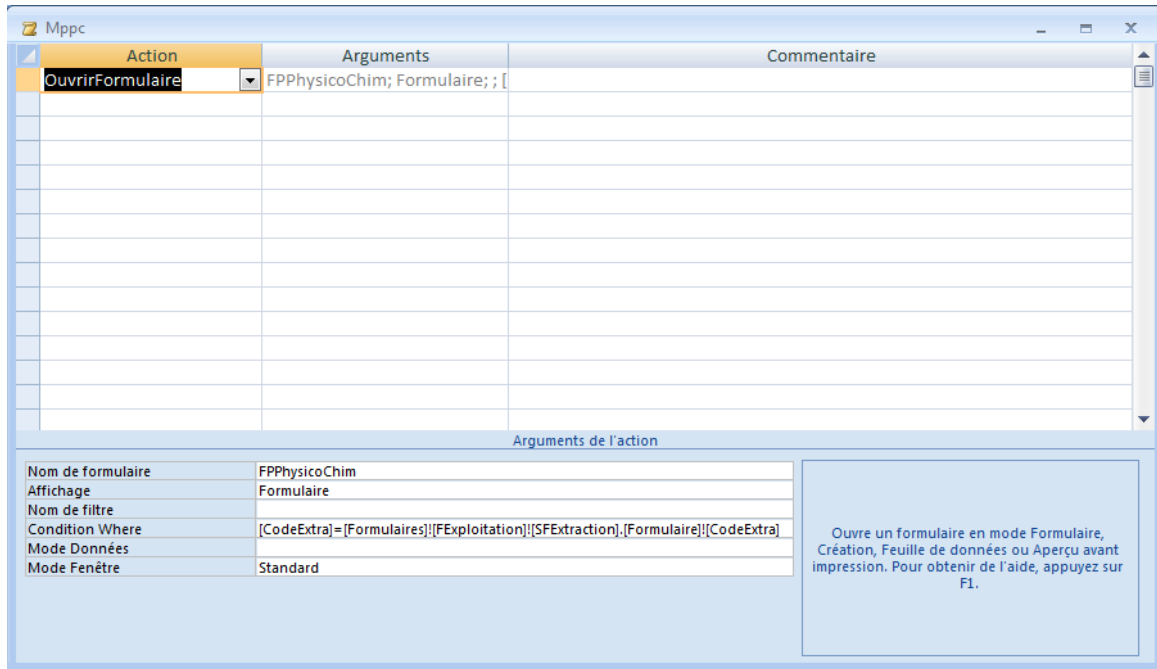


Figure V.8 : Exemple d'une macro en mode création.

Afin d'exécuter une macro dans un programme VBA, on utilise la syntaxe suivante :

```
DoCmd.RunMacro "Nom de la macro"
```

Les différentes interactions entre les objets d'Access sont illustrées dans la figure suivante :

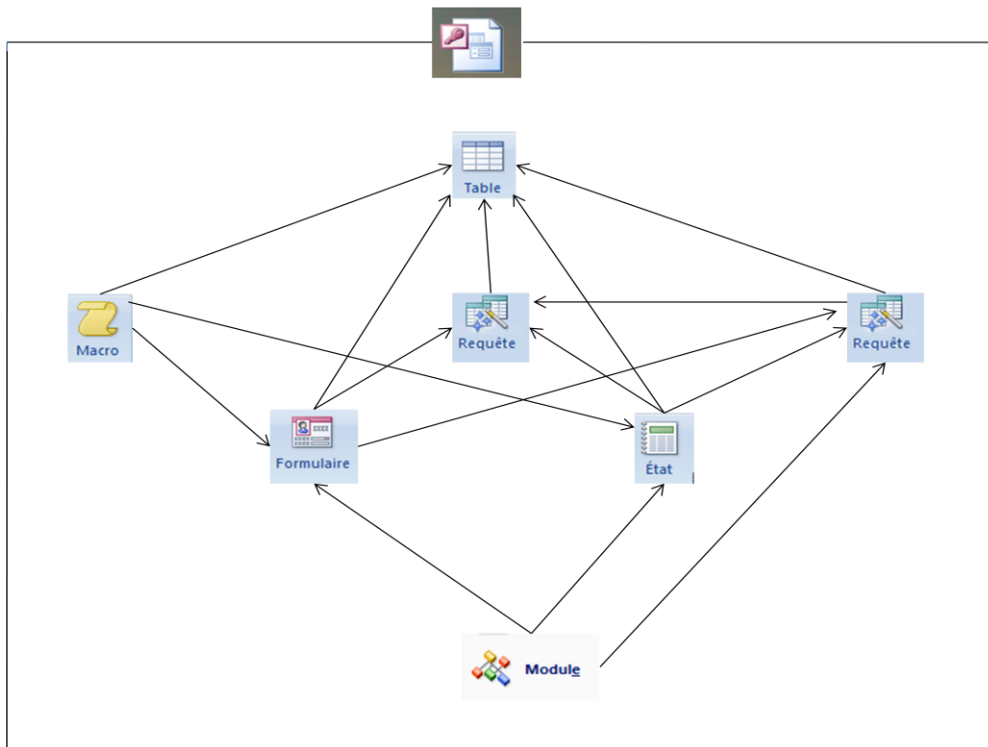


Figure V.9 : Interactions entre les objets d'Access.

2. Conception de l'application

Dans cette partie, nous allons développer la démarche suivie pour la création de notre application.

2.1. Récolte de données

L'objectif de notre étude étant la conception d'une base de données des différentes activités minières en Algérie, il est donc nécessaire et indispensable de rassembler toute l'information qu'il faut pour décrire une quelconque activité.

Tout d'abord nous avons regroupé les données dans cinq catégories de données : avant une quelconque activité, la prospection minières, l'exploration minière, l'exploitation minière et l'après mine, puis chacune de ces catégories a été subdivisée en des sous-catégories de données.

a) Les données avant une quelconque activité minière

Dans une localité donnée, avant une quelconque activité minière, nous pouvons rencontrer les sous-catégories de données suivantes :

- ✓ Les données de la situation administrative : la wilaya, la daïra, la commune et le lieu-dit ;

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

- ✓ Les données de la situation géographique : climat, altitudes, villes limitrophes, hydrographie ...
- ✓ Les données de la géologie régionale : domaine géologique, structure géologique, topographie, tectonique, stratigraphie, hydrogéologie ...

b) Les données de la prospection minière

Les sous-catégories de données qu'on rencontre lors d'une prospection sont les suivantes :

- ✓ Les données du titre de prospection : autorisation de prospection, organisme prospectant, superficie prospectée, dates d'octroi et d'expiration, coordonnées ...
- ✓ Les données des travaux de prospection : travaux, dates, rapports, coûts ...
- ✓ Les données du résultat de prospection : ressources de prospection, décision d'explorer.

c) Les données de l'exploration minière

Les sous-catégories de données qu'on rencontre lors d'une prospection sont les suivantes :

- ✓ Les données du titre d'exploration : permis d'exploration, organisme explorant, superficie explorée, dates d'octroi et d'expiration, coordonnées...
- ✓ Les données des travaux d'exploration : travaux, dates, rapports, coûts ...
- ✓ Les données du résultat d'exploration : ressources d'exploration, types de ressources, décision d'exploiter.

d) Les données de l'exploitation minière

Les sous-catégories de données qu'on rencontre lors d'une exploitation sont les suivantes :

- ✓ Les données du titre d'exploitation : type du titre, organisme exploitant, superficie exploitée, dates d'octroi et d'expiration, coordonnées...
- ✓ Les données des corps minéralisés : types, géométrie, roches encaissantes, taux de découverte, mode d'exploitation ...
- ✓ Les données d'évaluation des minéralisations en place : méthode d'évaluation, réserves, ...
- ✓ Les données des travaux préparatoires : travaux, dates, coûts ...
- ✓ Les données des travaux d'exploitation : quartiers, méthodes d'exploitation, extraction, traitement, propriétés physico-chimiques des minerais, ...

e) Les données de la réhabilitation






- ✓ Les données des travaux de réhabilitation : travaux, dates, coûts ...
- ✓ Les données concernant l'impact environnemental : activités, impacts, diagnostique environnemental ...

2.2. Structuration des données




Une fois les catégories et les sous-catégories de données déterminées, nous avons entamé la création des tables qui contiendront toutes ces informations. L'ensemble des champs contenus dans les tables sont représentée dans le tableau V.1 qui représente le dictionnaire de données de l'application.

Les lignes en gris désignent les tables, la première colonne prend le nom des champs de chaque table, la seconde indique le type de données, la troisième indique la taille des champs, la quatrième présente les clés primaires de chaque table et la dernière colonne est destinée à décrire les champs.





Chapitre V : Conception et présentation de l'application

Nom du champ	Type de données	Taille	ID	Description
TWilaya				
CodeW	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la wilaya
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya
CodeWilaya	Numérique	Entier long		Code de la wilaya
TDaira				
CodeD	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la daïra
CodeW	Numérique	Entier long		Identifiant de la wilaya
NomD	Texte	50		Nom de la daïra
CodeWilaya	Numérique	Entier long		Code de la daïra
TCommune				
CodeC	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la commune
CodeD	Numérique	Entier long		Identifiant de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
CodeCommune	Numérique	Entier long		Code de la commune
TSituationGeographique				
CodeS	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la situation géographique
CodeW	Numérique	Entier long		Code de la wilaya
CodeD	Numérique	Entier long		Code de la daïra
CodeC	Numérique	Entier long		Code de la commune
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya
NomD	Texte	50		Nom de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
Lieudit	Texte	50		Lieu-dit
LimiteN	Texte	50		Ville limitrophe Nord
LimiteNE	Texte	50		Ville limitrophe Nord-est
LimiteE	Texte	50		Ville limitrophe Est
LimiteSE	Texte	50		Ville limitrophe Sud-est
LimiteS	Texte	50		Ville limitrophe Sud
LimiteSO	Texte	50		Ville limitrophe Sud-ouest
LimiteO	Texte	50		Ville limitrophe Ouest
LimiteNO	Texte	50		Ville limitrophe Nord-ouest
Climat	Mémo			Description climatique
TempEte	Numérique	Entier long		Température moyenne en été
TempHiv	Numérique	Entier long		Température moyenne en hiver
TempMoy	Numérique	Entier long		Température moyenne
Altmin	Numérique	Entier long		Altitude minimale
Altmax	Numérique	Entier long	Altitude maximale	
Alt moy	Numérique	Entier long	Altitude moyenne	
Pluvio	Numérique	Entier long	Pluviométrie	
Hydrographie	Mémo		Description hydrographique	
Carte	Objet OLE		Carte géographique (Image)	
TGeologieRegionale				
CodeGeol	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la géologie régionale
CodeS	Numérique	Entier long		Identifiant de la situation géographique
DomaineGeol	Texte	50		Domaine géologique
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya


Chapitre V : Conception et présentation de l'application

NomD	Texte	50		Nom de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
Lieudit	Texte	50		Lieu-dit
StructureGeol	Mémo			Description structurale
DescriptionTopo	Mémo			Description topographique
TTectonique				
CodeTec	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la tectonique
CodeGeol	Numérique	Entier long		Identifiant de la géologie régionale
UniteTec	Texte	50		Unité tectonique
TypeTec	Texte	50		Type tectonique
Direction	Texte	50		Direction
Comm	Mémo			Commentaire tectonique
TStratigraphie				
CodeStrati	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la stratigraphie
CodeGeol	Numérique	Entier long		Identifiant de la géologie régionale
Age	Texte	50		Âge de la formation
RocheRep	Texte	50		Roche représentative
Descr	Mémo			Description
THydrogeologie				
CodeHydro	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de l'hydrogéologie
CodeGeol	Numérique	Entier long		Identifiant de la géologie régionale
EauRoche	Oui/Non	Booléen		Eau liée aux roches
Debit	Numérique	Entier long		Débit d'eau
TypeE	Texte	50		Type d'écoulement
TypeA	Texte	50		Type d'aquifère
Prof	Numérique	Entier long		Profondeur du niveau piézométrique
Capacite	Numérique	Entier long		Capacité de l'aquifère
Forage	Mémo			Forages hydrogéologiques
Coupe	Mémo			Coupes hydrogéologiques
TProspection				
CodeProsp	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la prospection
CodeS	Numérique	Entier long		Identifiant de la situation géographique
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya
NomD	Texte	50		Nom de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
Lieudit	Texte	50		Lieu-dit
Coche	Oui/Non	Booléen		Coche d'enregistrement
TTitreProspection				
CodeTitre	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du Titre de prospection
CodeProsp	Numérique	Entier long		Identifiant de la prospection
OrganismeProsp	Texte	50		Organisme prospectant
NumTitre	Texte	50		Numéro du titre
NomTitre	Texte	50		Nom du titre
TypeTitre	Texte	50		Type du titre
Superficie	Numérique	Entier long		Superficie de prospection
DateOctroi	Date/Heure	Entier long		Date d'octroi du titre
DureeValid	Numérique	Entier long		Durée de validité du titre







Chapitre V : Conception et présentation de l'application

DateExpir	Date/Heure	Entier long		Date d'expiration du titre	
Prevenir	Numérique	Entier long		Prévenir avant l'expiration	
CoutTotal	Monétaire	Réel double		Coût total des travaux de prospection	
TCooProspection					
CodeB	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la borne	
CodeTitre	Numérique	Entier long		Identifiant du Titre de prospection	
Borne	Texte	50		Nom de la borne	
X	Numérique	Entier long		Coordonnée X	
Y	Numérique	Entier long		Coordonnée Y	
TTravauxProspection					
CodeTrav	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du travail	
CodeTitre	Numérique	Entier long		Identifiant du Titre de prospection	
Travail	Texte	50		Intitulé du travail	
TypeT	Texte	50		Type du travail	
AnneeT	Numérique	Entier long		Année de réalisation du travail	
EntrepriseT	Texte	50		Entreprise réalisatrice du travail	
NombreUO	Numérique	Entier long		Nombre d'unité d'œuvre	
Cout	Monétaire	Réel double		Coût unitaire de réalisation	
SynResul	Mémo			Synthèse des résultats	
RapportT	Texte	50		Intitulé du rapport des résultats	
Auteur	Texte	50		Auteur du rapport des résultats	
LocalR	Texte	50		Localisation physique du rapport	
TResultatProspection					
CodeRP	NuméroAuto	Entier long			Identifiant du résultat de la prospection
CodeProsp	Numérique	Entier long		Identifiant de la prospection	
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya	
NomD	Texte	50		Nom de la daïra	
NomC	Texte	50		Nom de la commune	
LieuDit	Texte	50		Lieu-dit	
OrganismeProsp	Texte	50		Organisme prospectant	
NumTitre	Texte	50		Numéro du titre	
NomTitre	Texte	50		Nom du titre	
Superficie	Numérique	Entier long		Superficie de prospection	
TDecisionExploration					
CodeExplor	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la décision d'exploration	
CodeRP	Numérique	Entier long		Identifiant du résultat de la prospection	
NomIndice	Texte	50		Nom de l'indice minéralisé	
Mineralisation	Texte	50		Nom de la minéralisation	
Tonnage0	Numérique	Reel double		Tonnage de la minéralisation	
Teneur0	Numérique	Reel double		Teneur de la minéralisation	
CoursM	Monétaire	Reel double		Cours de la minéralisation	
DecisionExplor	Texte	3		Décision d'exploration	
Justifi	Mémo			Justificatif	
TExploration					
CodeExplor	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de l'exploration	
CodeRP	Numérique	Entier long		Identifiant du résultat de la prospection	
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya	




Chapitre V : Conception et présentation de l'application

NomD	Texte	50		Nom de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
Lieudit	Texte	50		Lieu-dit
Coche	Oui/Non	Booléen		Coche d'enregistrement
TTitreExploration				
CodeTitre	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du Titre d'exploration
CodeExplor	Numérique	Entier long		Identifiant de l'exploration
OrganismeProsp	Texte	50		Organisme explorant
NumTitre	Texte	50		Numéro du titre
NomTitre	Texte	50		Nom du titre
TypeTitre	Texte	50		Type du titre
Superficie	Numérique	Entier long		Superficie d'exploration
DateOctroi	Date/Heure	Entier long		Date d'octroi du titre
DureeValid	Numérique	Entier long		Durée de validité du titre
DateExpir	Date/Heure	Entier long		Date d'expiration du titre
Prevenir	Numérique	Entier long		Prévenir avant l'expiration
CoutTotal	Monétaire	Réel double		Coût total des travaux de prospection
TCooExploration				
CodeB	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la borne
CodeTitre	Numérique	Entier long		Identifiant du Titre d'exploration
Borne	Texte	50		Nom de la borne
X	Numérique	Entier long		Coordonnée X
Y	Numérique	Entier long		Coordonnée Y
TTravauxExploration				
CodeTrav	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du travail
CodeTitre	Numérique	Entier long		Identifiant du Titre d'exploration
Travail	Texte	50		Intitulé du travail
TypeT	Texte	50		Type du travail
AnneeT	Numérique	Entier long		Année de réalisation du travail
EntrepriseT	Texte	50		Entreprise réalisatrice du travail
NombreUO	Numérique	Entier long		Nombre d'unité d'œuvre
Cout	Monétaire	Entier long		Coût unitaire de réalisation
SynResul	Mémo			Synthèse des résultats
RapportT	Texte	50		Intitulé du rapport des résultats
Auteur	Texte	50		Auteur du rapport des résultats
LocalR	Texte	50		Localisation physique du rapport
TResultatExploration				
CodeRE	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du résultat d'exploration
CodeProsp	Numérique	Entier long		Identifiant de l'exploration
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya
NomD	Texte	50		Nom de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
LieuDit	Texte	50		Lieu-dit
OrganismeProsp	Texte	50		Organisme explorant
NumTitre	Texte	50		Numéro du titre
NomTitre	Texte	50		Nom du titre
Superficie	Numérique	Entier long		Superficie d'exploration
TCorpsExploration				




Chapitre V : Conception et présentation de l'application

CodeCM	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
CodeRE	Numérique	Entier long		Identifiant du résultat d'exploration
NomCM	Texte	50		Nom du corps
TypeCM	Texte	50		Type du corps
PuissCM	Numérique	Réel double		Puissance du corps
ProfCM	Numérique	Réel double		Profondeur du corps
PendCM	Numérique	Entier long		Pendage du corps
DirecCM	Texte	10		Direction de pendage du corps
TMineralisationExploration				
CodeMin	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la minéralisation
CodeCM	Numérique	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
Mineralisation	Texte	50		Nom de la minéralisation
Tonnage1	Numérique	Reel double		Tonnage de la minéralisation
Teneur1	Numérique	Reel double		Teneur de la minéralisation
TypeRessource	Texte	50		Type de ressource
CoursM	Monétaire	Réel double		Cours de la minéralisation
DecisionExploi	Texte	3		Décision d'exploitation
Justifi	Mémo			Justificatif
TGisement				
CodeG	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du gisement
CodeRE	Numérique	Entier long		Identifiant du résultat d'exploration
NomG	Texte	50		Nom du gisement
NomW	Texte	50		Nom de la wilaya
NomD	Texte	50		Nom de la daïra
NomC	Texte	50		Nom de la commune
LieuDit	Texte	50		Lieu-dit
TTitreM				
CodeTitre	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du Titre d'exploitation
CodeG	Numérique	Entier long		Identifiant du gisement
Entreprise	Texte	50		Entreprise exploitante
NumTitre	Texte	50		Numéro du titre
NomTitre	Texte	50		Nom du titre
TypeTitre	Texte	50		Type du titre
Superficie	Numérique	Entier long		Superficie d'exploitation
DateOctroi	Date/Heure	Entier long		Date d'octroi du titre
DureeValid	Numérique	Entier long		Durée de validité du titre
DateExpir	Date/Heure	Entier long		Date d'expiration du titre
Prevenir	Numérique	Entier long		Prévenir avant l'expiration
TCooG				
CodeB	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la borne
CodeTitre	Numérique	Entier long		Identifiant du Titre d'exploitation
Borne	Texte	50		Nom de la borne
X	Numérique	Entier long		Coordonnée X
Y	Numérique	Entier long		Coordonnée Y
TCorps				
CodeCor	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
CodeG	Numérique	Entier long		Identifiant du gisement

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

NomG	Texte	50		Nom du gisement
NomCor	Texte	50		Nom du corps
TypeCor	Texte	50		Type du corps
PuissCor	Numérique	Réel double		Puissance du corps
ProfCor	Numérique	Réel double		Profondeur du corps
PendCor	Numérique	Entier long		Pendage du corps
DirecCor	Texte	10		Direction de pendage du corps
RocheE	Texte	50		Roche encaissante
TypeRE	Texte	50		Type de roche encaissante
PoiVol	Numérique	Réel double		Poids volumique de la roche encaissante
Dur	Numérique	Réel double		Dureté de la roche encaissante
PuissRE	Numérique	Réel double		Puissance de la roche encaissante
PendRE	Numérique	Réel double		Pendage de la roche encaissante
Direction	Texte	10		Direction de pendage de la roche encaissante
Paragenese	Texte	50		Paragenèse
ModeForm	Texte	50		Mode de formation
TauxDec	Numérique	Réel double		Taux de découverte
Comm	Mémo			Commentaire
CO	Oui/Non	Booléen		Exploitation à ciel ouvert
ST	Oui/Non	Booléen		Exploitation souterraine
TEvaluation				
CodeEval	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de l'évaluation
CodeCor	Numérique	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
NomCor	Texte	50		Nom du corps minéralisé
AnneeEval	Numérique	Entier long		Année d'évaluation
MethodEval	Texte	50		Méthode d'évaluation
TMineralisation				
CodeMin	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la minéralisation
CodeEval	Numérique	Entier long		Identifiant de l'évaluation
NomMin	Texte	50		Nom de la minéralisation
TypeRez	Texte	20		Type de réserves
Tonnage	Numérique	Réel double		Tonnage de la minéralisation
Teneur	Numérique	Réel double		Teneur de la minéralisation
TTravauxPreparatoires				
CodeTPrepa	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du travail
CodeCor	Numérique	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
Designation	Texte	50		Intitulé du travail
DateD	Date/Heure	Entier long		Date de début du travail
DateF	Date/Heure	Entier long		Date de fin du travail
Comm	Mémo			Commentaire
Cout	Monétaire	Réel double		Coût du travail
Organisme	Texte	50		Organisme réalisant le travail
TExploitation				
CodeExploi	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de l'exploitation
CodeCor	Numérique	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
Quartier	Texte	50		Nom du quartier d'exploitation
Niveau	Numérique	Réel double		Niveau d'exploitation
Methode	Texte	50		Méthode d'exploitation

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

Prod	Numérique	Réel double		Production
DateD	Date/Heure	Entier long		Date de début d'exploitation
DateF	Date/Heure	Entier long		Date de fin d'exploitation
NomCor	Texte	50		Nom du corps minéralisé
TTravauxExploitation				
CodeTravExploi	NuméroAuto	Entier long		Identifiant du travail
CodeExploi	Numérique	Entier long		Identifiant de l'exploitation
Designation	Texte	50		Intitulé du travail
Comm	Mémo			Commentaire
Cout	Monétaire	Réel double		Coût du travail
Organisme	Texte	50		Organisme réalisant le travail
TExtraction				
CodeExtra	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de l'extraction
CodeExploi	Numérique	Entier long		Identifiant de l'exploitation
NomMin	Texte	50		Nom de la minéralisation extraite
Tonnage	Numérique	Réel double		Tonnage de la minéralisation extraite
Teneur	Numérique	Réel double		Teneur de la minéralisation extraite
TTraitement				
CodeT	NuméroAuto	Entier long	Oui	Identifiant du traitement
CodeExtra	Numérique	Entier long		Identifiant de l'extraction
Procede	Texte	50		Procédé de traitement
Type	Texte	50		Type du procédé
Entreprise	Texte	50		Entreprise réalisatrice
Cout	Monétaire	Réel double		Coût du procédé
Comm	Mémo			Commentaire
CodeExploi	Numérique	Entier long		Identifiant de l'exploitation
NomMin	Texte	50		Nom de la minéralisation traitée
Prod	Numérique	Entier long		Production
TPPhysicoChim				
CodePP	NuméroAuto	Entier long		Identifiant des propriétés physico chimiques
CodeExtra	Numérique	Entier long		Identifiant de l'extraction
CodeExploi	Numérique	Entier long		Identifiant de l'exploitation
NomMin	Texte	50		Nom de la minéralisation traitée
PoiVol	Numérique	Réel double		Poids volumique
Densite	Numérique	Réel double		Densité
Durete	Numérique	Réel double		Dureté
Forme	Texte	50		Forme
Couleur	Texte	50		Couleur
CouleurT	Texte	50		Couleur de la trace
Trans	Texte	50		Transparence
Eclat	Texte	50		Eclat
Clivage	Texte	50		Clivage
Lumin	Texte	50		Luminescence
Cohesion	Texte	50		Cohésion
Magnetisme	Texte	50		Magnétisme
Radio	Texte	50		Radioactivité
FormuleC	Texte	50		Formule chimique
CompC	Texte	50		Composition chimique

Chapitre V : Conception et présentation de l'application


Fusibilite	Texte	50		Fusibilité
Solubilite	Texte	50		Solubilité
Efferv	Texte	50		Effervescence
Comm	Mémo			Commentaire
image	Objet OLE			Image du minéral
TRehabilitation				
CodeReha	NuméroAuto	Entier long		Identifiant de la réhabilitation
CodeCor	Numérique	Entier long		Identifiant du corps minéralisé
Designation	Texte	50		Intitulé du travail de réhabilitation
DateD	Date/Heure	Entier long		Date de début de réhabilitation
DateF	Date/Heure	Entier long		Date de fin de réhabilitation
Cout	Monétaire	Réel double		Coût du procédé
Entreprise	Texte	50		Entreprise réalisatrice
Comm	Mémo			Commentaire

Tableau V.1 : Le dictionnaire de données.

2.3. Schéma relationnel

Maintenant que chaque donnée a sa place dans une table, les tables doivent être liées entre elles avec des relations pour constituer le modèle physique de données.

Nous avons scindé notre schéma relationnel en quatre blocs :

- Schéma relationnel d'avant mine et de prospection (figure V.10)
- Schéma relationnel du résultat de prospection et d'exploration (figure V.11)
- Schéma relationnel du résultat d'exploration et de décision d'exploitation (figure V.12)
- Schéma relationnel d'exploitation proprement dite et de réhabilitation (figure V.13)

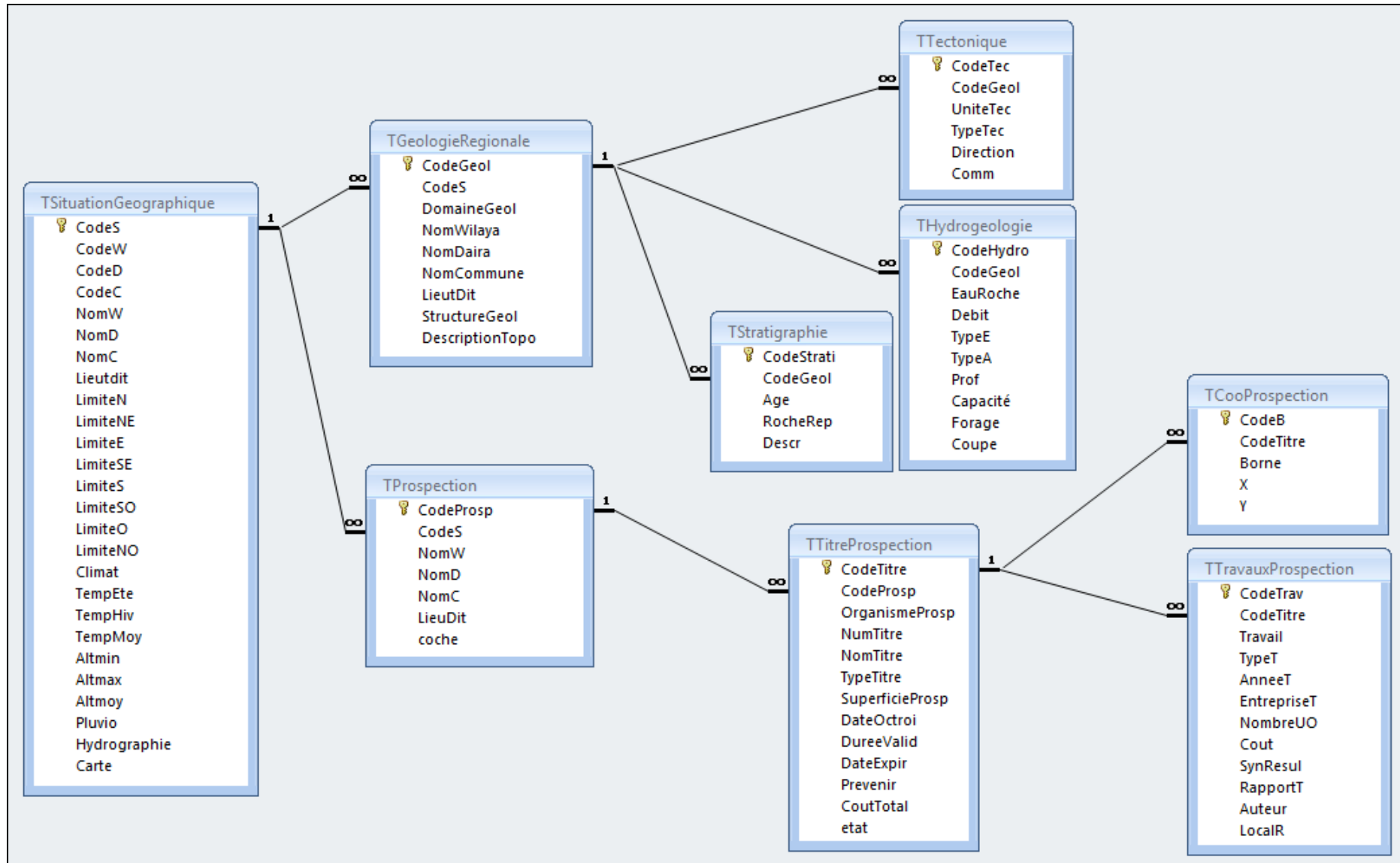


Figure V.10 : Schéma relationnel d'avant mine et de prospection.

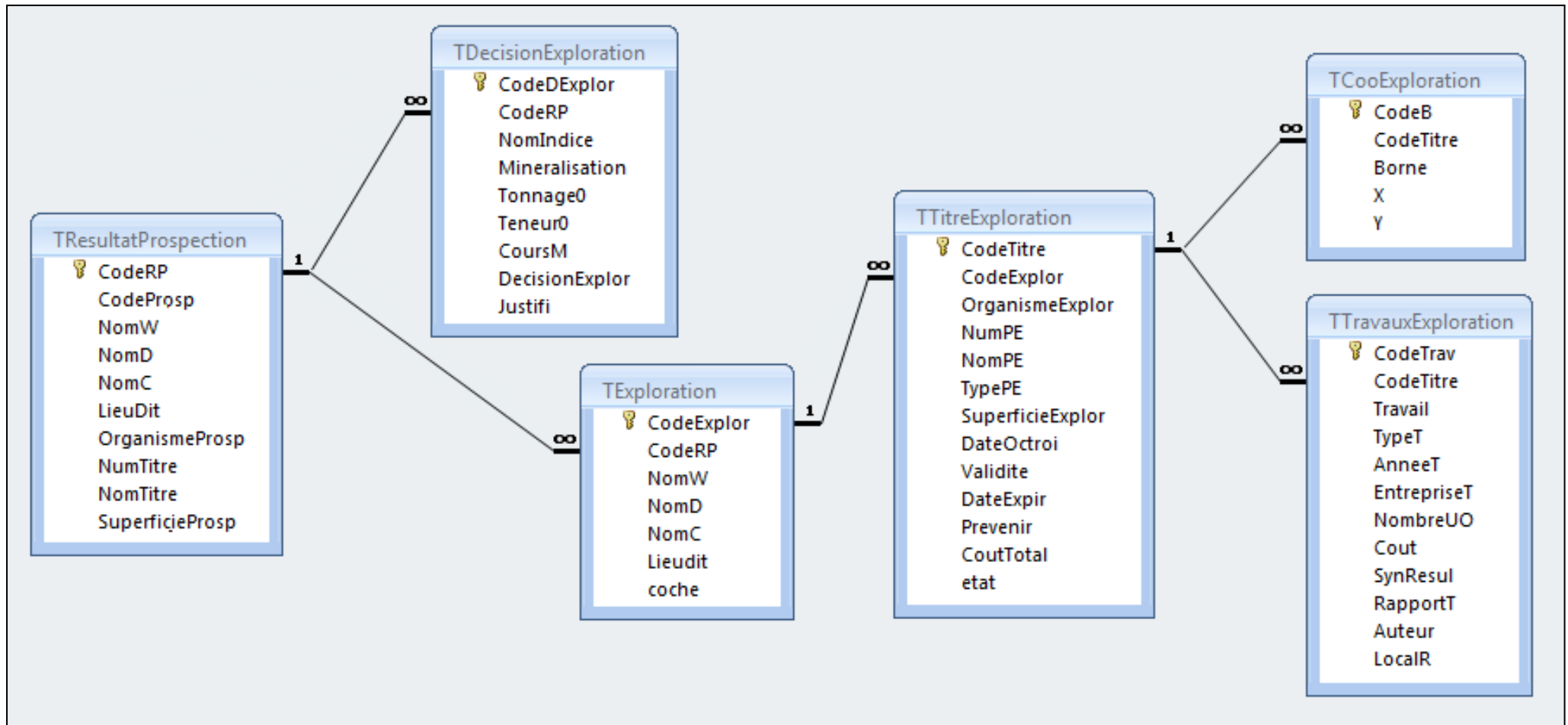


Figure V.11 : Schéma relationnel du résultat de prospection et d'exploration.

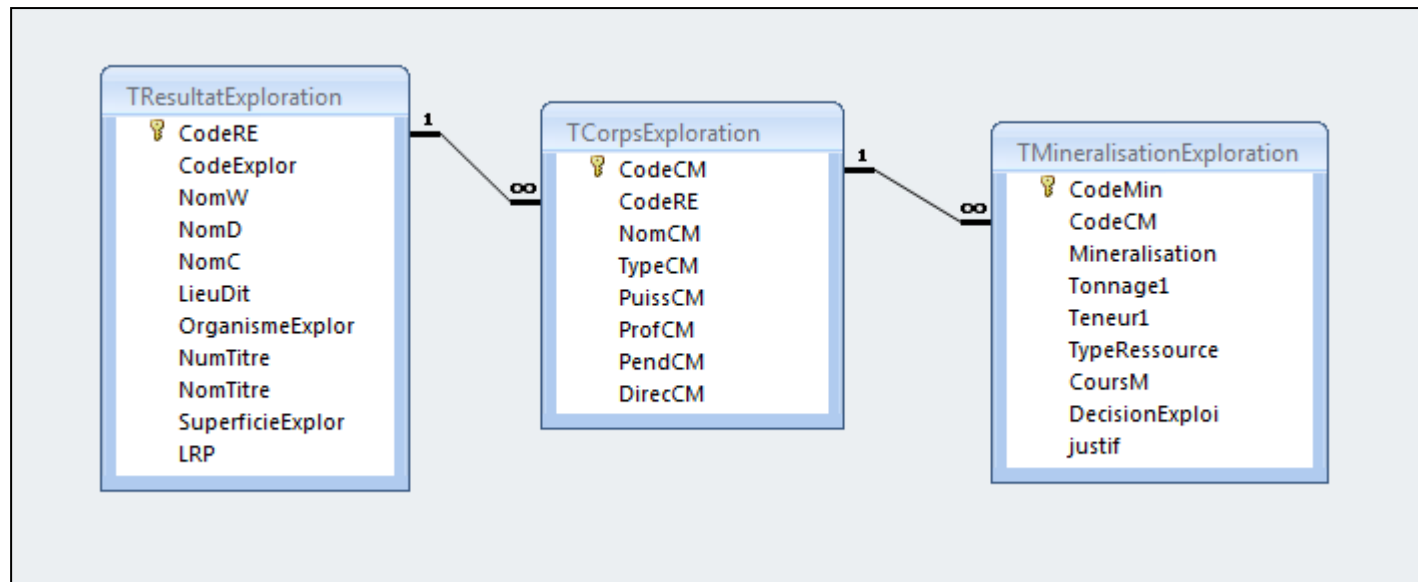


Figure V.12 : Schéma relationnel du résultat d'exploration et de décision d'exploitation

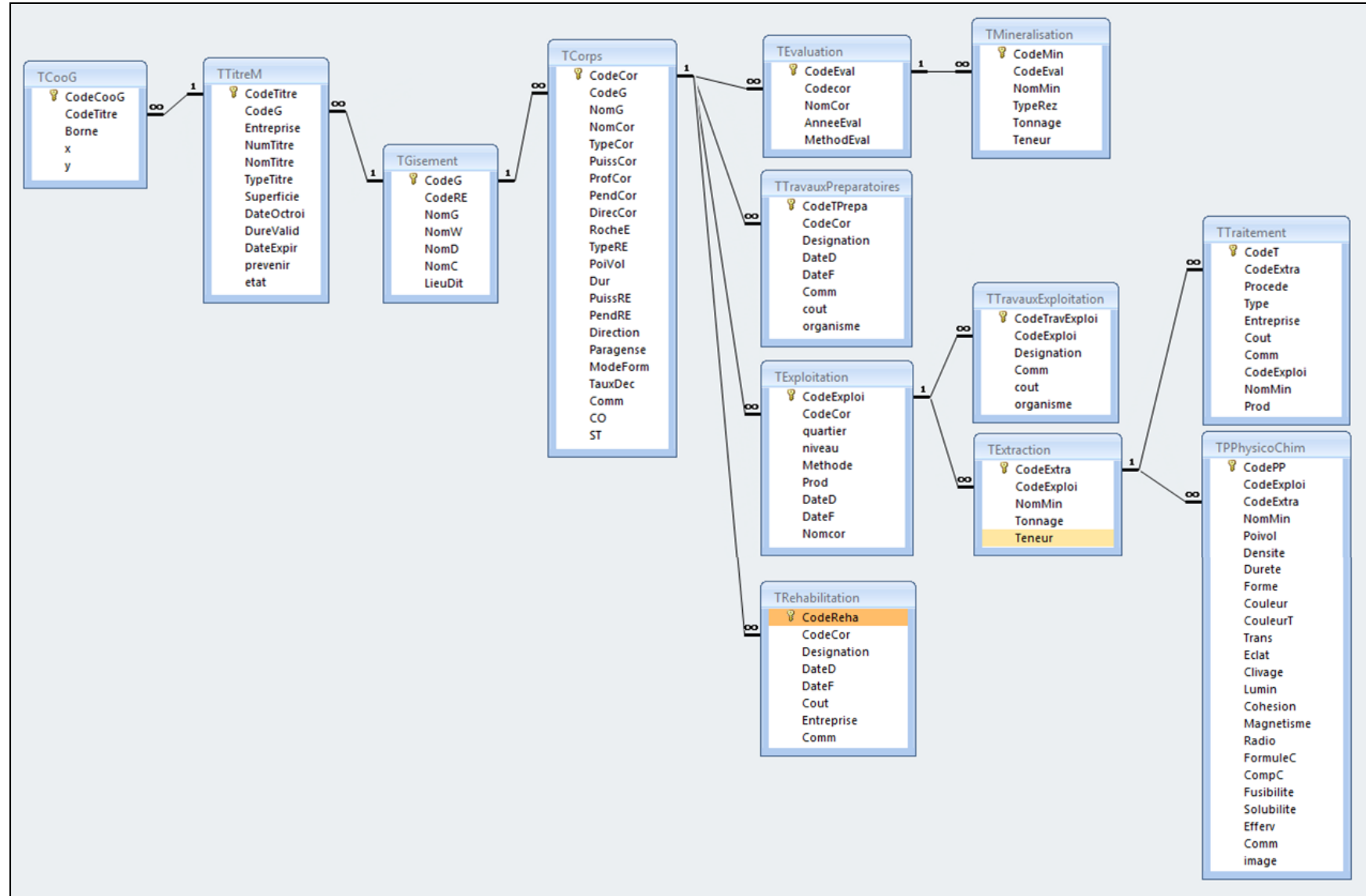


Figure V.13 : Schéma relationnel d'exploitation proprement dite et de réhabilitation

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

Le découpage du schéma relationnel en blocs crée une certaine indépendance entre les blocs vu qu'il y'a pas de relations qui les lient.

Or, l'information contenue à l'amont de chaque bloc prend son origine à partir du bloc qui le précède. Nous avons donc effectué le remplissage des premières tables de chacun des blocs par code (DAO) (figure V.14).

```
Option Compare Database
Private Sub Command8_Click()
Dim ORst As DAO.Recordset
Dim ODb As DAO.Database
Dim VCodeCN As String
Set ODb = CurrentDb

'si on valide un enregistrement vide
If IsNull(CodeCN) Then
MsgBox "Il n'y a rien à valider.", vbExclamation, "PFE"
Else
VCodeCN = Nz(DLookup("CodeCN", "TSituationGeographique", "Codes=" & Me.CodeCN), 0)

If VCodeCN <> Me.CodeCN Then
DoCmd.RunCommand acCmdSaveRecord
Set ORst = ODb.OpenRecordset("TSituationGeographique", dbOpenDynaset)

'Passe en mode ajout
ORst.AddNew

'Affecte les différents champs
ORst.Fields("Codes").Value = Me.CodeCN
ORst.Fields("NomW").Value = Me.NomW
ORst.Fields("NomD").Value = Me.NomD
ORst.Fields("NomC").Value = Me.NomC
ORst.Fields("Lieudit").Value = Me.LieuDit

'Met à jour
ORst.Update

'Libération des objets
ORst.Close
ODb.Close
Set ORst = Nothing
Set ODb = Nothing

'SI NON
Else
DoCmd.RunCommand acCmdSaveRecord

Set ORst = ODb.OpenRecordset("SELECT * FROM TSituationGeographique WHERE Codes =" & Me.CodeCN)

'Parcours le jeu d'enregistrement jusqu'à la fin
While Not ORst.EOF

'affecte les enregistrement et leurs modifications
ORst.Edit
ORst.Fields("Codes").Value = Me.CodeCN
ORst.Fields("NomW").Value = Me.NomW
ORst.Fields("NomD").Value = Me.NomD
ORst.Fields("NomC").Value = Me.NomC
ORst.Fields("Lieudit").Value = Me.LieuDit

'Passe au suivant
ORst.Update
ORst.MoveNext
Wend
End If

DoCmd.OpenForm "FSituationGeographique", , , "[Codes]=" & Me.CodeCN

End If
Exit Sub
VerrErg:
MsgBox "Cet enrgistrement a déjà été validé.", vbCritical, "PFE"
End Sub
```

Figure V.14 : Exemple de remplissage d'une table par code DAO.

3. Présentation de l'application

3.1. La barre d'outils

La barre d'outils présente les différents chemins d'accès qui permettent d'atteindre les différentes fonctionnalités de l'application. C'est en quelques sorte un raccourci mis à la disposition de l'utilisateur afin de faciliter l'usage de l'application et d'optimiser le temps de recherche.

Comme illustré dans la figure V.15, la barre d'outils de l'application est présentée en rubriques.

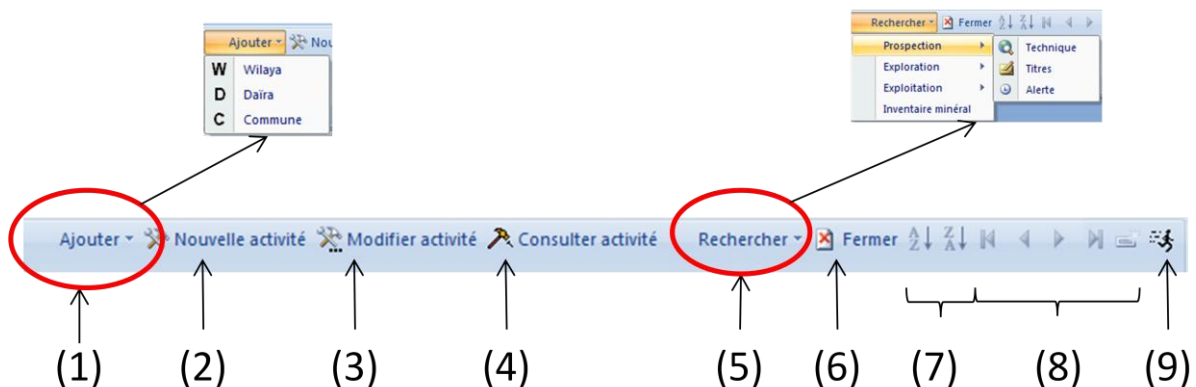


Figure V.15 : Barre d'outils de l'application.

- (1) Le paramétrage : il constitue un menu qui permet d'ajouter une wilaya, une daïra ou une commune.
- (2) Chemin permettant de créer une nouvelle activité.
- (3) Chemin permettant de modifier ou de compléter une activité.
- (4) Consulter les données sans avoir la possibilité de modifier le contenu.
- (5) La recherche : elle constitue un menu qui permet d'effectuer des recherches d'informations sur les données techniques et les données des titres concernant une activité minière données.
- (6) Fermer : sert à fermer les formulaires chargés.
- (7) Permet de faire le tri des enregistrements selon l'ordre alphabétique.
- (8) Boutons permettant d'atteindre un enregistrement (premier, précédent, suivant, dernier et nouveau).
- (9) Quitter la base de données.

3.2. Séquence de saisie

Afin de stocker de l'information dans notre application, l'utilisateur devra saisir les données dans des formulaires.

Les formulaires de saisie sont ordonnés selon une séquence de saisie bien définie (Figure V.16)

- Formulaire situation géographique (Figure V.17)
- Formulaire géologie régionale (Figure V.18) (sous-formulaire tectonique, sous-formulaire stratigraphie, sous-formulaire hydrogéologie)
- Formulaire prospection (Figure V.19) (sous-formulaire titre minier, sous-formulaire coordonnées, sous-formulaire travaux)
- Formulaire résultat prospection (Figure V.20) (sous-formulaire ressources de prospection / décision exploration)
- Formulaire exploration (Figure V.21) (sous-formulaire titre minier, sous-formulaire coordonnées, sous-formulaire travaux)
- Formulaire résultat exploration (Figure V.22) (sous-formulaire ressources minérales / décision exploitation)
- Formulaire gisement (Figure V.23) (sous-formulaire titre minier, sous-formulaire coordonnées)
- Formulaire corps minéralisés (Figure V.24) (sous-formulaire évaluation des réserves, sous-formulaire travaux préparatoires)
- Formulaire exploitation (Figure V.25) (sous-formulaire travaux d'exploitation, sous-formulaire d'extraction, formulaire traitement (Figure V.26), formulaire propriétés physicochimiques (Figure V.27))
- Formulaire réhabilitation (Figure V.28) (sous-formulaire travaux de réhabilitation)

Figure V.16 : Séquence de saisie des données.

		<p>Données d'avant une quelconque activité minières</p>
<p>Situation géographique</p>	<p>Géologie régionale</p>	
		<p>Données de prospection</p>
<p>Prospection</p>	<p>Résultat de prospection</p>	
		<p>Données d'exploration</p>
<p>Exploration</p>	<p>Résultat d'exploration</p>	
		<p>Données d'exploitation</p>
<p>Gisement</p>	<p>Corps minéralisés</p>	
<p>Exploitation</p>	<p>Traitement</p>	<p>Propriétés physicochimiques</p>
		<p>Données d'après mines</p>
<p>Réhabilitation</p>		

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

The screenshot shows the 'FSituationGeographique' application window. The title bar includes 'Situation Géographique', 'Accueil', 'Géologie Régionale', and 'Prospection'. The main content area is divided into several sections:

- CodeS**: A text input field containing '23'.
- Localisation administrative**: A form with four input fields: 'Wilaya' (ADRAR), 'Daïra' (Adrar), 'Commune' (Adrar), and 'Lieu-dit' (Adrar).
- Villes limitrophes**: A diagram of a compass rose with eight surrounding input fields for neighboring towns.
- Climat**: A form with four input fields: 'Température moyenne en été', 'Température moyenne en hiver', 'Température moyenne', and 'Pluviométrie (mm/an)'. Below it is a 'Description climatique' text area.
- Altitude**: A form with three input fields: 'Minimum', 'Moyenne', and 'Maximum'. Below it is a 'Description hydrographique' text area.

Figure V.17 : Formulaire de saisie des données de la situation géographique.

The screenshot shows the 'FGeologieRegionale' application window. The title bar includes 'Géologie régionale', 'Situation Géographique', 'Tectonique', 'Stratigraphie', and 'Hydrogéologie'. The main content area is divided into several sections:

- Code S**: '23' and **Code géol**: '11'.
- Code hydrog**: '1' and **Code géol**: '11'.
- Localisation administrative**: A form with four input fields: 'Wilaya' (ADRAR), 'Daïra' (Adrar), 'Commune' (Adrar), and 'Lieu-dit' (Adrar).
- Domaine géologique***: A dropdown menu showing 'Plate forme saharienne'.
- Structure géologique**: A text area.
- Description topographique**: A text area.
- Hydrogéologie**: A section with navigation buttons (back, forward, search, etc.) and several input fields: 'Eau liée aux roches' (checkbox), 'Débit écoulement', 'Type écoulement', 'Type aquifère', 'Profondeur nappe', and 'Capacité'. Below these is a 'Forage hydrogéologique' text area.
- Coupe hydrogéologique**: A large empty text area for a hydrogeological cross-section.

Figure V.18 : Formulaire de saisie des données de la géologie régionale.

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

The screenshot shows the 'FProspection' application window. The main title bar is 'FProspection'. The window is divided into three tabs: 'Prospection', 'Situation Géographique', and 'Résultat prospection'. The 'Situation Géographique' tab is active. It contains several sections:

- Localisation administrative:** Includes fields for 'Wilaya' (ADRAR), 'Daïra' (Adrar), 'Commune' (Adrar), and 'Lieu-dit' (Adrar). There are also 'CodeS' (23) and 'Code prosp' (51) fields.
- Titre Minier:** Includes fields for 'CodeProsp' (51), 'CodeTitre' (27), 'Numéro de l'autorisation' (123), 'Date d'octroi' (05/06/2012), 'Date d'expiration' (05/06/2013), 'Organisme prospection' (Adrar), 'Type d'autorisation' (Premier titre), 'Durée de validité' (12 (mois)), 'Prévenir avant' (6 (mois)), 'Superficie' (123 (hectar)), and 'Nom de l'autorisation' (Adrar123). There is also an 'Etat' dropdown menu set to 'Expiré'.
- Coordonnées:** A section with a 'CodeTitre' field and a 'Borne' section with 'X' and 'Y' coordinates. A 'CodeB' field is also present with a mask '#####'. A 'Travaux' button is located to the right.

Figure V.19: Formulaire de saisie des données de prospection.

The screenshot shows the 'FResultatProspection' application window. The main title bar is 'FResultatProspection'. The window is divided into three tabs: 'Résultat Prospection', 'Prospection', and 'Exploration'. The 'Résultat Prospection' tab is active. It contains several sections:

- Localisation administrative:** Includes fields for 'Wilaya' (ADRAR), 'Daïra' (Adrar), 'Commune' (Adrar), and 'Lieu-dit' (Adrar). There are also 'CodeRP' (50) and 'CodeProsp' (51) fields.
- Titre minier:** Includes fields for 'Nom Autorisation' (Adrar123), 'Numéro Autorisation' (123), 'Organisme prospectant' (Adrar), and 'Superficie' (123).
- Ressources de prospection:** A table with columns: 'Minéralisation', 'Tonnage', 'Teneur', 'Cours', 'Explorer?', and 'Justificatif'. The table contains three rows of data: 'fer', 'aluminium', and 'calcaire'. The 'Explorer?' column has dropdown menus with 'Non' and 'Oui' options. There are 'Justificatif' input fields and 'X' buttons for each row.

Figure V.20: Formulaire de saisie des données du résultat de prospection.

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

Exploration

Résultat prospection

Résultat Exploration

Localisation administrative

CodeRP 50

Code explor 25

Wilaya ADRAR

Daïra Adrar

Commune Adrar

Lieu-dit Adrar

Titre minier

Titre Minier

Code explor 25

CodeTitre 16

Organisme explorant * r

Superficie * 65 (hectar)

Numéro permis * f

Nom permis * f

Type permis * Premier titre

Date d'octroi * 15/06/2012

Durée de validité * 12 (mois)

Prévenir avant * 3 (mois)

41440

Date d'expiration 15/06/2013

Etat Valide

Coordonnées

CodeB #####

Borne X Y

CodeT 16

Travaux

Figure V.21 : Formulaire de saisie des données d'exploration.

Résultat Exploration

Exploration

Gisement

CodeExplor 25

CodeRE 27

Localisation administrative

Wilaya ADRAR

Daïra Adrar

Commune Adrar

Lieu-dit Adrar

Titre minier

Entreprise r

Numéro f

Nom f

Superficie 65

Corps Minéralisés

CodeCM 27

CodeRE 27

Nom corps * h

Type

PuissanceCM

Profondeur

Pendage

Direction pendage

Minéralisations

Ressources d'exploration

CodeMin 69

CodeCM 27

Minéralisation * calcaire

Tonnage

Teneur

Type Ressources

Cours

Exploiter? * Non

Justificatif

calcaire

Oui

Justificatif

Justificatif

Figure V.22: Formulaire de saisie des données du résultat d'exploration.

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

Localisation administrative

Code G Code RE

Wilaya Daïra Commune Lieu-dit Nom Gisement* Titre minier

Code T Code G

Titre minier

Numéro* Type* Nom* Organisme exploitant* Date d'octroi* Durée de validité* (mois) Date d'expiration Etat Prévenir avant* (mois) Superficie* (hectare)

Coordonnées

CodeTitre CodeCooG

Borne	x	y
<input type="text"/>	<input type="text" value="123"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text" value="123"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text" value="123"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figure V.23: Formulaire de saisie des données du gisement.

Corps

Code G Code RE Gisement Code cor

Nom corps* Taux de découverte Mode d'exploitation* à ciel ouvert souterraine

Encaissant

Roche encaissante* Type Poids volumique Dureté Puissance Pendage Direction Paragenèse Mode de formation Commentaire

Minéralisation

Code éval Code cor Année évaluation* Méthode d'évaluation Minéralisations

Nom minéralisation*	Type réserves	Tonnage*	Teneur*
<input type="text" value="calcaire"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="123"/>	<input type="text" value="60,00%"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figure V.24 : Formulaire de saisie des données des corps minéralisés.

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

FExploitation

Exploitation Corps Travaux d'exploitation **Extraction** Réhabilitation

Code exploi 21 CodeG 22 CodeCor 34

Corps h

Quartier

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏶ ⏷

Nom du quartier * nom

Niveau * 123

Méthode d'exploitation * OI

Date début * 12/06/2013

Date fin

Production

Extraction

Quartier nom CodeExploi 21 CodeExtra 21

Nom minéralisation * Tonnage Teneur

f

Traitement Propriétés

Traitement Propriétés

Figure V.25 : Formulaire de saisie des données d'exploitation.

FTraitement

Traitement **Exploitation**

f

CodeExploi 21 CodeT (Nouv.) CodeExtra 21

Procédé Type Entreprise Coût Production

Commentaire

Traitement

Coût total

Figure V.26 : Formulaire de saisie des données de traitement.

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

The screenshot shows a software window titled 'FPhysicoChim' with a dark blue header. The left sidebar contains 'Propriétés physico-chimique' and 'Exploitation'. The main area has a red 'f' icon and three input fields: 'CodeExploi' (21), 'CodeExtra' (21), and 'CodePP' (Nou). Below this is a large empty box labeled 'image' and a smaller one labeled 'Commentaire'. To the right is a list of chemical properties, each with an input field: 'Formule chimique', 'Composition chimique', 'Fusibilité', 'Solubilité', 'Effervescence', 'Poids volumique', 'Densité', 'Dureté', 'Forme' (dropdown), 'Couleur', 'Couleur de la trace', 'Transparence' (dropdown), 'Eclat', 'Clivage' (dropdown), 'Luminescence' (dropdown), 'Cohésion' (dropdown), 'Magnétisme', and 'Radioactivité'.

Figure V.27 : Formulaire de saisie des données des propriétés physicochimiques.

The screenshot shows a software window titled 'FRéhabilitation' with a green header. The left sidebar contains 'Réhabilitation' and 'Exploitation'. The main area has a 'Corps' field with '#Nom ?' and a title 'Travaux de réhabilitation'. Below are fields for 'CodeCor' (####) and 'CodeReha' (####). A table with columns 'Designation', 'Entreprise', 'Date Début', 'Date Fin', and 'Cout' is shown with empty rows. To the right is a 'Commentaire' field and a red 'X' button. At the bottom, there is a 'Coût total' field with '#Nom ?'.

Figure V.28 : Formulaire de saisie des données de réhabilitation.

3.3. Contrôles et messages d'erreur

Afin de guider l'utilisateur de l'application et de lui éviter des cliques malheureux (exemple : cliquer sur le bouton supprimer), des boîtes de messages ont été conçues sous programmation VBA. Les boîtes de messages apparaissent automatiquement suite à une action donnée pour informer l'utilisateur et l'avertir des erreurs, des oublis et des conséquences des actions qu'il exécute.

Quelques exemples de boîtes de messages sont illustrés dans les figures ci-dessous :

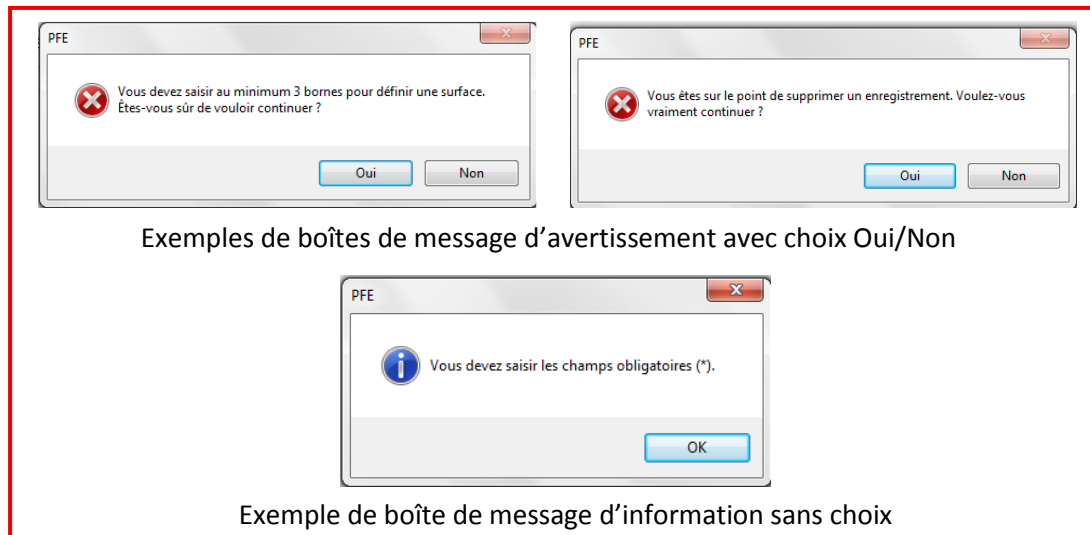


Figure V.29 : exemples de boîtes de messages.

4. Traitement de l'information

Une fois la base de données remplie, nous avons cherché à savoir quelles questions pourront se poser les utilisateurs de notre application, nous avons donc recensés un certain nombre de questions :

- **Questions sur les titres en général**
 - Quels sont les titres miniers qui expirent dans un intervalle de temps donné?
 - Quels sont les titres miniers qui expirent dans une localité données ?
 - Quels sont les titres miniers qui ont atteint la période d'alerte ? (la période d'alerte correspond aux nombre de mois avant lesquels l'utilisateur aura choisi d'être prévenu avant l'expiration du titre minier)
- **Questions sur l'activité de prospection**
 - Quelles sont les minéralisations qui ont fait l'objet d'une prospection ?
 - Quelles sont les prospections qui ont été menés dans une localité données ?
 - Quelles sont les données techniques liées à une prospection donnée ?

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

- **Questions sur l'activité d'exploration**

- Quelles sont les minéralisations qui ont fait l'objet d'une exploration ?
- Quelles sont les explorations qui ont été menées dans une localité donnée ?
- Quelles sont les explorations qui ont été menées sur un type de corps donnée ?
- Quelles sont les données techniques liées à une exploration donnée ?

- **Questions sur l'activité d'exploitation**

- Quelles sont les minéralisations qui ont fait l'objet d'une exploitation ?
- Quelles sont les exploitations qui ont été menées dans une localité donnée ?
- Quelles sont les exploitations qui ont été menées sur un type de corps donnée ?
- Quelles sont les exploitations qui ont suivies un mode d'exploitation donnée ?
- Quelles sont les exploitations qui ont utilisées une méthode d'exploitation donnée ?
- Quelles sont les données techniques liées à une exploitation donnée ?

- **Question sur l'inventaire minéral du pays**

- Quelles sont les ressources et les réserves du pays en une minéralisation donnée ?
-

Exemples de requêtes

Afin de répondre à toutes ces questions, des requêtes ont été créée :

Des requêtes monocritères répondant à une seule question basée sur une table, Exemple : réserves minières en une minéralisation donnée

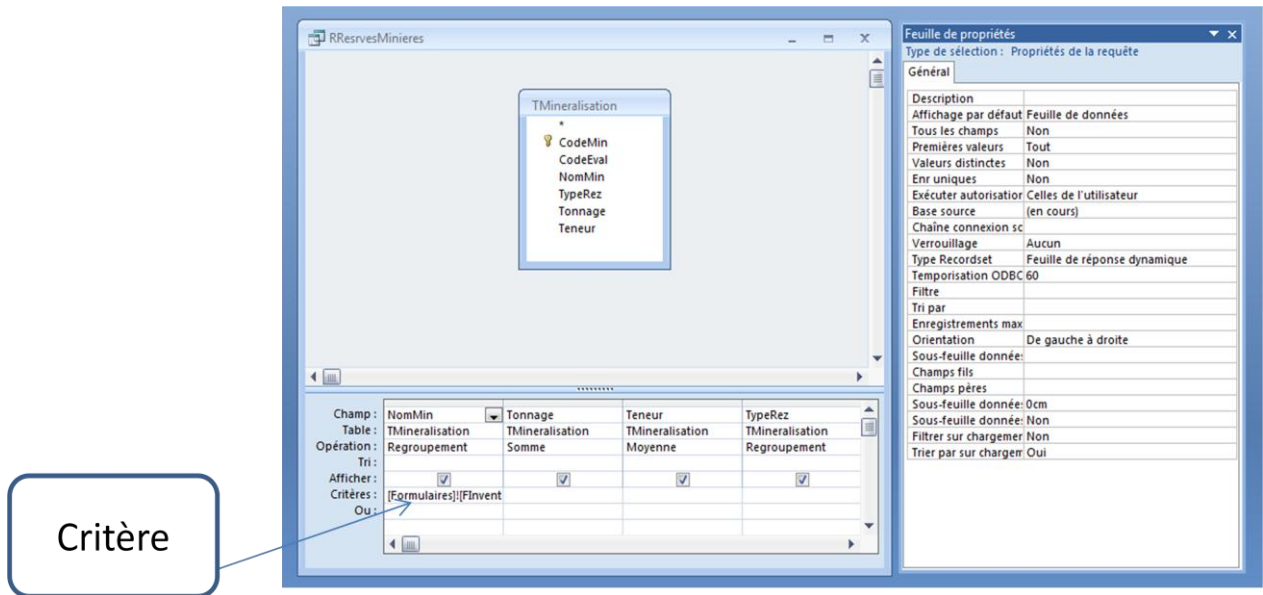


Figure V.30 : exemple de requête monocritère basée sur une table.

Des requêtes multicritères répondant à une question basée sur une table, exemple : Quels sont les titres d'exploitation valides et qui ont atteint la période d'alerte ?

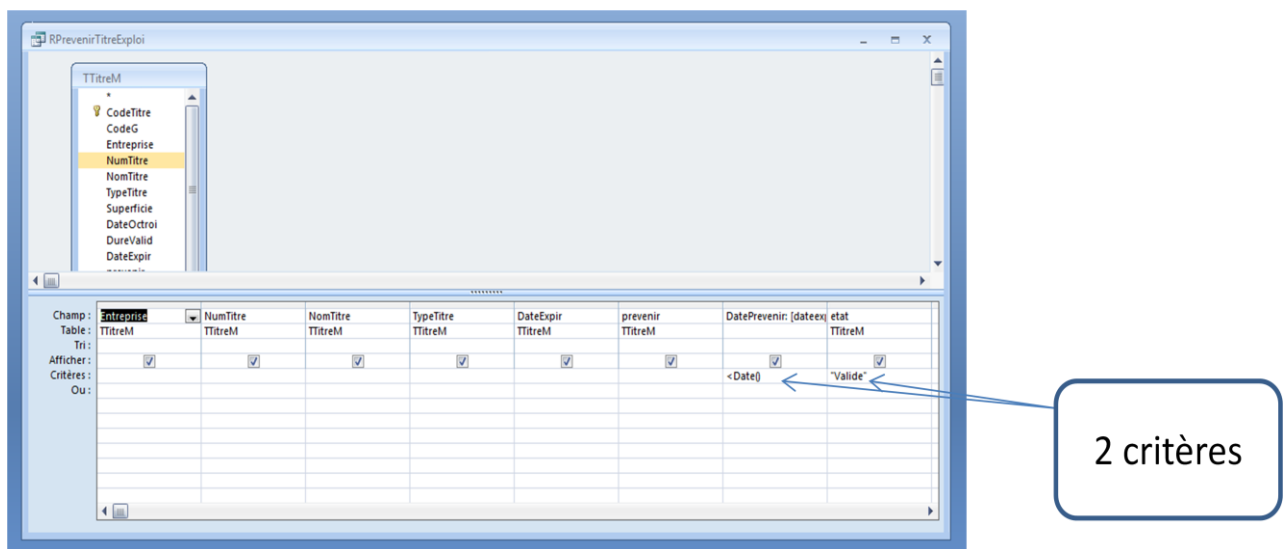


Figure V.31 : exemple de requête multicritères basée sur une table.

5. Affichage des données interrogées

Afin de visualiser les résultats des requêtes à l'écran, des formulaires basés sur ces dernières ont été créés. Des états basés sur ces mêmes requêtes ont été créés pour permettre aux utilisateurs de l'application d'imprimer les résultats renvoyés par les requêtes.

5.1. Formulaires (visualisation à l'écran)

Quelques exemples de visualisation de l'information dans des formulaires sont illustrés dans les figures ci-dessous :

Partie critères de recherche

Partie renvoi de l'information

Wilaya	Daira	Commune	Lieu-dit	Organisme explorant	Numéro du titre	Nom du titre	Type du titre	Superficie explorée	Date d'actuel	Date d'expiration
ADRAR	Adrar	Adrar	Adrar	ORGM	UY	CIU	Premier titre	65	12/06/2012	12/06/2013
ADRAR	Adrar	Adrar	Adrar	Y	Y		Premier titre	65	15/06/2012	15/06/2013
ADRAR	Adrar	Adrar	Adrar	ORGM	UY	UY	Premier titre	56	12/06/2013	12/06/2014
ADRAR	Aoulef	Aoulef	Aoulef	Jimi	PE123	Aoulef123	Premier titre	1240	01/06/2013	01/06/2015

Figure V.32 : Formulaire de recherche multicritère des données d'un titre minier d'exploration.

Partie critères de recherche

Partie renvoi de l'information

Wilaya	Daira	Commune	Lieu-dit	à explorer ?	Organisme prospectant	Superficie prospectée	Minéralisation	
ADRAR	Adrar	Adrar	Adrar	Non	Adrar	123	Fer	Fiche Technique
ADRAR	Adrar	Adrar	Adrar	Non	Adrar	123	aluminium	Fiche Technique
ADRAR	Adrar	Adrar	Adrar	Oui	Adrar	123	calcaire	Fiche Technique
ADRAR	Aoulef	Aoulef	Aoulef	Non	AcoulefProsp	240	Argile	Fiche Technique
ADRAR	Aoulef	Aoulef	Aoulef	Oui	AcoulefProsp	240	Clacte	Fiche Technique
ADRAR	Aoulef	Aoulef	Aoulef	Oui	AcoulefProsp	240	Dolomite	Fiche Technique
ADRAR	Aoulef	Aoulef	Aoulef	Oui	AcoulefProsp	240	Baryte	Fiche Technique

Figure V.33 : Formulaire de recherche multicritère des données techniques de prospection.

The screenshot shows a web application window titled 'fichetecheploi'. The main content is a form titled 'Fiche technique d'exploitation'. The form is organized into several sections:

- Titre minier:** Fields for 'Organisme exploitant' (ZER), 'Numéro du titre' (234), 'Date d'octroi' (13/06/2012), 'Superficie exploitée' (132), 'Nom du titre' (ZER), 'Durée de validité' (12), 'Type de titre' (Concession mir), and 'Date d'expiration' (13/06/2013).
- Coordonnées:** Fields for 'Borne' (x, y) with the value 123.
- Corps:** Fields for 'CORPS', 'Pendage', 'Type', 'Direction', 'Formation', 'Taux de découverte', 'Puissance' (120), and 'Mode d'exploitation' (à ciel ouvert, Souterraine).
- Minéralisation:** Fields for 'Minéralisation' (calcaire), 'Type réserves', 'Tonnage' (123), 'Teneur' (60,00%), 'Année évaluation' (2013), and 'Méthode d'évaluation'.
- Travaux préparatoires:** Fields for 'Travaux préparatoires' (Construction de la piste), 'Entreprise', and 'Coût'.
- Travaux d'exploitation:** Fields for 'Travaux d'exploitation' (f), 'Quartier' (nom), 'Entreprise', and 'Coût'.
- Travaux Fermeture:** Fields for 'Travaux Fermeture', 'Entreprise', and 'Coût'.
- QUARTIER:** Fields for 'QUARTIER' (nom), 'Niveau' (123), and 'Méthode d'exploitator' (OI).
- Mineral Extrait:** Fields for 'Mineral Extrait' (f), 'Quartier' (nom), 'Tonnage', and 'Teneur'.
- Mineral Traité:** Fields for 'Mineral Traité', 'Procédé', 'Type', and 'Coût'.

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Retour' and 'Imprimer'. An arrow points from the 'Imprimer' button to the text 'Bouton impression d'un état'.

Bouton impression d'un état

Figure V.34 : Formulaire d'affichage d'une fiche technique d'exploitation.

5.2. Etats (impression)

Exemple d'un état imprimable : Fiche technique d'une exploitation

Chapitre V : Conception et présentation de l'application

Fiche Technique du Gisement

Titre minier			
Organisme exploitant	ZEM	Superficie	122
Numéro du titre	124	Date d'octroi	15/06/2012
Nom du titre	ZEM	Durée de validité	12
Type de titre	Concession minière	Date d'expiration	15/06/2013

Coordonnées		
Somme	x	y
	122	

Corps exploités

Corps	Type	Puissance	Profondeur	Pendage	Direction	Mode formation	Taux de couverture
h		120					

Minéralisations

Minéral	Type réserves	Tonnage	Teneur	Année évaluation	Méthode d'évaluation
calcaire		122	60,00%	2013	

Travaux Préparatoires

Désignation	Entreprise	Coût
Construction de la piste principale		

Quartiers d'exploitation

Quartier	Niveau	Méthode d'exploitation
nom	122	D

Travaux d'exploitation

Désignation	Entreprise	Coût
f		

Extraction

Minéral extrait	Tonnage	Teneur
f		

Traitement

Procédé	Type	Entreprise	Coût
concassage	Préparation méca		
concassage	Préparation méca		
	Séparation éléctr		
	Séparation éléctr		
f			

Traitement

Procédé	Type	Entreprise	Coût
concassage	Préparation méca		
concassage	Préparation méca		
	Séparation éléctr		
	Séparation éléctr		

Figure V.35 : Etat de la fiche technique d'exploitation.

Bibliographie [1] [2]

Conclusion générale

Conclusion générale

Durant les trois mois de travail sur ce projet, nous avons réussi à créer une application que nous avons nommé PEER (Prospection Exploration Exploitation Réhabilitation).

Cette application est capable d'emmagasiner et de supporter toute l'information concernant les activités minières algériennes et cela durant tout le cycle de la vie d'une mine.

Avant d'y arriver, nous avons analysé le monde de l'activité minière algérienne en étudiant la circulation de l'information entre les différents intervenants du secteur.

L'application permet de :

- rechercher les titres miniers propres à la prospection, l'exploration et l'exploitation. Et cela suivant différents critères ;
- rechercher toute information concernant une prospection, une exploration ou une exploitation. le résultat de cette recherche est renvoyé sous forme de fiches techniques d'activité imprimable.
- faire une alerte afin de prévenir de l'expiration d'un titre minier quelques mois avant son échéance.
- quantifier le potentiel minéral, c'est-à-dire faire un calcul des ressources minérales et réserves minières concernant une minéralisation donnée. Ce calcul est mis à jour automatiquement au fur et à mesure que de nouvelles quantités de minéralisations sont insérées.

La base de données PEER servira à faciliter l'accès à l'information recherchée tout en réduisant le temps consacré à cette recherche.

En se posant de nouvelles questions, plusieurs améliorations peuvent être apportées à notre application :

Au niveau conceptuel : selon les besoins du monde réel, il est possible de rentrer plus en détail dans une activité donnée en ajoutant des tables, des champs ou des relations. Par exemple nous pouvons introduire des données qui concernent le détail d'un plan d'échantillonnage lors d'une exploration.

Au niveau du traitement des données : de nouvelles interrogations peuvent conduire à élargir la recherche d'information en créant de nouvelles requêtes. Par exemple, répondre à la question : quelle est la production annuelle d'une minéralisation donnée en Algérie ?

Bibliographie

- [1] *Access 2007*, Editions l'Abeille.
- [2] Aït Yahiatene A, *Support de cours Access 2007*, département du Génie Minier, ENP, 2011/2012.
- [3] ANGCM, *Guide pour l'élaboration d'une étude d'impact sur l'environnement pour les exploitations minières*, 2003 (mise à jour 2007).
- [4] Duchene M, *Elément d'économie des entreprises minières*, Février 1987.
- [5] Gardarin G, *Base de données objet & relation*, Edition Eyrolles, 2002.
- [6] Howard L. Hartman, Jan M. Mutmansky, *INTRODUCTORY MINING ENGINEERING, second edition*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2002.
- [7] INERIS, GEODERIS, Ecole des Mines de Paris, BRGM, CSTB, DRIRE, *L'élaboration des plans de prévention des risques miniers - Guide méthodologique-volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa-les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émission de gaz de mine*, Rapport d'étude, 2006.
- [8] IUT de Nice – Département INFORMATIQUE – support de cours SGBD1, *Concepts et langages des bases de données relationnelles*.
- [9] Joshua Keith Vincent, *Guide pour l'évaluation des EIE de projets miniers*, Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW), 2010.
- [10] Judith S.Bowman, Sandra L.Emerson, Marcy Darnovsky, *SQL*, Campus Press, 2002.
- [11] Larrousse N, *Création de base de données*, Pearson Education, 2009.
- [12] Mônica Peres Menezes, *Exploitation minière et politique de gestion environnementale*, Thèse présentée à la faculté des études supérieures de l'Université Laval, 2004.
- [13] Pham thu quang, Cyrille Chartier-Kastler, *Merise appliquée, Conception des systèmes d'information, de la théorie à la pratique, méthodes et outils*, éditions Eyrolles, Paris, 1989, éditions Chihab, Alger 1995.
- [14] République Algérienne démocratique et populaire, Ministère de l'énergie et des mines, *Code Minier Algérien, édition 2007*, 2007.
- [15] Sa Majesté la Reine du chef du Canada, *Guide d'information minière pour les communautés autochtones*, Canada, 2006.
- [16] Stassen P, *Initiation à la mine*, université de liège, faculté des sciences appliquées, exploitation des mines, presse universitaire de liège, 1984.