



Projet de fin d'études – LST GARM 2014



Automatisation de gestion des données géologiques sortant de GDM

OCP SA (Entité géologie zone centre | Faculté des sciences et techniques Guéliz

Du 26 Mai au 23 Juin 2014

Encadré par : Mr. Y.DAAFI | Mr. A.BIKARNAF - OCP S.A.-
Mr. M.EL GHORFI -FSTG-

Jury : Mr. H. IBOUH

Réalisé par : Mr. A. EL MACHI | Mr. R. EL BAMIKI

REMERCIEMENTS

Au terme de ce stage, nous tenons à exprimer nos vives reconnaissances, et notre dévouement à Mr Y. Daati responsable de notre stage.

Nos remerciements les plus distingués s'adressent à tous le personnel du service géologie zone centre notamment Mr A. Bikarnat notre parrain de stage, pour leur aide et la qualité de l'encadrement.

Nous remercions de manière très sincère notre encadrant Mr M. Elghorfi pour ses précieux conseils directs et son suivi pendant la période de notre stage, sans oublier nos chers professeurs du département géologie appliquée, en souhaitant que notre travail requiert leur ultime agrément.

Enfin, que tous ceux que nous avons oubliés n'en trouvent pas moins toute notre gratitude.

LISTE DES FIGURES

Fig.1 : Situation géographique du bassin des Gantour.....	14
Fig.2 : Coupe géologique du bassin des Gantour.....	19
Fig.3 : Découpage en blocs via GDM.....	24
Fig.4 : Processus de traitement de données.....	26
Fig.5 : Schéma général de l'analyse multicritères via MAGD [©]	31
Fig.6 : Architecture de MAGD [©]	32
Fig.7 : Anneau comparatif entre temps de traitement manuel et via MAGD [©]	36

TABLE DES MATIÈRES

I.	Le phosphate Marocain :	8
1.	Bassin d'Ouled Abdoun (Khouribga)	8
2.	Bassin des Gantour :	8
3.	Bassin des Meskala :.....	8
4.	Bassin d'Oued Eddahab.....	9
II.	Caractères paléontologiques du phosphate Marocain	9
III.	Phosphatogénèse.....	9
1.	Théorie Biolitique :	10
2.	Théorie Abiolitique :	10
3.	Théorie de Bushinski :.....	10
4.	Théorie de Kazakov :.....	11
IV.	Géochimie du phosphate	11
V.	Bassin des Gantour.....	13
1.	Présentation du Bassin.....	13
2.	Cadre géographique :.....	14
3.	Cadre géologique :.....	15
4.	Cadre structural :.....	15
5.	Cadre hydrogéologique :.....	16

6. Découpage de la série phosphatée au niveau du bassin des Gantour	18
a) Découpage chronostratigraphique.....	18
b) Découpage séquentiel.....	19
I. Introduction	21
II. But et intérêts du projet.....	21
III. Création de la base de données au niveau du bassin des Gantour	22
1. Exploration.....	22
2. Modélisation géologique par GDM.....	22
IV. Data-mining.....	24
1. But et principe.....	24
2. Tâches réalisées en data-mining.....	24
3. Processus de traitement des données	25
V. Stratégie et architecture de l'application	26
1. Algorithme	26
a) Déclaration des variables.....	26
b) Interaction avec la base de données.....	27
c) Fonctions et traitements	28
d) Affichage	28
e) Stockage	28
2. Analyse multicritères.....	28

VI.	Fonctionnalités du MAGD [©]	31
VII.	Contraintes techniques.....	32
VIII.	Performance du MAGD [©]	32
IX.	Impact du MAGD [©]	32
X.	Perspectives d'amélioration	35
	Annexes.....	38

Résumé

Les exploitations minières au niveau des gisements phosphatés du bassin des Gantour sont pilotées par les données des études géo-minières élaborées. Ces données doivent obligatoirement passer par des traitements spéciaux pour en extraire l'information utile sous une configuration spécifiée.

La manipulation de ces données de façon manuelle est pénalisante et coûteuse en termes de temps.

Pour remédier à ces problèmes, nous nous sommes lancés dans le projet de programmation d'une application, sous Windows, qui automatise toutes les opérations manuelle en gagnant le temps et l'effort.

Mots clés : Phosphate, Données, Traitement, information, automatisation...

Abstract

Mining of phosphate deposits in Gantour basin are driven by data of geo-mining studies. These data must go through special processing to extract useful information under a specified configuration.

The handling of such data manually is disadvantageous and costly in terms of time.

In order to solve those problems, we launched the project of programming an application under Windows, which automates all manual operations, saving time and effort.

Key words: Phosphate, Data, Processing, information, automate...

ملخص

إن الاستغلال المعدني للوادع الفوسفاطية على مستوى حوض الكنتور موجه بالمعطيات الواردة من الدراسات الجيولوجية التي تم إجراؤها. إن من اللازم إجراء معالجة خاصة لهذه البيانات من أجل استخراج المعلومات المفيدة في هيئة معينة.

التعامل مع مثل هذه البيانات بطريقة يدوية غير ملائم ومكلف من حيث الوقت، ومن أجل حل هذا الإشكال العويص قمنا بإطلاق مشروع برمجة تطبيق على الويندوز يسمح بالقيام بجميع العمليات اليدوية بشكل أوتوماتيكي رابحين بذلك كثيرا من الوقت والجهد.

كلمات مفتاح: فوسفات، بيانات، معالجة، معلومة، أقذلة...

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La caractérisation géologique et minière des gisements phosphatés des Gantour commence par la phase d'exploration qui sert à délimiter le gisement et à évaluer les ressources, ceci par l'implantation des ouvrages de reconnaissance, éventuellement puits ou sondage traversant la série phosphatée.

Le long de ces ouvrages, des coupes géologiques sont dressées, ainsi qu'un échantillonnage systématique au niveau des strates friables.

Les résultats de ces travaux précités constituent les données brutes de chaque étude.

Ces données subissent des traitements spéciaux via le logiciel GDM (Geological Data Management) pour aboutir à modéliser le gisement concerné et visualiser la répartition spatial de ses paramètres.

A ce stade de modélisation les données brutes sont transformées en une base de données plus étendue qu'il faut valoriser et synthétiser en ce qu'on appelle coupe moyenne et organigramme des ressources.

Cette phase de synthèse, réalisée actuellement à l'aide des classeurs Excel ou des tables Access, mis en relief deux problèmes persistants à savoir :

- Le temps de réalisation assez long ;
- Le potentiel humain mis en action.

Notre projet vient alors pour remédier à ces deux problèmes, et optimiser les activités des géologues, en automatisant la procédure de traitement des données sortant de GDM.

GÉNÉRALITÉS

I. LE PHOSPHATE MAROCAIN :

Le phosphate marocain est de type sédimentaire sous-marin, et se répartit en 4 bassins d'extensions importantes :

1. Bassin d'Ouled Abdoun (Khouribga)

C'est le bassin le plus étendu, et le plus riche en terme de qualité et de quantité du mineraï qu'il renferme.

Il occupe la majeure partie de l'élément morphologique connu sous le nom du plateau des phosphates, ou plateau des Ourdigha bordé par le massif du Maroc central au nord, la plaine de Béni Amir au sud, la massif paléozoïque du Rehamna à l'ouest et le Haut Atlas de Beni Mellal.

Le phosphate d'Ouled Abdoun constitue le terme final d'une couverture sédimentaire qui s'étale de l'infracénomanien au Lutétien supérieur. Le substratum supportant la série est formé de terrains paléozoïques plissés et faillés qui affleurent au niveau du massif central au nord et au niveau du massif des Rehamna vers le sud.

La série phosphatée s'étale du Maestrichtien caractérisé par des dépôts phosphatés très marneux, au Lutétien coiffé par une dalle calcaire.

2. Bassin des Gantour :

Ce bassin est identifié en détails dans le paragraphe Présentation du Bassin de Gantour.

3. Bassin des Meskala :

Le bassin de Meskala est le premier bassin que l'on rencontre à partir de la bordure atlasique en se dirigeant vers le Nord. Il est situé dans la plaine d'Essaouira Haouz. Il est limité par les Jbilet et les collines jurassiques de Mouissate au Nord, le Haut Atlas au Sud, la plaine de Haouz à l'Est et la plaine côtière d'Essaouira à l'Ouest.

4. Bassin d'Oued Eddahab

Il est situé en zone saharienne couvre une vaste région qui part de la zone saharienne d'Edchira au Sud de Laâyoun en près de confluence de Saquia El Hamra et Oued El Khat et se poursuivait en se rétrécissant jusqu'au Sud de la ville de Dakhla, il se limite au Nord et au Nord- Est par les affleurements de la série phosphatée et à l'Ouest par la ligne côtière.

La série phosphatée dans ce bassin s'étend du Maestrichtien à l'Yprésien, avec une puissance qui varie de 10 à 45 m.

Il est important de mentionner, l'existence d'autres gisements de moindre importance et qui ne relèvent, pour le moment, aucun intérêt économique, par exemple : gisement de Timahdit dans le moyen Atlas.

II. CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DU PHOSPHATE MAROCAIN

La série phosphatée marocaine se caractérise par une extrême richesse des faunes de vertèbres, poisson et reptiles. Elles permettent de distinguer les divers termes stratigraphiques de la série rendant ainsi possible la concentration des niveaux phosphatés des divers gisements. A côté de très nombreuses forme de petites tailles. On rencontre assez abondamment de grands prédateurs souvent très grandes tailles, indiquant une mer relativement peu profonde, mais chaude, très aérée et en large communication avec la haute mer. La présence de nombreux spécimens de raies torpilles, squatines indique la prédominance de fond sableux ou vivaient de nombreux mollusques indispensables à la vie de ces espèces.

III. PHOSPHATOGÉNÈSE

Le problème de la phosphatogénèse peut être envisagé à la lumière de deux points de vue entièrement différents :

Point de vue continuiste d'après lequel la phosphatogénèse serait un processus permanent ;

Point de vue discontinuiste pour lequel le phénomène ne s'est produit qu'à certaines périodes privilégiées de l'histoire de la terre.

Dans ces deux grands cadres continuiste ou discontinuiste des théories sur la phosphatogénèse ont évolué :

1. Théorie Biolitique :

Il se limite à l'intervention des organismes (assimilation du phosphore dissout dans les eaux de mers) lorsque les conditions deviennent insupportables (salinité, refroidissement...) les organismes sont fossilisés et cimentés par la calcite ou rarement la silice.

2. Théorie Abiolitique :

Renvoie la formation des phosphates au lessivage de l'apatite (mineraï des roches éruptives dans la formule chimique $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$).

3. Théorie de Bushinski :

Bushinski attribue aux rivières un rôle déterminant pour l'apport du phosphate dans un bassin. Les rivières prennent leur source dans des régions humides et traversant ensuite une région aride avant de se déverser dans le bassin également soumis à un contexte climatique aride.

Ce climat aride favorise l'apport phosphaté aux dépens des matériaux terrigènes : une pédogenèse en climat chaud et humide jouant un rôle d'un «filtre séparateur» permettra d'accroître l'alimentation du bassin en solution phosphatée, en réduisant les apports détritiques. On a aussi montré que le phosphore se présente sous plusieurs formes dans les sols, une partie de la solution minérale issue de la roche mère est évacuée hors du profil, une autre conduit à des phosphates organiques, tandis que les ions phosphatés restants s'associent à des hydroxydes de Fer et d'Aluminium.

Certains gisements phosphatés apportent les arguments en faveur de cette théorie, cependant il est difficile d'imaginer que seule cette source permet la

formation d'un gisement économiquement exploitable. C'est ainsi que certains auteurs font appels aux réserves océaniques.

4. Théorie de Kazakov :

Cette théorie se base sur des données océanographiques anciennes. Kazakov constate que la teneur en P2O5 de l'eau de mer croît avec la profondeur à partir du bas de la zone d'oxydation. Son maximum est atteint vers la profondeur de 500m avec un pourcentage important du gaz carbonique (pH diminué). Si les courants ascendants ramènent les eaux profondes vers la surface en remontant le long du talus continental, le départ du gaz carbonique doit fournir la précipitation des phosphates.

Le dépôt du phosphate s'opère. D'après Kazakov, à deux profondeurs comprises entre 200 et 500. On admet que cette théorie est une base d'explication satisfaisante.

Jusqu'ici certains gisements dans le monde ont été étudiés par des pétrographes, d'autre par des minéralogistes d'autre enfin par des océanographes et chacun a eu tendance à accorder le maximum d'importance aux éléments fournis par sa propre discipline. En fait il semble que ce soit un gisement par une liaison étroite entre les diverses disciplines de la géologie avec la chimie, l'océanographie et même la biologie (car les conditions écologiques de ce milieu si particulier sont encore mal connues) et surtout grâce à des travaux menés en équipe avec beaucoup de cohésion que l'on puisse espérer arriver à une solution à peu près satisfaisante de l'ensemble de ce problème.

IV. GÉOCHIMIE DU PHOSPHATE

Les caractéristiques d'un minéral phosphaté sont en relation direct avec sa teneur en certains éléments chimiques.

Généralement, les éléments chimiques sont classés en fonction de leur abondance relative dont on peut distinguer :

Les Eléments majeurs : sont plus abondants et forment en général 95 à 99% de la quasi-totalité du matériau. Il s'agit des éléments suivants : P_2O_5 ; SiO_2 ; Al_2O_3 ; MgO ; Fe_2O_3 ; CaO ; Na_2O ; K_2O ; CO_2 ; F ; Cl^- , etc.

Les Eléments-traces qui constituent le reste des éléments chimiques, présents en très petite à fine quantité et qui sont exprimés généralement en ppm. Il s'agit de : Ba ; Be ; Cd ; Co ; Cr ; Cu ; Ga ; La ; Mn ; Mo ; Nd ; Ni ; K, Bi, Pb ; Sb ; Sc ; Se ; Sr ; U ; V ; Y ; Yb ; Zn ; Zr ; Ag ; As, etc.

Mais parmi ces éléments chimiques, il y a ceux qu'on tient compte de leur teneur et qui constituent des facteurs déterminants en termes de qualité du phosphate. Parmi les éléments majeurs d'intérêt on a :

P2O5 ou BPL :

La Teneur en P2O5 (Anhydride phosphorique = Pentoxyde de Phosphore) ou encore teneur en BPL (Bone Phosphate of Lime) ou Tri-calcium de Phosphate (TCP) ou $[Ca_3(PO_4)_2]$ déclare la richesse du minéral. La relation qui existe entre ces deux teneurs s'exprime comme suit : $TCP = BPL = 2,1852^* P2O5$.

La teneur en phosphore est calculée par la formule ci-contre :
 $P=0,4364^*P2O5$.

Silice (SiO_2) :

Sa teneur est due à la présence de silicates, surtout les quartzs détritiques ou néoformés, des argiles, glauconies et parfois des clinoptilolites. En cas de son excès, sa présence gêne l'attaque sulfurique ainsi que la cristallisation des sulfates de calcium d'où une mauvaise filtration des jus et le mauvais rendement (silice non active) (Salvan, 1961).

C0₂ et matière organique :

Sa teneur (élevée) peut être liée à sa présence dans l'apatite. C'est l'élément défavorable en cas d'attaque nitrique (fabrication des engrais complexes car ils amènent d'importantes pertes d'azote) (Salvan, 1961).

Le cadmium :

Les propriétés chimiques du cadmium sont semblables à celles du zinc. Ainsi qu'il y'a une corrélation positive entre cette élément et la matière organique principalement contenue dans les phosphates (Lucas et Prévôt, 1979).

V. BASSIN DES GANTOUR

1. Présentation du Bassin

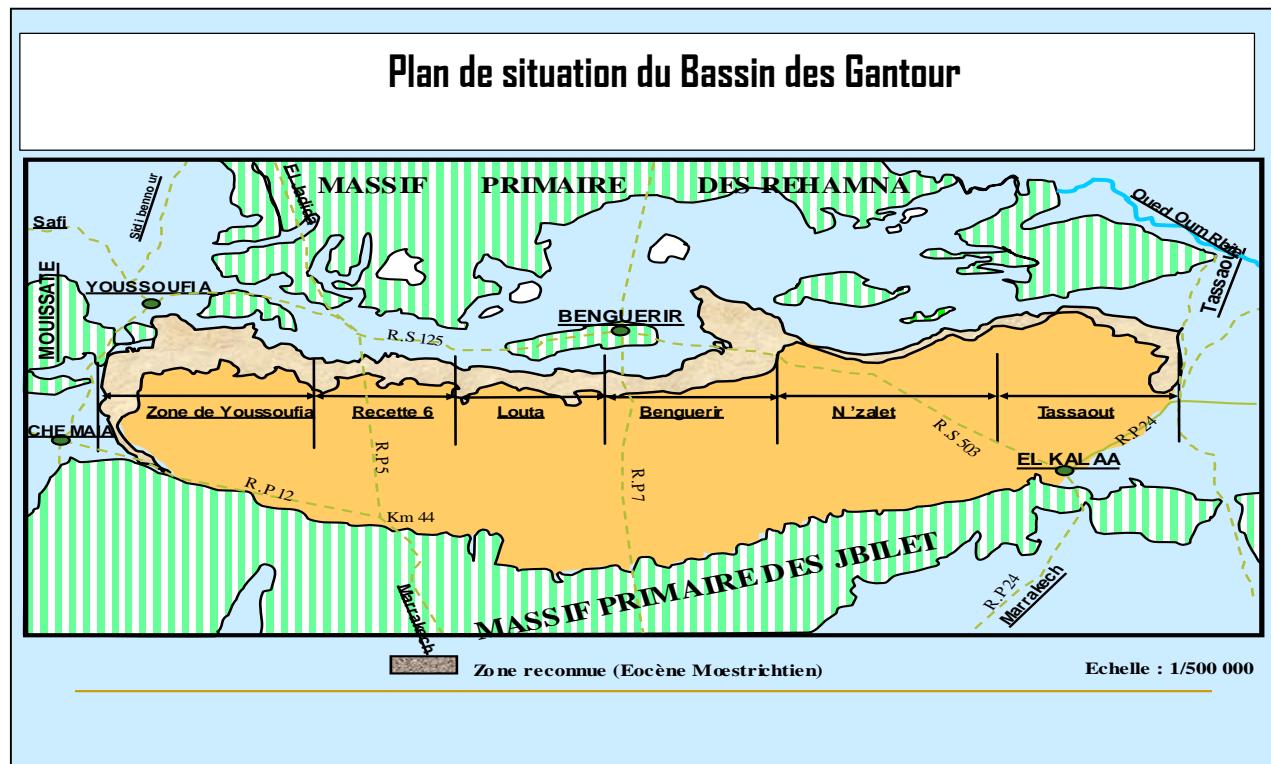


Fig.1 : Situation géographique du bassin des Gantour

Le bassin des Gantour est l'un des quatre grands bassins phosphatés du Maroc. Situé au centre Nord du pays, il constitue un élément important de la couverture sédimentaire de la meseta.

Sur la figure 1, la partie reconnue géologiquement du bassin peut être subdivisée en six zones qui sont d'Ouest vers l'Est :

- Youssoufia.
- Bouchane.
- Louta.
- Benguerir.
- Nzalet El Hrarcha.
- Tassaout.

Actuellement l'exploitation du phosphate n'intéresse que deux zones :

Zone de Youssoufia (partie occidentale du gisement) où l'on exploite le phosphate dans la mine de Bouchane et la mine M'Zinda, à ciel ouvert.

Zone de Benguerir (partie centrale du gisement) où l'exploitation est faite à ciel ouvert.

2. Cadre géographique :

Le bassin des Gantour inscrit dans un rectangle orienté Est-ouest de la longueur de 120 Km et de largeur de 20 à 30 Km.

Il est limité :

- Au nord, le massif paléozoïque des Rehamna.
- Au sud, le massif paléozoïque des Jbilet.
- A l'Est, l'Oued Tassaout, affluent de l'Oued Oum-Errabia.
- A l'Ouest, les collines jurassiques de Mouissates.

Ce socle ancien, rigide et figé dans la meseta, est largement recouvert par des séries sédimentaires tabulaires ou faiblement plissées, ondulées ou faillées.

3. Cadre géologique :

A l'instar du gisement des Ouled Abdoun, la série phosphatée des Gantour est localisée au sein du Crétacé supérieur (fin de l'ère secondaire) et de l'Eocène inférieur (début du l'ère tertiaire). Cette série phosphatée est couronnée dans la partie méridionale du gisement par une dalle de calcaire siliceux renfermant des fossiles du genre "Therstae" (Gastéropode) et d'âge Eocène moyen.

La série des Gantour comporte des faisceaux, des couches, et des sillons phosphatés entre lesquels s'intercalent des roches de natures variées dépourvues de phosphates ou très peu phosphatées. Le dépôt de cette série phosphatée est typiquement d'origine marine.

Le bassin dans lequel s'était opéré ce dépôt faisait partie d'une mer Crétacé-Eocène qui recouvrait probablement toute la moitié Ouest du domaine atlasique à l'exclusion des massifs primaires des Rehamna, des Jbilet et d'un massif également primaire situé au sein de l'Atlas Occidental.

A signaler qu'au sein de la partie Ouest du massif des Rehamna, on connaît une petite enclave de Maestrichtien phosphaté qui porte le nom de Gantour Seguir.

4. Cadre structural :

La série phosphatée dans le bassin des Gantour présente un léger pendage (2 à 3°) vers le Sud à Sud-Est. Elle est affectée par des flexures plus ou moins importantes qui déterminent des anticlinaux et synclinaux à grand rayons de courbure dont la plus importante est celle de « Limitrophe » dans la région de Youssoufia. Ces mouvements de couverture Crétacé-Eocène s'accompagnent de nombreux accidents cassants à faibles rejets métriques qui gênent peu l'exploitation. Ils sont présents surtout à l'extrême Ouest de gisement.

Reste à citer que la série phosphatée présente une variation latérale de puissance, elle est plus condensée dans la partie Est du bassin, pour ce qui concerne la teneur elle varie aussi mais d'une façon plus intense.

5. Cadre hydrogéologique :

Le gisement des Gantour présente une zone noyée dont la superficie et les ressources sont plus importantes que celles de la zone sèche (zone d'affleurement).

La zone noyée contient 3 nappes qui sont de bas en haut :

- La nappe inférieure ou nappe maastrichtienne,
- La nappe intermédiaire ou nappe Danienne Thanétienne.
- La nappe supérieure ou nappe Yprésienne.

• Nappe inférieure :

C'est une nappe captive comprise entre la couche 1 et les argiles du mur de la couche 2 (argiles maastrichtiennes).

• Nappe intermédiaire :

Elle est encadrée par la couche 1 et les argiles Yprésientes et se caractérise par sa faible perméabilité à cause du faciès marneux du Thanétien et de la présence de matière organique qui colmate les pores.

• Nappe supérieure :

Son niveau piézométrique correspond à peu près à sa surface libre, son substratum est constitué par les argiles Yprésientes. Le réservoir est représenté par la série marno-cherteuse qui est interrompue par des phosphates sableux, des calcaires phosphatés et par des silts phosphatés. L'écoulement se fait du Sud au Nord au Nord de Loubirat.

Malgré la diversité des faciès, la série phosphatée constitue en général des aquifères à porosités d'interstices, sauf pour la série marno-cherteuse et la dalle à thérésitae où se manifeste la porosité de fracturation.

Ces calcaires affleurent sur la bordure Sud du plateau, les eaux qu'ils reçoivent à partir la pluviométrie sont acheminées dans deux directions opposées :

- Vers le Nord pour alimenter les nappes de la série phosphatée ;
- Vers le Sud pour alimenter les formations quaternaires de la Bahira.

Les exutoires sont constitués par :

- Les prélèvements par pompage dans les différentes unités d'exploitation.
- Les drainages par foudroyage dans les zones déjà exploitées ce qui entraîne une communication de tous les aquifères situés au-dessous de la couche 1.

6. Découpage de la série phosphatée au niveau du bassin des Gantour

a) Découpage chronostratigraphique

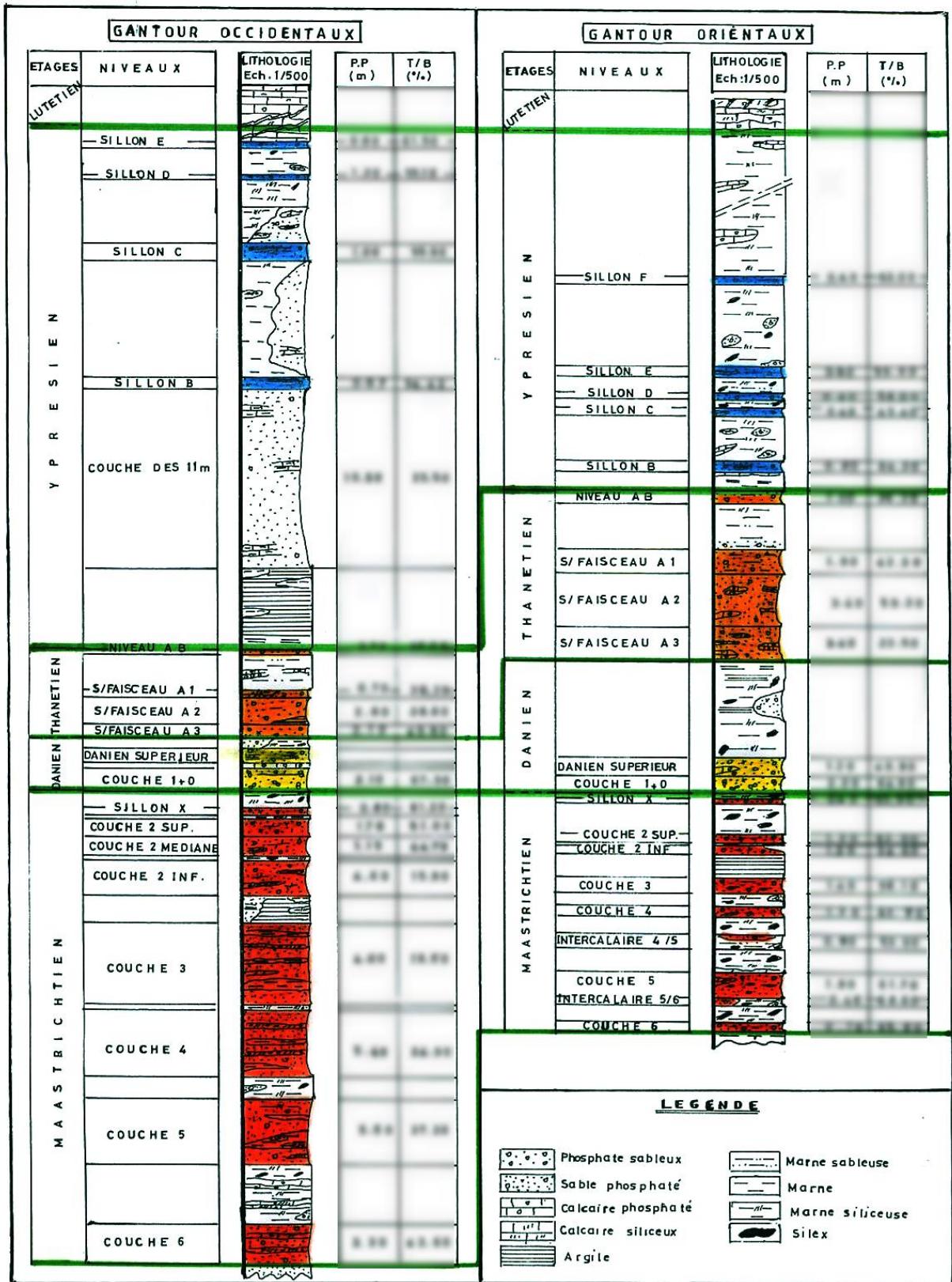


Fig.2 : Coupe géologique du bassin des Gantour

La série phosphatée dans le bassin des Gantour s'étend du Maastrichtien au Lutétien, ce qui est illustré clairement sur la figure 2, la succession des âges phosphatés est la suivante :

- **Maestrichtien** : débute par un phosphate bioclastique, micro conglomératique et se termine par un banc de marnes siliceuses dans lesquels s'intercale un niveau décimétrique de phosphate.
- **Danien** : Commence par un banc de calcaire phosphaté et contient le niveau le plus riche de la série, il se termine généralement par des marnes et marnes siliceuses sauf à l'extrême Ouest du gisement ou ces marnes font défaut.
- **Thanétien** : Cet étage est dominé par une sédimentation sablo-phosphatée. Sa partie sommitale est constituée par des marnes et des argiles.
- **Yprésien** : débute par un niveau centimétrique de phosphate bioturbé à sa base, se poursuit par des argiles puis par des silts et des marnes siliceuses dans lesquels s'intercalent des niveaux décimétriques de phosphate.
- **Lutétien** : Il débute par un complexe marno-siliceux. Cet étage se caractérise par le développement d'une dalle calcaire dolomitique à Thérsitae. Il confirme la régression de la phosphatogénèse déjà amorcée à l'Yprésien.

b) Découpage séquentiel

Le bassin de Gantour se présente en un golf ouvert à l'Ouest vers l'atlantique est encadré par les deux massifs paléozoïques émergés : Les Rehamna au Nord et les Jbilet au Sud.

La série phosphatée qui s'est déposée dans le bassin est subdivisée en 5 entités sédimentologiques séparées par des discontinuités majeures. On distingue :

- La megaséquence inférieure qui correspond au maastrichtien.
- La megaséquence médiane qui correspond au danien Thanétien.
- La megaséquence supérieure qui correspond à l'Yprésien.

Projet : Conception et Développement de l'application MAGD.[©]

I. INTRODUCTION

Les études récentes sont menées sur des quantités de données très énormes.

L'interprétation directe et l'extraction de l'information utile à partir des données en vrac n'est pas envisageable. Il est alors indispensable de passer par des traitements et des analyses multicritères qui se faisaient actuellement de façon manuelle à semi-automatique demandant le temps et le potentiel humain.

Notre projet qui fait partie du data-mining, vise l'automatisation des procédures de traitement de données géologiques sortant de GDM qui peuvent atteindre quelques milliers de données.

II. BUT ET INTÉRÊTS DU PROJET

Le présent projet s'inscrit dans le cadre de l'informatisation des données géologiques concernant les différentes entités de la série phosphatée des Gantour.

Le projet vise le développement d'un logiciel sous Windows, capable de traiter un très grand nombre de données, tout en appliquant des analyses multicritères pour en sortir vers la fin un fichier représentant la coupe moyenne de la zone étudiée ou contenant l'organigramme des ressources.

Cette coupe servira comme outil performant pour la mise en évidence des caractères physico-chimiques de la série phosphatée, et pour le pilotage des programmes d'exploitation.

L'intérêt prévu pour ce logiciel réside essentiellement dans le gain de temps qu'il offre ainsi que la minimisation des erreurs qui accompagne l'intervention humaine.

III. CRÉATION DE LA BASE DE DONNÉES AU NIVEAU DU BASSIN DES GANTOUR

La création de la base de données géologique, passe toujours par plusieurs épisodes :

1. Exploration

Le phosphate sédimentaire marocain est intimement lié au passage Crétacé supérieur-Eocène inférieur, la prospection géologique pour les phosphates, vise alors les bassins sédimentaires localisés dans cet intervalle de temps géologique.

Après ce stade régional préliminaire, vient la phase de prospection locale qui sert à délimiter les gisements et à évaluer les ressources, en se focalisant sur l'implantation des ouvrages de reconnaissance que ça soit des puits ou des sondages, ainsi que la caractérisation stratigraphique et sédimentologiques.

Les ouvrages de reconnaissance font l'objet de coupes géologiques qui traversent les niveaux phosphatés.

Les coupes géologiques élaborées renferment une description lithologique détaillée de chaque niveau géologique, le dressage de la coupe s'accompagne par un prélèvement d'échantillons surtout dans les niveaux friables qui correspondent probablement aux horizons minéralisés.

Les échantillons sont analysés en plusieurs éléments chimiques (environ 30 éléments), les résultats sont reportés sur la coupe géologique du puits ou du sondage, devant les niveaux correspondants.

Les analyses chimiques et des puissances figurants sur les coupes géologiques, sont saisies et prétraitées pour constituer la base de données brute prête à être modélisée, et amplifiée par le logiciel GDM.

2. Modélisation géologique par GDM

GDM (Geological Data Management) est un logiciel conçu et développé par le groupe BRGM, Il sert à la gestion, la représentation et la modélisation des données

de géologie. Il permet de faire des vues 3D, des coupes, des cartes et des logs de sondages.

Les données issues des travaux de terrain et des analyses chimiques sont prétraitées par GDM, ce dernier qui importe les données sous format Excel ou autres qui comportent les coordonnées de chaque ouvrage ainsi que les valeurs des paramètres physico-chimiques qui lui correspondent. GDM génère une représentation spatiale de ces données, avec découpage de la zone étudiée en surfaces élémentaires de dimension fixées par l'utilisateur.

L'exemple standard de cette représentation est indiqué sur la figure ci-dessous.

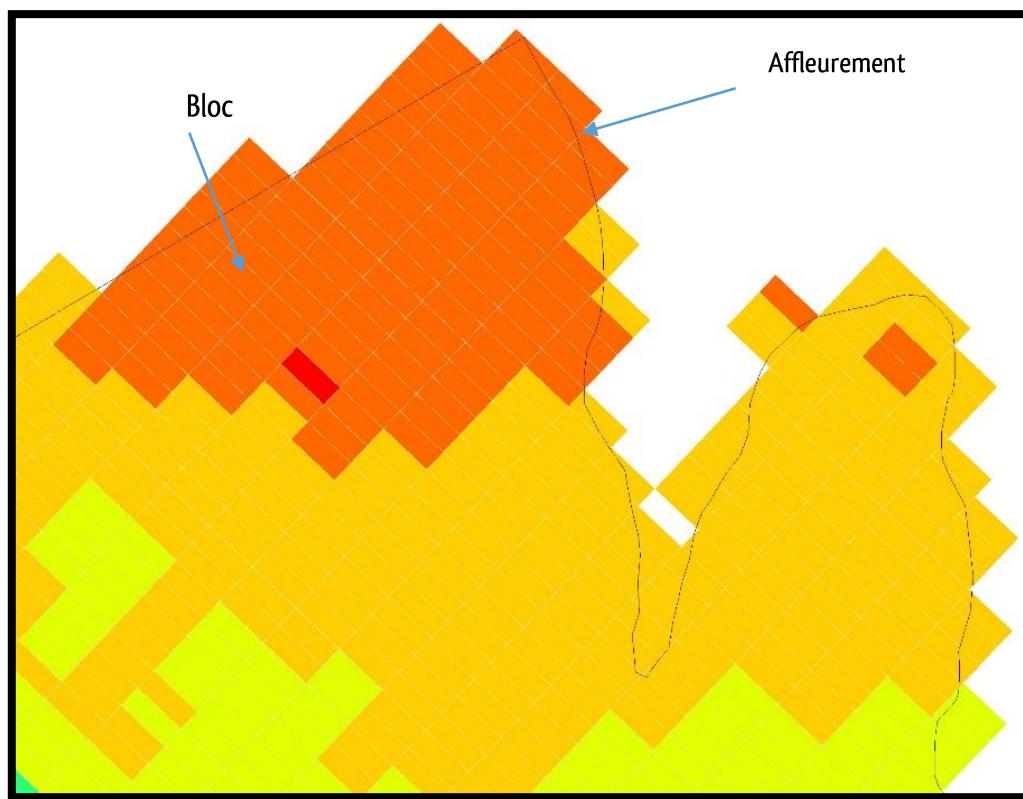


Fig.3 : Découpage en blocs via GDM

A chaque bloc GDM attribut une valeur moyenne prédites de tous les paramètres étudiés. Cette configuration ou modélisation spatiale est obtenue grâce à l'approche géostatistiques, notamment le Krigeage qui permet à partir de données dispersées, d'obtenir une représentation homogène des informations étudiées basée sur le variogramme.

Ce variogramme est une fonction mathématique qui se base sur le fait que deux observations situées l'une près de l'autre devraient, en moyenne, se ressembler davantage que deux observations éloignées.

Le Krigeage est alors un outil incontournable pour prévoir la valeur d'une variable régionalisée en un site non échantillonné par une combinaison linéaire des données ponctuelles adjacentes. D'où les données sortant de GDM sont souvent représentatives et fiables.

IV. DATA-MINING

1. But et principe

Le concept du data-mining, ou exploration de données, est un outil incontournable qui permet l'extraction de l'information intéressante et utile, préalablement inconnue, à partir d'un grand nombre de données.

L'extraction des connaissances à partir des banques de données se fait de façon automatique à semi-automatique à l'aide de logiciels spécialisés capables de traiter des taux de données énormes et de ressortir comme produit final des représentations graphiques, ou en tableau synthétique facile à interpréter, voire même des formulations mathématiques de prédiction.

2. Tâches réalisées en data-mining

D'un point de vue général deux familles de tâches réalisées en data-mining peuvent être relevées :

- **Description** : consiste à trouver les caractéristiques générales relatives aux données fouillées.
- **Prédiction** : consiste à faire de l'inférence à partir des données actuelles pour prédire des évolutions futures.

Le présent projet suivra le volet descriptif en data-mining, dont le but est de synthétiser les données et les rendre interprétables.

3. Processus de traitement des données

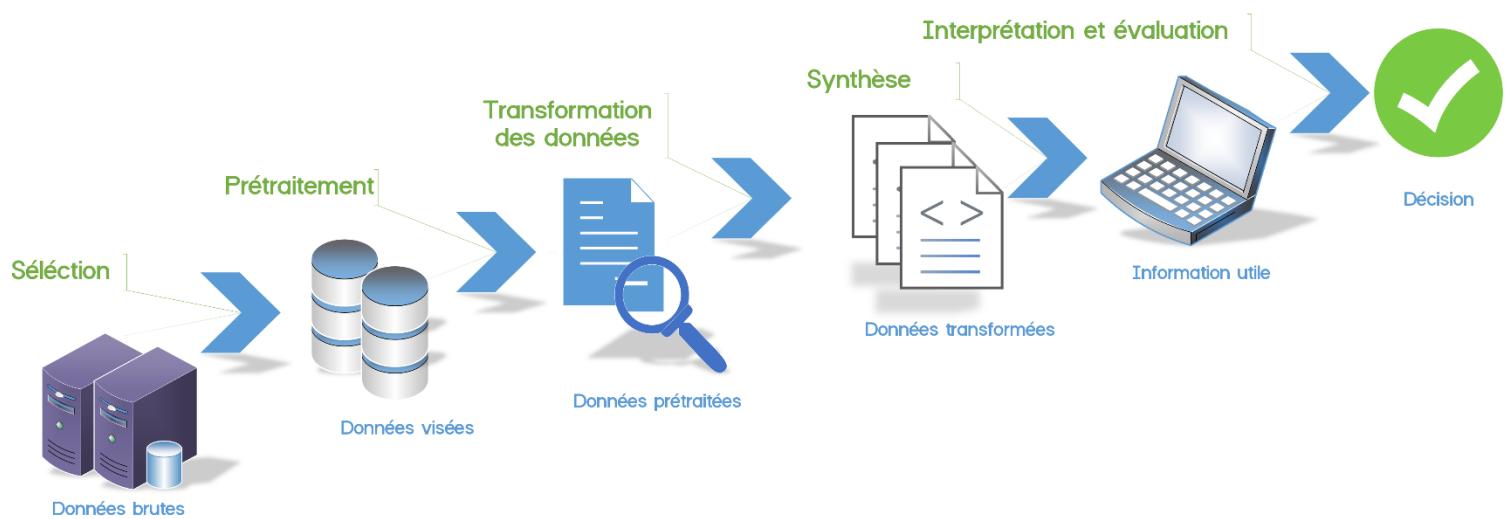


Fig.4 : Processus de traitement de données

Le data-mining constitue la phase la plus importante dans le circuit de traitement des grandes bases de données, connues sous l'abréviation ECD (Extraction de Connaissances à partir de Données)

Les étapes du data-mining comme elles apparaissent sur la figure 4, s'échelonnent de la manière suivante :

- D'abord il faut comprendre le domaine d'application, pour cibler les objectifs et optimiser les traitements ;
- Création de la base de données brute, à partir de laquelle se fait la sélection des ensembles visés ;
- Nettoyage et prétraitement des données, c'est une étape critique qui permet de détecter et éliminer toutes les valeurs aberrantes, elle consiste aussi à faire des tests statistiques pour visualiser la cohérence la justesse des données ;
- Choix des fonctionnalités du data-mining et planification des tâches à réaliser ;
- Choix de l'algorithme d'extraction des données, dans notre cas l'algorithme est élaboré sur Visual Basic.
- Evaluation des résultats et des représentations ;

- Interprétation des résultats et prise de décision.

Le data-mining est donc un processus vital dans le traitement des bases de données de tout type, le perfectionnement des traitements exige le respect strict des étapes précitées et les adopter au contexte de chaque domaine, et le plus important est de cibler les objectifs et planifier les tâches.

V. STRATÉGIE ET ARCHITECTURE DE L'APPLICATION

Dans le cadre de l'automatisation des données sortant de GDM, nous avions conçu et développé une application, baptisée MAGD[©], qui signifie en Anglais : *Multicriteria Analysis of Geological Data*.

Ce chapitre exposera, le principe et la démarche informatique suivie pour la réalisation du projet *MAGD*[©].

1. Algorithme

L'application *MAGD*[©] a été développée sur Visual Basic .NET. Ce dernier qui est directement dérivé du BASIC et permet le développement rapide d'applications, la création d'interfaces utilisateur graphiques, l'accès aux bases de données, ainsi que la création de contrôles ou d'objets ActiveX.

BASIC est un acronyme pour *Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*. Le BASIC a été conçu en 1963 par John George Kemeny et Thomas Eugene Kurtz au Dartmouth College pour permettre aux étudiants qui ne travaillaient pas dans des filières scientifiques d'utiliser les ordinateurs.

Il faut savoir que le BASIC, ancêtre du Visual Basic, est un langage de haut niveau. En programmation, les langages peuvent se trier par niveau : plus le niveau du langage est bas, plus celui-ci est proche du matériel informatique.

a) Déclaration des variables

Dans un programme informatique, on va avoir en permanence besoin de stocker des valeurs. Il peut s'agir de données issues du disque dur, fournies par

l'utilisateur, Il peut aussi s'agir de résultats obtenus par le programme, on a recours alors à l'utilisation des variables.

Avant son utilisation, chaque variable doit être déclarée avec un nom significatif, pour des raisons d'organisation, d'ergonomie et simplification du code saisi.

Dans notre projet il nous a été nécessaire de déclarer un certain nombre de variables de types différents, chacune servira dans une ou plusieurs opérations.

Les principaux types de variables déclarées dans l'algorithme de l'application sont :

- **Integer** : Elle sert à stocker des nombres entiers naturels ;
- **String** : Elle permet de stocker des chaînes de caractère ;
- **Boolean** : Elle permet de stocker des valeurs de type Vrai Faux ;
- **Double** : Elle permet de stocker des nombres à virgule ;
- **SqlConnection** : Elle permet de créer de lien avec des bases de données de type SQL Server ;
- **OleDbConnection** : Elle permet d'établir le lien avec Microsoft Office.
- **DataReader** : Elle permet de stocker l'information à partir de la base de données, quand la connexion avec cette dernière est active ;
- **DataSet** : Elle permet de stocker l'information à partir de la base de données, quand la connexion avec cette dernière est fermée ;

b) Interaction avec la base de données

L'interaction du logiciel avec la base de données doit être active le plus long possible, mais avec gestion des entrées et des sorties des masses de données manipulées, ainsi que l'adéquation des ouvertures et des fermetures des connexions avec les serveurs locaux.

L'application stricte de ces disciplines précitées, va nous permettre d'optimiser la ligne de connexion entre l'application et les bases de données, et plus de contrôle sur les requêtes et les traitements à exécuter.

c) Fonctions et traitements

En nous permettant l'extraction des données désirées, les fonctions et les traitements sont en fait des requêtes conditionnelles insérées dans le code de l'application, qui seront déclenchées implicitement par les contrôles visuels figurant sur l'interface graphique de l'application.

Cela signifie que ces requêtes sont définies par le programmeur et utilisées d'une façon directe par l'utilisateur, qui n'a qu'à exiger ses conditions et obtenir son résultat le plus simple et le plus rapide possible.

La réalisation de la coupe moyenne et de l'organigramme des ressources phosphatées, nous a imposé l'utilisation des fonctions mathématiques, à savoir la somme pour les surfaces et les volumes, et la moyenne pour les autres paramètres et éléments chimiques.

d) Affichage

Les éléments affichés sur l'interface graphique de l'application sont soit des variables attribuées aux contrôles, des éléments donnant à l'utilisateur la possibilité d'introduire ses critères (input) ou des résultats des requêtes exécutées sur une base de données (Output).

e) Stockage

Les éléments stockés dans les bases de données sont en général des données importées à partir des fichiers externes ou bien les résultats des requêtes exécutées sur les bases de données internes.

2. Analyse multicritères

L'application MAGD[©] est basée sur des analyses multicritères, les valeurs figurantes dans la coupe moyenne sont le résultat de plusieurs critères successifs, selon lesquels plusieurs combinaisons sont possibles, comme l'illustre la figure ci-dessous en hiérarchie horizontale.

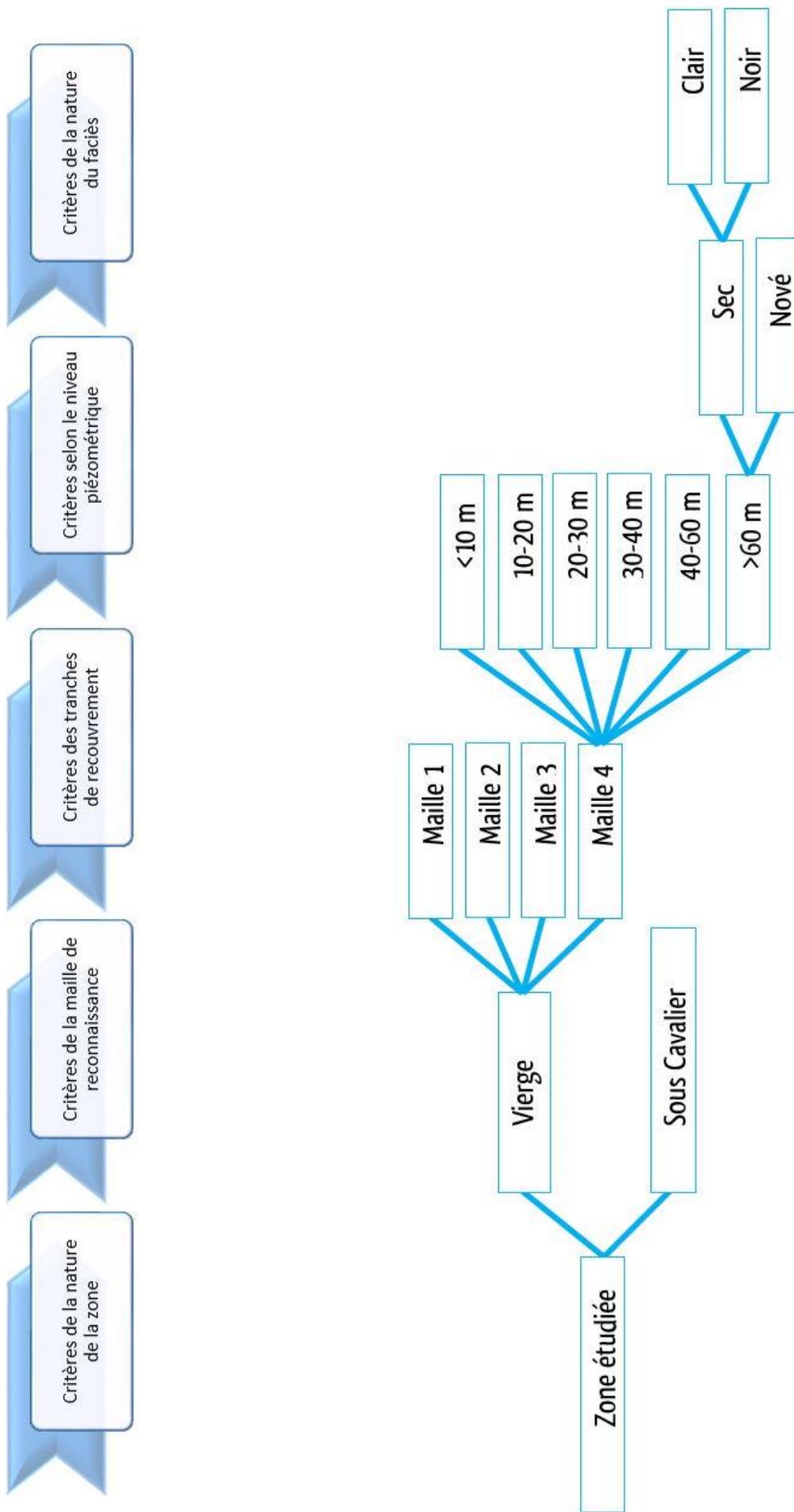


Fig.5 : Schéma général de l'analyse multicritère

L'architecture et la structure générale du MAGD[©], font l'objet de la figure 6.

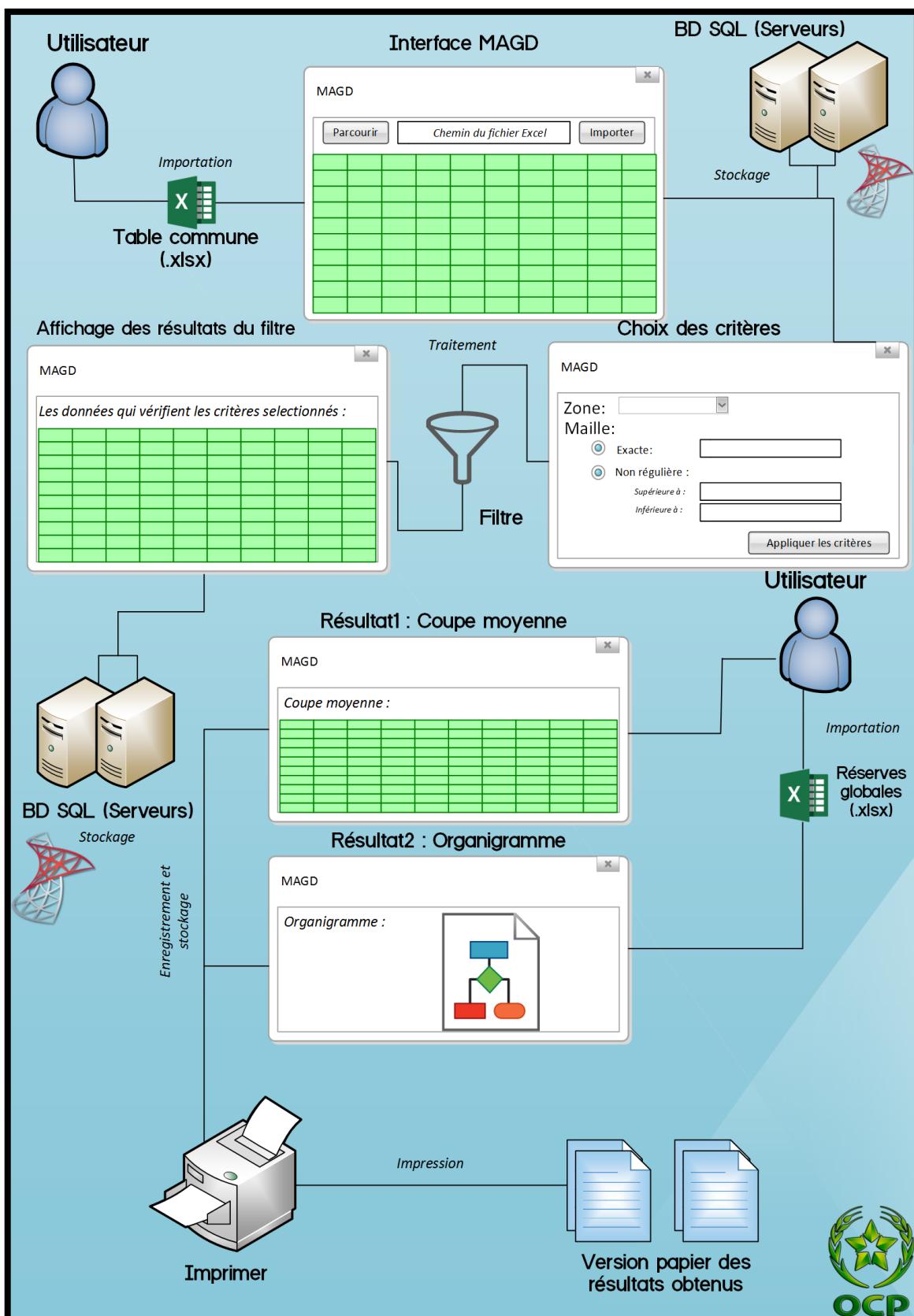


Fig.6 : Architecture MAGD[©]

VI. FONCTIONNALITÉS DU MAGD_©

MAGD_© comporte plusieurs fonctionnalités, en effet il permet d'abord d'établir une connexion avec un fichier Excel, d'où les données sont importées et stockées par la suite dans SQL Server qui offre un espace de stockage largement suffisant.

Avant d'entamer les traitements et les analyses multicritères, et pour faciliter la tâche à l'utilisateur et éviter toute confusion, MAGD_© propose le remplissage d'un formulaire reliant les numéros de niveaux avec leurs correspondances dans les couches phosphatées concernées et le sauvegarder sous format Excel. (Voir Annexe C pour plus de détails)

Au stade des analyses multicritères une interface graphique donne la main du contrôle à l'utilisateur qui amené à saisir ou choisir à partir des listes déroulantes les critères souhaités. Une fois l'utilisateur valide ses choix, les données vérifiant les critères, seront affichées pour permettre un contrôle visuel.

MAGD_© comporte deux chemins de traitements, un premier destiné à la coupe moyenne, et un second dédié à l'organigramme des ressources. Il suffit que l'utilisateur appui sur le bouton désiré, et il sera servi.

MAGD_© fournit une coupe moyenne et un organigramme des ressources de bonne qualité d'imagerie.

La coupe moyenne peut être exportée sous format Excel, ce fichier output est formé de 6 feuilles, chacune correspond à la coupe moyenne dans une tranche de recouvrement. Cependant l'organigramme est exportable sous format Image.

VII. CONTRAINTES TECHNIQUES

Dans la version 1.0 du MAGD[©], deux contraintes techniques peuvent être signalés, d'abord le fichier Input doit garder les mêmes champs dans le même ordre, ce qui n'est pas le cas. En fait le fichier de sortie GDM ne représente pas la configuration souhaitée, l'importation directe de ce fichier demeure impossible. La seule solution à ce problème pour le moment, est de passer par un fichier intermédiaire, qui va être inclus dans le package de l'application, ce fichier comportera les entêtes de tous les champs étudiée (paramètres et éléments chimiques) dans un ordre fixe, et un espace pour 200 000 enregistrements. Ce fichier doit être rempli par l'utilisateur avant le lancement de MAGD[©], l'opération est simple, il suffit de copier les enregistrements dans le fichier sortant de GDM et les coller dans le champ correspondant du fichier intermédiaire.

La seconde contrainte se résume dans l'absence des identificateurs fixes pour les niveaux étudiés, ceci impose le traitement niveau par niveau.

VIII. PERFORMANCE DU MAGD[©]

Sur la base des résultats du test de l'application MAGD[©], cette dernière montre :

- Un lancement rapide au démarrage ;
- Un temps de traitement et de génération de la coupe moyenne pour un seul niveau, qui ne dépasse pas 20 secondes ;
- Une vitesse de navigation entre les différents onglets ;
- Un faible espace occupé dans la mémoire vive des ordinateurs, ce qui n'influence pas sur les autres processus lancés.
- La seule exception, pour MAGD[©] se rencontre lors de l'importation du fichier Excel, cette opération est relativement longue, elle prend environ 2 minutes.

IX. IMPACT DU MAGD[©]

Dans le but de mettre en évidence l'impact de MAGD[©] sur l'entreprise, et voir sa valeur ajoutée, nous avons mené une étude comparative entre la méthode

manuelle de traitement des données en vigueur et la méthode automatique proposée, via MAGD[©].

Pour cela une enquête a été effectuée sur une population de 9 géologues impliqués dans les traitements de données sortant de GDM.

Ce sondage vient pour quantifier en termes de temps toutes les opérations sur le chemin de réalisation des coupes moyennes et des organigrammes des ressources, ainsi que les contraintes qui se manifestent.

Les géologues passent au minimum environ 276 minutes pour réaliser une coupe moyenne pour un seul niveau dans les six tranches de recouvrement, 2640 minutes dans la réalisation d'une coupe moyenne complète, et 240 minutes pour dresser un organigramme des ressources.

Les contraintes signalées peuvent être résumées dans les points suivants :

- Le problème de bouclage, c'est-à-dire la conformité des ressources globales avec les ressources élémentaires par tranche de recouvrement. Des résultats anormaux sont souvent rencontrés ;
- Difficulté de vérification vu le grand nombre de filtres et tri par lesquels il faut passer ;
- La probabilité de commettre des erreurs est élevée ;
- En cas d'erreur le temps de réalisation peut s'amplifier par deux.

A l'issue du test de l'application MAGD[©], des résultats impressionnantes ont été achevés, d'abord le temps de réalisation d'une coupe moyenne pour un seul niveau a été réduit de 96%, le temps d'élaboration d'une coupe moyenne complète de 92% et de 98% pour l'organigramme des ressources.

La valeur ajoutée de MAGD[©] réside donc dans la maîtrise des traitements, l'élimination des erreurs, mais surtout le gain du temps, ce qui est clairement illustré dans la représentation en anneau ci-joint.

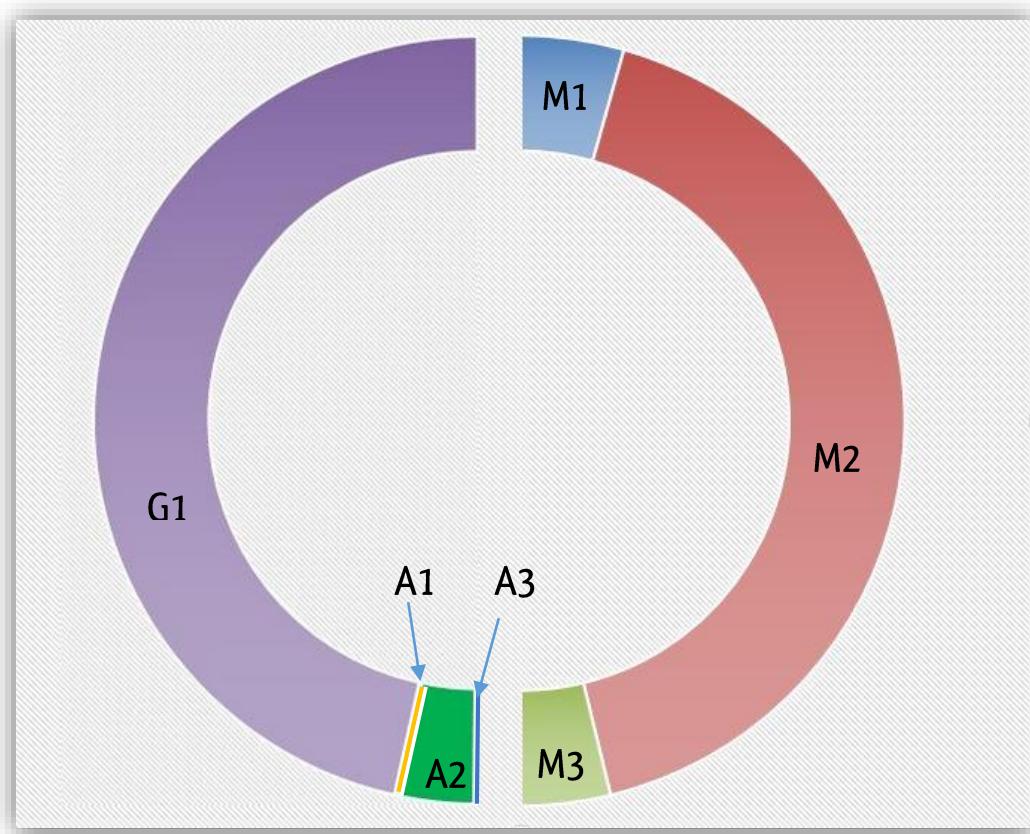


Fig.7 : Anneau comparatif entre temps de traitement manuel et via MAGD[©]

Les deux demi anneaux mettent en contact le temps de réalisation des traitements multicritères par la méthode manuelle versus la méthode automatique via MAGD[©].

Le demi-anneau à droite, représente le temps nécessaire pour la réalisation d'une coupe moyenne pour un seul niveau A1 et pour tous les niveaux A2 ainsi que l'organigramme des ressources A3.

Par rapport à ce temps, nous avons reporté devant, le temps de réalisation

M1 : Temps de réalisation d'une coupe moyenne pour un seul niveau manuellement

M2 : Temps de réalisation d'une coupe moyenne complète manuellement

M3 : Temps de réalisation d'un organigramme de ressources manuellement

A1 : Temps de réalisation d'une coupe moyenne pour un seul niveau via MAGD[©]

A2 : Temps de réalisation d'une coupe moyenne complète via MAGD[©]

A3 : Temps de réalisation d'un organigramme de ressources via MAGD[©]

G1 : Temps gagné

par MAGD[©] qui ne représentait d'ailleurs qu'environ 6 % et tout le reste correspond au temps gagné. Et dans le monde industriel le gain de temps est un gain d'argent.

X. PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION

MAGD[©] dans sa première version 1.0.0, est un outil performant pour traiter les millions de données sortantes de GDM, dans une durée réduite, et qui réponds aux besoins essentiels des géologues et des exploitants à savoir la coupe moyenne et l'organigramme des ressources de phosphate.

Notre vision globale du projet ne s'arrête pas au niveau des résultats obtenus, mais s'appuie sur le fait que l'application peut être développée davantage, en élargissant ses fonctionnalités et son champ d'application dans les versions suivantes.

Notre perspective d'amélioration est fondée sur les axes suivants :

- Ajout de d'autres options et traitements supplémentaires, éventuellement offrir à l'utilisateur la possibilité d'obtenir des histogrammes de répartition des éléments physico-chimiques.
- Normalisation du fichier de sortie GDM, pour établir une connexion plus souple avec MAGD[©] sans avoir besoin de passer par un fichier intermédiaire.
- Ajout des identificateurs pour tous les niveaux qu'on peut rencontrer, sans oublier d'inclure toutes les possibilités en raison du découpage minier qui n'est pas standard, par exemple dans une zone on peut parler de Niveau 1 global et par ailleurs le Niveau 1 peut être découpé en Niveau 1 supérieur et Niveau 1 inférieur.
- Importation et exportation sous d'autres formats de fichier tels que Access, bloc-notes, HTML...
- Amélioration de l'algorithme utilisé, qui va contribuer notamment à l'optimisation de la performance de l'application sur l'ordinateur.
- Amélioration de l'interface graphique, par augmentation de la qualité d'imagerie, ainsi que la configuration de plus d'outils de contrôle pour l'utilisateur afin d'arriver à un taux d'interactivité le plus élevé possible avec ce dernier.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le projet de développement de l'application MAGD[©], vient pour mettre fin à un certain nombre de problèmes en relation avec le traitement des bases de données géologiques, notamment le temps, les erreurs et le potentiel humain impliqué.

MAGD[©] s'inspire du data-mining et permet de synthétiser des grandes masses de données géologiques et les rendre interprétables, grâce aux configurations en coupe moyenne ou en organigramme des ressources qu'il offre suite à des analyses multicritères.

La présente version du MAGD[©] a abouti à des résultats pertinents, surtout qu'il nous a fait gagner environ 94% du temps des méthodes de traitements manuels en vigueur, avec élimination des erreurs.

MAGD[©] recèle encore un large espace pour le développement, et pour contribuer à mettre en vigueur cette vision d'évolution de l'application et réduire le temps de traitement à 99% on préconise de :

- Normaliser le fichier de sortie GDM, en gardant toujours les mêmes champs dans le même ordre ;
- Optimiser la phase d'importation des fichiers Excel ; pour réduire le temps de l'opération ;
- Attribuer un identificateur à chaque niveau, ce qui va permettre d'élaborer la coupe moyenne complète à partir d'un seul clic.

Références

Forum du club des développeurs, Forum, [en ligne], <http://www.developpez.net/forums/>

Club des développeurs, VB.NET, [en ligne], <http://dotnet.developpez.com/vbnet/>

Philippe Lasserre, Cours VB.NET, [en ligne], <http://plasserre.developpez.com/cours/vb-net/>

Open Classrooms, Cours, [en ligne], <http://fr.openclassrooms.com/informatique/cours/apprenez-a-programmer-en-vb-net>

TeachMeComputer, Video, [en ligne], https://www.youtube.com/channel/UCZc1rrWWdjNMi_EBG39pfsA

VB Toolbox, Video, [en ligne], https://www.youtube.com/channel/UCPPoyeorbqsQxc5bR9_F_9g

Vis Dotnet, video, [en ligne], <https://www.youtube.com/channel/UCqmGISgQhMn8VO0exlEu3Mw>

Microsoft Developer Network, [en ligne], <http://msdn.microsoft.com/en-US/vstudio>

Comment ça marche ?, Forum ?, [en ligne], <http://www.commentcamarche.net/forum/sql-server-137>

Hardware, Forum, [en ligne], http://forum.hardware.fr/hfr/Programmation/CNET-managed/resolu-pilote-connexion-sujet_102843_1.htm

Développement rapide d'application, cours, [en ligne], <http://www.webprofesseur.com/vbnet/vbnet.htm>

Cours et exercices visual basic, cours, [en ligne], <http://www.misfu.com/cours/tutoriel/visual-basic-.net-cours-et-exercices-corriges-1372.html>

ANNEXE A

Environnement de programmation



Visual Studio®

The screenshot shows the Microsoft Visual Studio interface with the title "Test - Microsoft Visual Studio". The menu bar includes FICHIER, ÉDITION, AFFICHAGE, PROJET, GÉNÉRER, DÉBOUTER, ÉQUIPE, Outils, TEST, ARCHITECTURE, ANALYSER, FENêtre, and ?.

The toolbar includes icons for New, Open, Save, Print, Find, Replace, Cut, Copy, Paste, Select All, Undo, Redo, and others.

The tabs at the top show Form3.vb [Création], Form3.vb, Form1.vb [Création], Form8.vb, Form5.vb [Création], and Form7.vb [Création].

The code editor displays the following VB.NET code:

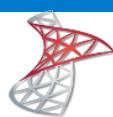
```
Dim CnxSQLBDG As New SqlConnection("Data Source=AIMAN-PC;Initial Catalog=BD_Globale;Integrated security=True")
CnxSQLBDG.Open()
Dim requete3 As String = "Delete Globale"
Dim req3 As SqlCommand = New SqlCommand(requete3, CnxSQLBDG)
Dim readerDrp3 As SqlDataReader
readerDrp3 = req3.ExecuteReader()
readerDrp3.Read()
CnxSQLBDG.Close()

Dim CnxSQLBDQ1 As New SqlConnection("Data Source=AIMAN-PC;Initial Catalog=BD_Globale_Query1;Integrated security=True")
CnxSQLBDQ1.Open()
Dim requete4 As String = "Delete Globale1"
Dim req4 As SqlCommand = New SqlCommand(requete4, CnxSQLBDQ1)
Dim readerDrp4 As SqlDataReader
readerDrp4 = req4.ExecuteReader()
readerDrp4.Read()
CnxSQLBDQ1.Close()

Dim CnxSQLBDQ2 As New SqlConnection("Data Source=AIMAN-PC;Initial Catalog=BD_Globale_Query2;Integrated security=True")
CnxSQLBDQ2.Open()
Dim requete5 As String = "Delete Globale2"
Dim req5 As SqlCommand = New SqlCommand(requete5, CnxSQLBDQ2)
Dim readerDrp5 As SqlDataReader
readerDrp5 = req5.ExecuteReader()
readerDrp5.Read()
CnxSQLBDQ2.Close()

Dim CnxSQLBDQ3 As New SqlConnection("Data Source=AIMAN-PC;Initial Catalog=BD_Globale_Query3;Integrated security=True")
CnxSQLBDQ3.Open()
Dim requete6 As String = "Delete Globale3"
Dim req6 As SqlCommand = New SqlCommand(requete6, CnxSQLBDQ3)
Dim readerDrp6 As SqlDataReader
```

The Solution Explorer on the right shows a project named "Test" with a "Resources" folder containing files: LBLCK.jpg, logo-ocp.ico, logo-nocp.png, NCBCK.jpg, and NNBCK.jpg.



Microsoft SQL Server

The screenshot shows the Microsoft SQL Server Management Studio (SSMS) interface. The title bar reads "Object Explorer Details - Microsoft SQL Server Management Studio". The menu bar includes File, Edit, View, Project, Debug, Tools, Window, and Help. The toolbar has various icons for New Query, Execute, Debug, and other functions. The Object Explorer pane on the left lists the connection "AIMAN-PC (SQL Server 12.0.2000)" and its objects: Databases, Security, Server Objects, Replication, AlwaysOn High Availability, Management, Integration Services Catalogs, and SQL Server Agent. The central pane shows the "Object Explorer Details" for the connection, listing "Databases", "Security", "Server Objects", "Replication", "AlwaysOn High Availability", "Management", "Integration Services Catalogs", and "SQL Server Agent". The Properties pane on the right displays current connection parameters, including the connection name "AIMAN-PC (AIMAN-PC)", connection details like elapsed time (00:00:00.0800748), finish time (19/06/2014 14:56:19), and session tracing information. The Output pane at the bottom shows "8 Items" under the connection node, with "Databases: 13" listed.

ANNEXE B

Configuration requise pour installer MAGD[©]

Système d'exploitation :

MAGD est compatible avec toutes les versions de Microsoft Windows 32 et 64 bits.



Processeur :

MAGD fonctionne sur tous les processeurs Intel.



Microsoft Office :

MAGD est compatible avec Microsoft Excel 2007 et supérieur.



ANNEXE C

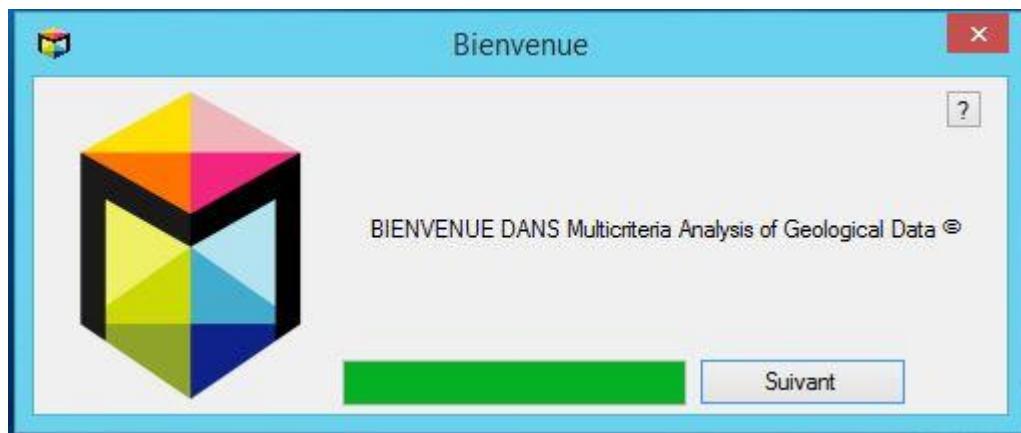
Comment utiliser MAGD[©] ?

COUPE MOYENNE

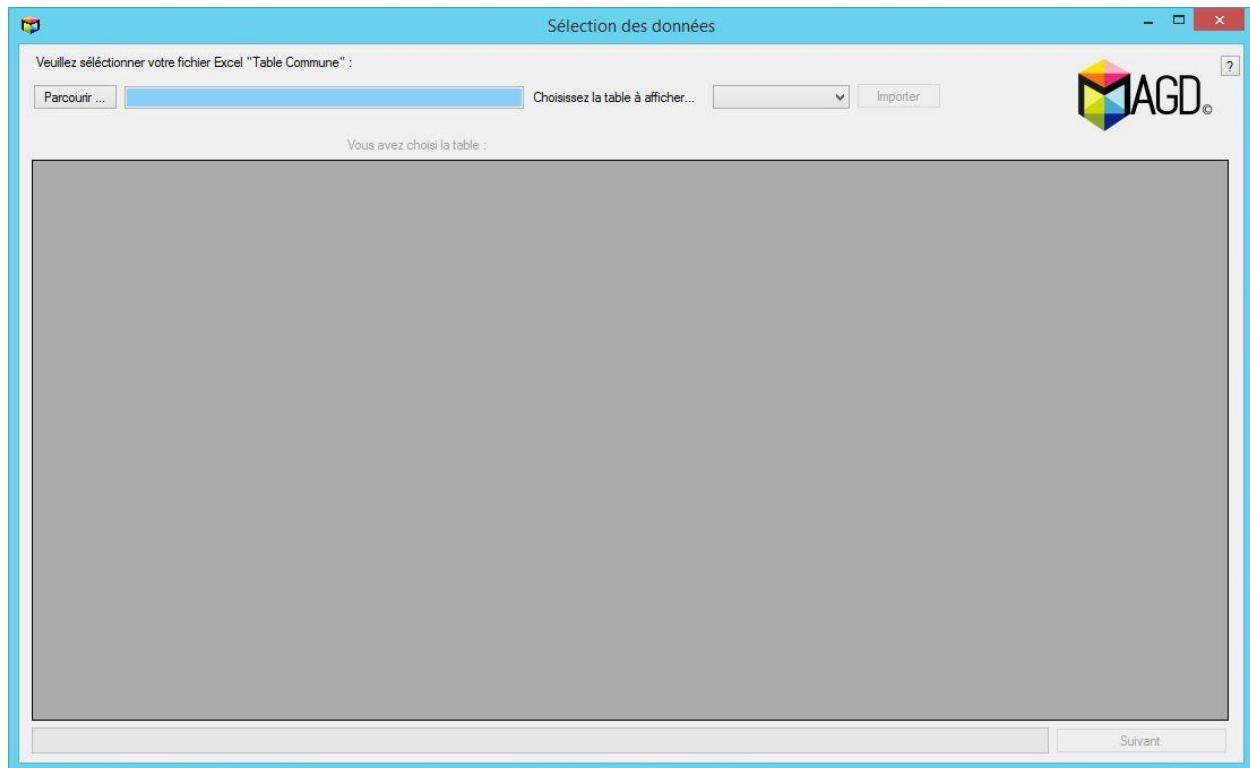
Préparation du fichier intermédiaire EXCEL

>>Copiez les enregistrements du fichier sortant de GDM et les collez dans leurs destinations dans le fichier *table commune.xlsx*

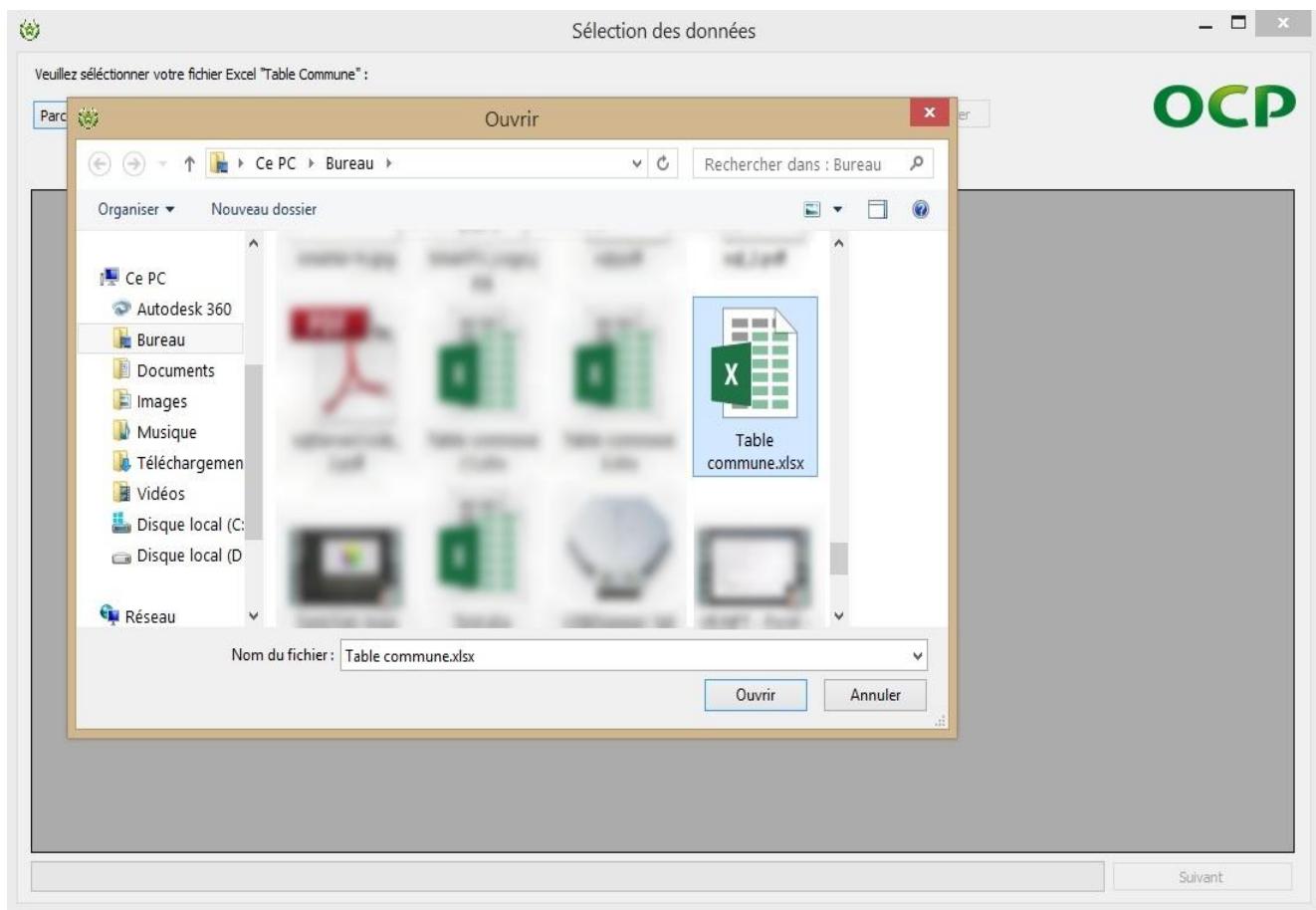
>> Lancez MAGD©...



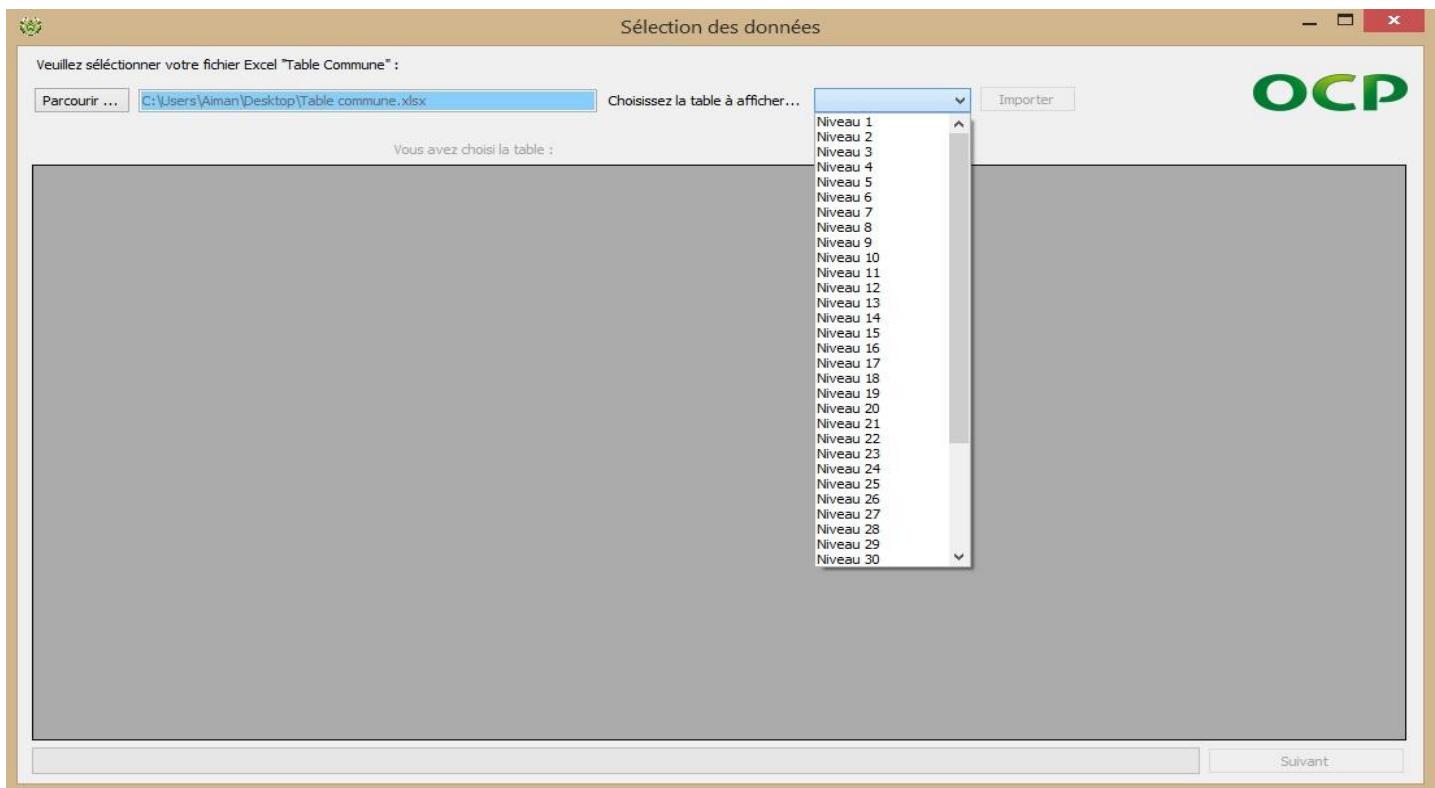
>> Cliquez sur *Parcourir...*



>> Sélectionnez le fichier Table commune.xlsx



>> choisissez le niveau pour lequel vous souhaitez avoir la coupe.

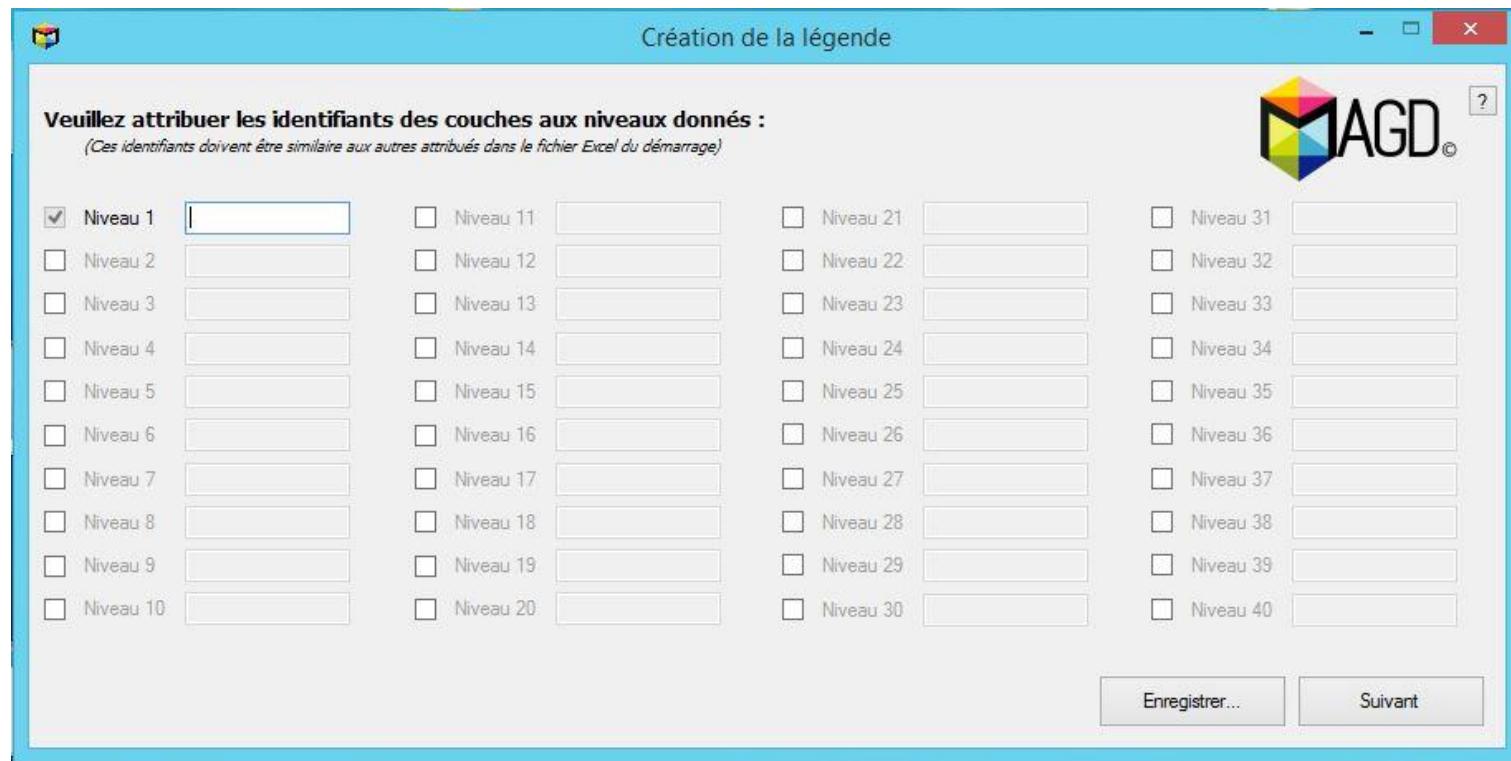


>> Cliquez sur *Importer...*

ID	Zone	Maille	Recouvrement	Sec-Noyé	Clair-Noir	PT(m)	PP(m)	PI(m)	ST(m ²)
1	1	000	25,0472666211...	0	0	L,0298479450...	L,87626991081...	0,46246433795...	2000
2	1	000	28,9690437716...	0	0	L,03769338168...	L,7650446275...	0,42794789162...	2000
3	1	000	0	0	0	L,98639106750...	L,44861683937...	0,39173242448...	2000
4	1	000	28,3162627671...	0	0	L,93132162394...	L,95833867319...	0,36363855382...	2000
5	1	000	28,0298637744...	0	0	L,90866488611...	L,98627451678...	0,34018915891...	2000
6	1	000	28,0173677381...	0	0	L,9476188159...	L,8724636812...	0,36687780145...	2000
7	1	000	4	0	0	L,8740463951...	L,79671659183...	0,38232794464...	2000
8	1	000	24,01229862293...	0	0	L,88636322448...	L,70074367918...	0,37559449831...	2000
9	1	000	24,0339969883...	0	0	L,79846752393...	L,2387158145...	0,34482123204...	2000
10	1	000	24,01729649867...	0	0	L,72946279053...	L,98189427551...	0,36168037970...	2000
11	1	000	24,0339827779...	0	0	L,83986298676...	L,57068499862...	0,36168949612...	2000
12	1	000	24,2096841125...	0	0	L,80095059063...	L,34986737537...	0,36705810398...	2000
13	1	000	24,3032969803...	0	0	L,75792387241...	L,49149823188...	0,37386641903...	2000
14	1	000	24,4023968046...	0	0	L,83785757376...	L,42798627414...	0,36367418742...	2000
15	1	000	24,53468239584...	0	0	L,94986789883...	L,29986342416...	0,36116329498...	2000
16	2	000	24,64849817983...	0	0	L,47953498638...	L,34299828824...	0,36286246367...	2000
17	1	000	24,8127547796...	0	0	L,93295223366...	L,38504421716...	0,38615960551...	2000
18	1	000	24,8546767648...	0	0	L,8386748538...	L,42673986352...	0,37937125863...	2000
19	2	000	27,1468809631...	0	0	L,77986279152...	L,4861398389...	0,37413673643...	2000
20	1	000	27,2875716822...	0	0	L,8039841742...	L,47643986238...	0,40000000096...	2000
21		000	28,3363399951...	1	0	L,876036177...	L,39994423389...	0,51246301403...	2000

>> Après le chargement des données, cliquez *Suivant...*

>> Attribuez chaque couche au numéro de niveau dans lequel elle est mise.



>> Cliquez sur Enregistrer, pour avoir la légende sous format Excel.

	A1	:	X	✓	f _x	Numéro du niveau
1	A		B			C
	Numéro du niveau	Référence du niveau				
2	Niveau 1	Couche 1				
3	Niveau 2	Couche 2 Inf				
4	Niveau 3	Couche 2 Sup				
5	Niveau 4					

Analyse multicritères

>> Veuillez sélectionner le niveau souhaité.

Analyse multicritères

Choix de la Zone et de la Maille

- Veuillez effectuer votre choix :

Sélectionnez un niveau :

Zone :

Maille :

Vous avez appliqué vos critères à la table :

Exacte :
Égale à :

Non régulière :
Supérieure à :
Inferieure à :

A logo consisting of a 3D cube with colored faces (orange, pink, yellow, blue) and the letters "AGD." in a bold, black, sans-serif font.

>> Veuillez sélectionner la zone souhaitée.

Analyse multicritères

Choix de la Zone et de la Maille

- Veuillez effectuer votre choix :

Sélectionnez un niveau : Niveau 2

Zone : Vierge

Maille : Sous-Cavalier

You avez appliqué vos critères à la table : Niveau 2

Exacte : Egale à :

Non régulière : Supérieure à :
Inferieure à :

>> Saisissez la maille souhaitée (Exacte ou Non régulière).

Analyse multicritères

Choix de la Zone et de la Maille

- Veuillez effectuer votre choix :

Selectionnez un niveau : Niveau 2

Zone : Vierge

Vous avez appliqué vos critères à la table : Niveau 2

Maille :

Exacte :
Egale à : XXXXXXXX

Non régulière :
Supérieure à :
Inferieure à :

Voir les résultats Appliquer

A large gray rectangular area is present at the bottom of the window.

Affichage de la coupe moyenne

>> Après avoir choisi les critères, Cliquez sur *Appliquer*

>> Cliquez sur le bouton *voir les résultats...* et vous aurez la coupe moyenne



Coupe moyenne

Choisissez la tranche de recouvrement souhaitée :

	PT(m)	PP(m)	PI(m)	ST(m²)	SP (m²)
SEC	CLAIR	-	-	-	-
	NOIR	-	-	-	-
NOYÉ	CLAIR	-	-	-	-
	NOIR	-	-	-	-

AGD

Exporter vers Excel Poursuivre vers l'organigramme Quitter

>> Cliquez sur Exporter vers Excel, pour avoir la coupe sous format Excel.

Classeur1 - Microsoft Excel

FICHIER ACCUEIL INSERTION MISE EN PAGE FORMULES DONNÉES RÉVISION AFFICHAGE KUTOOLS ENTERPRISE TEST DE CHARGE ABBYY FineReader 11 ÉQUIPE Aiman El... ▾

Calibri 11 A A Standard Mise en forme conditionnelle Mettre sous forme de tableau Styles de cellules Presse-papiers Police Alignement Nombre Style Cellules Trier et Rechercher et filtrer sélectionner Édition

L12 : X ✓ fx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6					PT(m)	PP(m)	PI(m)	ST(m ²)	SP(m ²)	SI(m ²)	VP(m ³)	VS(m ³)	VI(m ³)	BPL/B (%)	BPL/L (%)	Rp/l		
7					Sec	Clair	1,93	1,36	0,5	1958400	1949500	1224000	3775402,29	3039795,16	607436,43	64,83	68,53	
8						Noir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9							Clair	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10							Noir	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
	< 60 m	40-60 m	30-40 m	20-30 m	10-20 m	< 10 m												
PRÉT																		

Organigramme des ressources

>> Pour passer à l'organigramme cliquez sur *Poursuivre vers l'organigramme*.

Coupe moyenne

Choisissez la tranche de recouvrement souhaitée :

< 10m | **10-20 m** | 20-30 m | 30-40 m | 40-60 m | > 60m

MAGD.

		PT(m)	PP(m)	PI(m)	ST(m ²)	SP (m ²)
SEC	CLAIR	-	-	-	-	-
	NOIR	-	-	-	-	-
NOYÉ	CLAIR	-	-	-	-	-
	NOIR	-	-	-	-	-

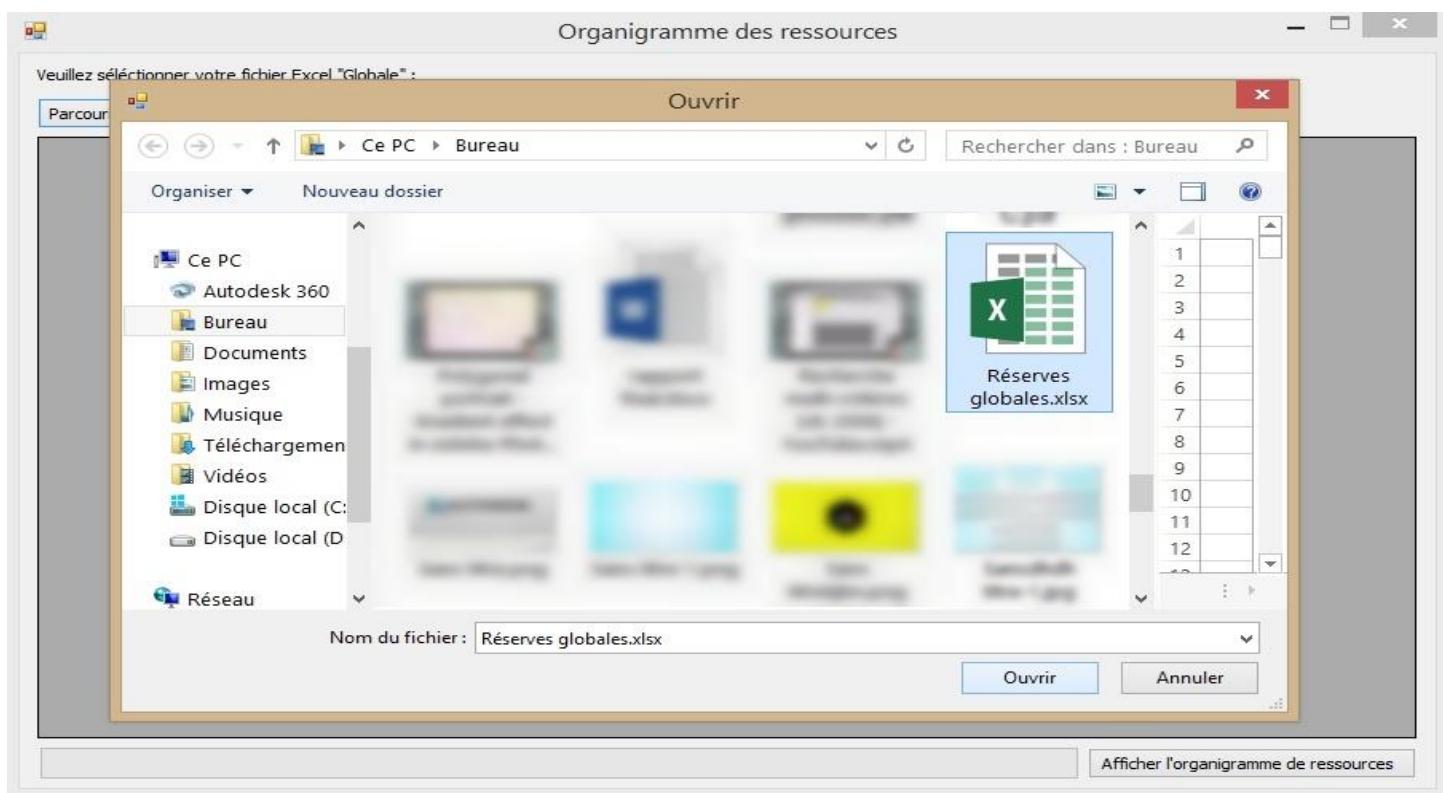
Exporter vers Excel | Poursuivre vers l'organigramme | Quitter

>> Cliquez sur Parcourir

Organigramme des ressources

Veuillez sélectionner votre fichier Excel "Globale" :

Parcourir ... | Importer | Afficher l'organigramme de ressources



>> Cliquez sur Importer

Organigramme des ressources

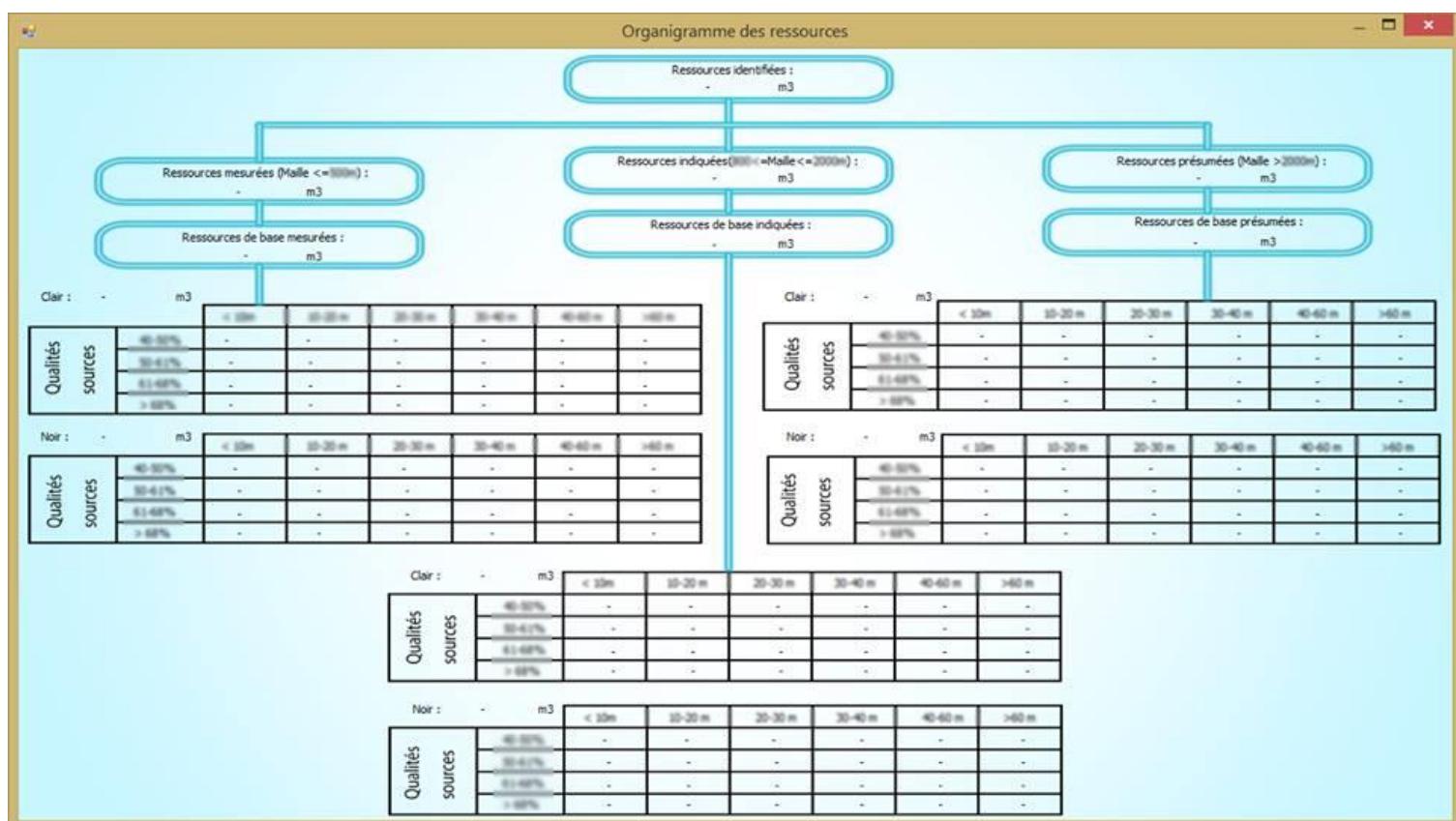
Veuillez sélectionner votre fichier Excel "Globale" :

Parcourir ... C:\Users\Aiman\Desktop\Réserves globales.xlsx Importer

ID	Maille	Recouvrement	Sec/Noyé	Clair/Noir	PP(m)	VP(m3)	BPL/B(%)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							
101							
102							
103							
104							
105							
106							
107							
108							
109							
110							
111							
112							
113							
114							
115							
116							
117							
118							
119							
120							
121							
122							
123							
124							
125							
126							
127							
128							
129							
130							
131							
132							
133							
134							
135							
136							
137							
138							
139							
140							
141							
142							
143							
144							
145							
146							
147							
148							
149							
150							
151							
152							
153							
154							
155							
156							
157							
158							
159							
160							
161							
162							
163							
164							
165							
166							
167							
168							
169							
170							
171							
172							
173							
174							
175							
176							
177							
178							
179							
180							
181							
182							
183							
184							
185							
186							
187							
188							
189							
190							
191							
192							
193							
194							
195							
196							
197							
198							
199							
200							
201							
202							
203							
204							
205							
206							
207							
208							
209							
210							
211							
212							
213							
214							
215							
216							
217							
218							
219							
220							
221							
222							
223							
224							
225							
226							
227							
228							
229							
230							
231							
232							
233							
234							
235							
236							
237							
238							
239							
240							
241							
242							
243							
244							
245							
246							
247							
248							
249							
250							
251							
252							
253							
254							
255							
256							
257							
258							
259							
260							
261							
262							
263							
264							
265							
266							

>> Cliquez sur Afficher l'organigramme des ressources.

>> Attendez le chargement de l'organigramme des ressources.



La fenêtre, A propos de MAGD, renferme des informations concernant le MAGD telles que la version, les droits de l'auteur et l'adresse électronique pour le support technique.

