

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA
Faculté de Technologie, Département des Mines et géologie



Mémoire De Fin d'études

Spécialité : Valorisation Des Ressources Minérales

Thème :

**Durabilité des bétons à base des minerais
polymétallique**

Présenté par :

ACHAT Anis
ZAIDI Amirouche

Encadré par :

Mr Djezairi

Année universitaire :

2020/2021

Table des matières

Liste des figures	3
Liste des tableaux	4
Liste des abréviations	5
Chapitre I : Introduction générale	6
Introduction générale	7
Chapitre I : Les minerais polymétalliques	8
1. Introduction	9
2. Préparation mécanique des minerais	10
3. Rejets générés	11
4. Le Minerai de baryte	11
5. Impacts des rejets sur l'environnement	13
6. Solutions durable de ces rejets	15
Conclusion	17
Chapitre II : Présentation de la mine	18
1. Présentation du groupe MANAL	19
2. Mine de Bou-Caïd	19
2.1. Historique de la mine	19
3. Lithologie du gisement	21
4. Géologie des gisements	21
Chapitre III : Matériel et méthodes	23
1. Introduction	24
2. Définition	24
3. Classification du béton	24
4. Principaux avantages et inconvénients du béton	25
5. Matières premières constituant le béton	26
6. Durabilité des bétons	28
7. Matériels et Méthodes utilisé au laboratoire	29
7.1. Le béton utilisé :	29
7.2. Caractéristiques de l'agrégat de la carrière	29
7.3. Caractéristiques du rejet de baryte	30
7.4. Verreries de laboratoire :	32
7.6. Réactifs utilisé	33

8. Préparation des solutions	33
8.1. Protocole utilisé	34
9. Méthodes d'analyses	35
9.2. Diffraction par rayon X(DRX)	37
9.3. Paramètres physiques des solutions	38
Conclusion	38
Chapitre IV : Résultats et Interprétation	39
1. Introduction	40
2. Caractéristiques physiques	40
3. Caractéristiques minéralurgique des monolithes	46
4. Résultat d'analyse chimique par (SAA) des solutions après lixiviation	49
Chapitre V : Conclusion Générale	50
Conclusion générale	51
Références bibliographiques	52

Liste des figures

Figure 1 : Courbe granulométrique des granulats de carrière	
Figure 2 : Courbe granulométrique du rejet de baryte (fraction 8/15)	
Figure 3: Résultat de la diffractométrie par rayon x du rejet de baryte	31
Figure 4: la plaque agitatrice et l'étuve	33
Figure 5: les deux solutions acide et alcaline préparées.....	33
Figure 6: Le rythme de changement de la solution	34
Figure 7: Les solutions récupérées	35
Figure 8: L'appareil de la SAA.....	36
Figure 9: Diffractomètre à rayon X.....	37
Figure 10 : Graphe de variation de masse en fonction du temps au milieu Acide	
Figure 11: Graphe de la variation de la masse en fonction du temps au milieu Alcalin	
Figure 12 : Graphe de la variation de la masse en fonction du temps au milieu neutre	
Figure 13 : Graphe de la variation du PH en fonction du temps dans le milieu acide	
Figure 24 : Graphe de la variation du PH en fonction du temps dans le Milieu alcalin	
Figure 15 : Graphe de la variation du PH en fonction du temps dans le milieu neutre	
Figure 16 : la variation de la conductivité en fonction du temps dans le milieu Acide	
Figure 17 : la variation de la conductivité en fonction du temps dans le milieu alcalin	
Figure 18 : la variation de la conductivité en fonction du temps dans le milieu neutre	
Figure 19 : la variation de la température en fonction du temps dans le milieu acide	
Figure 20 : la variation de la température en fonction du temps dans le milieu alcalin	
Figure 21 : la variation de la température en fonction du temps dans le milieu neutre	
Figure 22 : Résultat de la diffractométrie par Rayon X de l'échantillon du béton BG 153	
Figure 23 : Résultat de la diffractométrie par rayon X de l'échantillon du béton BG102	
Figure 24 : Résultats des analyses de la DRX de l'échantillon du béton BG102	
Figure 25 : Résultats des analyses de la DRX de l'échantillon du béton BG153	

Liste des tableaux

Tableau 1: Classes de propreté d'après les valeurs de l'équivalent de sable [18]	27
Tableau 2: Composition chimique d'agrégat de la carrière	30
Tableau 3: Résultats des analyses des rejets de baryte	32
Tableau 4: phases minérales de l'échantillon du béton BG 153.....	46
Tableau 5: Phases minérales de l'échantillon du béton BG102	47
Tableau 6: Phases minérales de l'échantillon du béton BG102.....	48
Tableau 7: Phases minérales de l'échantillon du béton BG153 après lixiviation.....	49
Tableau 8: Résultats d'analyse chimique par SAA au milieu Acide	49

Liste des abréviations

m_i : la masse

HCL : acide chloridrique

DRX : diffraction par rayon x

SAA: spectroscopie par absorption atomique

BG: béton gravier

FX: fluorescence x

C: la conductivité

DMA : Drainage minier acide

DRA : Drainage rocheux acide

ESP : Equivalent de sable au piston

ESV : Equivalent de sable visuel

ETM : Eléments traces métalliques

Chapitre I : Introduction générale

Introduction générale

Les problématiques de la production industrielle et la protection de l'environnement se révèlent parmi les enjeux majeurs de ce début du XIXe siècle. L'exploitation minière est l'une des majeures actrices de pollution, émettrice des gaz à effet de serre, et dont les ressources s'épuiseront dans quelques décennies.

Aujourd'hui, on cherche à valoriser les déchets, c'est-à-dire à les transformer pour être réutilisés et recyclés. Désormais les déchets acquièrent une valeur d'échange positive sur les marchés et devient une ressource, une matière secondaire. Longtemps la gestion des déchets a été une affaire de proximité, elle est aujourd'hui au cœur des préoccupations politiques nationales et internationales.

L'exploitation et le traitement de la baryte des mines en Algérie, tel que la mine de Boucaïd, la mine de Ain Mimoun et la mine Ichmoul, a commencé depuis les années 1970, cette exploitation engendre des quantités importantes de rejets de la baryte, occupant de plus en plus de l'espace dans le carreau des mines [1].

Dans cette étude, nous allons viser la durabilité du béton élaboré à travers de la valorisation des rejets provenant de l'exploitation de la mine de baryte de Tissmsilt, ces bétons a été déjà traité au laboratoire de préparation mécaniques de génie minier par les chercheurs.

Dans le but de mener à bien notre recherche en fonction des données disponibles, nous avons structuré notre travail en trois chapitres distincts.

Le premier chapitre consiste en une étude bibliographique des notions des minerais polymétalliques et ce qui en découle.

A travers le second chapitre, nous présenterons une étude bibliographique des notions fondamentales nécessaires pour mieux maîtriser le domaine des Bétons avec les méthodes et les matériels utilisé pour effectuées l'étude de lixiviation avec les principales techniques de caractérisation telles que la diffraction des rayons X (DRX), et l'analyse par spectroscopie d'absorption atomique.

Dans le troisième chapitre, nous présenterons les résultats trouvés avec une discussion.

Chapitre I : Les minerais polymétalliques

1. Introduction

L'industrie minière constitue une industrie prépondérante dans de nombreux pays à travers le monde. Le cycle de vie d'une mine comprend plusieurs étapes, et peut durer plusieurs dizaines d'années depuis l'étape de prospection jusqu'à l'étape de fermeture et de restauration du site minier en question. Le cycle minier comprend ainsi les étapes de prospection, d'exploration du gisement, de faisabilité technique, économique et environnementale du projet minier, le démarrage de la production (extraction et valorisation) et la production, et enfin la fermeture de la mine et la restauration du site. Les minerais du sous-sol, en mines à ciel ouvert ou en mines souterraines, et par la suite les éléments de valeur qu'ils contiennent, ne peuvent être extraits sans générer différents rejets liquides, solides et gazeux, en quantité plus ou moins importante, car les éléments de valeur représentent une toute petite partie des matériaux du sous-sol. Les éléments à valoriser peuvent être des métaux de base (cuivre, fer, nickel, plomb, zinc ...), des métaux précieux (or, argent, platine ...) ou d'autres éléments (terres rares, tungstène ...).

Dans les cas concernés par ce thème, c'est-à-dire dans le cas de mines polymétalliques à sulfures, exploitées par exemple pour l'or, l'argent, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc, ou encore le molybdène, les rejets générés, que ce soient les stériles ou les résidus, contiennent la plupart du temps des minéraux potentiellement contaminants, à savoir les sulfures et les sulfosels. Les sulfures, lorsqu'ils sont en contact avec l'air et l'eau, s'oxydent et génèrent par la suite de l'acidité dans les eaux de ruissellement. Les deux composants de la réaction, à savoir l'oxygène de l'air et l'eau, sont absolument nécessaires pour amorcer et entretenir les réactions d'oxydation de ces sulfures. Quant aux sulfosels, en contact avec l'eau, ils se dissolvent, car ce sont des minéraux complexes se comportant comme des sels et contenant du soufre. L'acidité générée par ces réactions entraîne par ailleurs les différents métaux (Co, Cu, Ni, Pb, Zn ...) et métalloïdes (As, Sb, Te ...) contenus dans les sulfures ou sulfosels du matériau altéré. Ce phénomène est mondialement connu sous le nom de drainage minier acide (DMA) ou encore drainage rocheux acide (DRA). [2]

2. Préparation mécanique des minerais

La préparation mécanique du minerai consiste essentiellement à réduire les dimensions de celui-ci jusqu'à des éléments de plus petit volume unitaire, par concassage, homogénéisation et broyage.

Le but de ces réductions est de faciliter le mélange, la dissolution et les réactions physicochimiques dont l'efficacité est fonction de l'importance de la surface exposée.

2.1. Concassage

L'échantillon de taille assez importante est soumis à un concassage en deux étages le premier dit primaire à l'aide d'un concasseur à mâchoire de laboratoire, les fragments de taille importante seront reconcassés pour diminuer leurs tailles, Le deuxième étage de concassage dit secondaire est effectué en utilisant un concasseur à cylindre semi industriel qui délivre des particules d'environ 1mm de diamètre.

2.2. Broyage

Le broyage du minerai a pour but la détermination de la maille de libération. Il doit être suffisamment poussé pour libérer les particules métallifères unitaires du stérile. Le broyeur utilisé est un broyeur semi industriel à boulets, dans lequel le broyage s'effectue par choc et par friction.

2.3. Homogénéisation

C'est un procédé mécanique qui consiste à mélanger l'échantillon de manière à le rendre homogène.

2.4. Quartage

Le quartage est un mode de prélèvement d'une masse déterminé à partir d'une grande quantité de minerai. À chaque opération de quartage l'échantillon est réduit de moitié.

2.5. L'analyse dimensionnelle du minerai

Les techniques d'analyse granulométrique sont multiples. Elles sont basées sur des principes variés : séparation mécanique (tamisage) ou par l'intermédiaire d'un fluide, gaz ou liquide, variation de résistance électrique, imagerie, diffraction ou absorption de rayonnement.

L'analyse granulométrique peut être effectuée par Tamisage du minerai concassé. [3].

3. Rejets générés

3.1. Généralité sur les rejets

La notion de déchet est très différente suivant l'approche que l'on adopte (réglementaire, environnementale, économique ou fonctionnelle) [4]. Nous considérons, dans notre approche générale du déchet, l'approche réglementaire française qui définit le déchet comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. [5]

3.2. Qu'est-ce qu'un déchet

La définition varie d'un pays à un autre, mais la plupart des définitions légales évoquent une substance ou un produit rendu impropre à l'usage prévu. C'est donc une définition plus vaste que celle des non-spécialistes, laquelle se borne souvent aux produits ou substances qui ne fonctionnent plus correctement. La définition légale englobe souvent des substances parfaitement utilisables, lorsqu'elles sont utilisées dans des contextes autres que celui qui était initialement prévu. [6]

3.3. Classification des déchets

D'une manière générale, l'exploitation minière se caractérise souvent par des dépôts importants des résidus, provenant tant de la mine proprement dite que de l'usine où s'effectue le traitement de valorisation du minerai, donc on peut constater plusieurs types :

- Les stériles francs de découverte et/ou de traçage de galerie ;
- Les résidus d'exploitation (stériles francs et/ou stériles de sélectivité minéralisés) ;
- Les résidus de traitement (rejets de l'usine de concentration) ;
- Les autres résidus (scories de grillage ou de fusion du minerai) ; [7]

4. Le Minerai de baryte

La barytine (BaSO_4) est le principal minéral de baryum exploité et produit en grande quantité au niveau mondial, en tant que matière première et produits dérivés, pour ses propriétés particulières et ses nombreuses applications industrielles. [8]

4.1. Caractéristiques générales physico-chimiques de la barytine

- Composition chimique : Sulfate de Baryum ($BaSO_4$)
- Système Cristallin : Orthorhombique ;
- Densité : 4,48 (La baryte est remarquable par son poids exceptionnel et la perfection de ses cristaux) ;
- Dureté : 3 à 3,5 sur l'échelle de Mohs ;
- Clivage : Parfait dans une direction, faible dans les autres. La barytine grossière constitue divers agrégats, en général clivables ;
- Couleur : Elle est de couleur claire. Pure, elle est incolore ou blanche, mais on la trouve le plus souvent colorée diversement par des adjonctions. Elle devient alors safran, gris léger, brun pâle au brun foncé, mais aussi rouge, bleu, vert et noir ;
- Éclat : Vitreux ;
- Fluorescence : La baryte n'est pas ou très peu fluorescente, par contre, chauffée, elle devient luminescente ;
- Système Cristallin : Orthorhombique
- Couleur : Elle est de couleur claire. Pure, elle est incolore ou blanche, mais on la trouve le plus souvent colorée diversement par des adjonctions. Elle devient alors safran, gris léger, brun pâle au brun foncé, mais aussi rouge, bleu, vert et noir. [9]

4.2. Utilisation de la baryte

- Environ 75-80% de la baryte extraite est utilisée pour rendre plus lourdes les boues de forages de profondeur exécuté lors de l'exploitation de pétrole ;
- On utilise la barytine pour fabriquer des colorants ;
- En céramique on l'emploie pour les glaçures et les émaux ;
- On l'utilise aussi dans l'industrie du verre ;
- Elle sert aussi à fabriquer un ciment et un béton qui protègent des radiations radioactives ;
- On s'en sert aussi en médecine, surtout pour les radiographies du tube digestif sous forme de bouillie de baryte ;
- Elle est utilisée comme matériau de départ pour la production des sels volatils de baryum,
- employés pour colorer les flammes (feux de Bengale, fusées, feux d'artifice). [10]

5. Impacts des rejets sur l'environnement

La quantité importante de rejets aura un impact négatif majeur sur l'environnement si la gestion de ces derniers n'est pas faite correctement. Dépendamment de leur composition, la stabilité chimique des résidus cause des problèmes environnementaux importants. La présence de minéraux sulfureux dans les rejets peut causer une baisse significative du pH dû notamment à l'oxydation de ces sulfures. Ce phénomène est le DMA. De moindre ampleur, le DNC est aussi problématique. Il peut entraîner dans l'environnement des métaux lourds à des concentrations supérieures à celles exigées par les gouvernements. La présence d'arsenic dans les rejets est aussi une préoccupation constante de l'industrie en raison de la toxicité de cet élément. Plus spécifique aux exploitations d'or et d'argent, le cyanure utilisé lors du processus de cyanuration pour traiter le minerai doit être retiré des rejets. Les techniques de traitement sont cependant bien développées pour ces deux derniers éléments. Enfin, les ouvrages nécessaires à l'entreposage des rejets miniers causent, invariablement, des modifications dans l'usage du territoire. L'étude des enjeux liés aux rejets miniers ne peut donc pas ignorer cette problématique, car elle entraîne la destruction permanente d'habitats naturels. [11]

5.1. Drainage minier acide DMA

Les déchets miniers de type sulfures métalliques telles la pyrite (FeS_2), les chalcopyrites (CuFeS_2), la sphalérite (ZnS) ou la galène (PbS) sont généralement sources d'un problème environnemental majeur lié à la production de drainage minier acide (DMA) résultant de l'oxydation des sulfures [12].

Ces deux dernières décennies, la prise de conscience généralisée d'un problème environnemental dans le secteur minier, le « drainage acide » ou DA, s'est renforcée.

Le DA est associé aux minerais sulfurés dont on extrait le plomb, le zinc, le cuivre, l'or et d'autres minéraux, y compris du charbon. Ce phénomène peut se produire sur les parois riches en sulfures des puits et des mines souterraines.

Les principales origines de ce problème environnemental sont les suivantes :

- la présence fréquente de sulfures métalliques dans les résidus et/ou stériles ;
- l'oxydation des sulfures lorsqu'ils sont exposés à l'oxygène et à l'eau ;
- la formation d'un lixiviat acide chargé en métaux par oxydation des sulfures ;

- la formation de ce lixiviat durant de longues périodes ;
- le manque de minéraux capables de neutraliser l'acidité [13].

5.1.1. Réactions principales de DMA

Les principales réactions chimiques qui sont susceptible de générer de l'acide sulfurique sont l'oxydation du fer et du soufre de la pyrite.



L'acidification des milieux miniers par de l'acide sulfurique a eu pour effet de solubiliser les métaux lourds et de les déplacer au travers des bassins versants qui drainent le ruisseau.

Ce processus est nommé le drainage minier acide (DMA) [14].

5.2. Contamination des sols par les métaux lourds

La galène et la sphalérite constituent, respectivement, les sources principales de contamination par le Pb et le Zn dans cette région minière. En présence d'oxygène, la galène et la sphalérite peuvent produire le Pb²⁺, Zn²⁺, (Cd²⁺) et le (SO₄)²⁻ selon les réactions suivantes :



L'entraînement des ions Pb, Zn et Cd peut être à l'origine de la contamination des eaux, de la végétation et des sols des environs miniers [15].

5.3. Impacts sur la sante publique

Les programmes d'EIE des projets miniers sous-estiment souvent les risques sanitaires potentiels des projets miniers. Les substances dangereuses et les déchets dans l'eau, l'air et le sol peuvent avoir des répercussions graves, négatives sur la santé publique. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) définit la santé comme "un état de complet bien-être physique, mental et social et pas seulement en l'absence de maladie ou d'infirmité. [16]

Le terme "substances dangereuses" est vaste et inclut toutes les substances qui peuvent être nocives pour la population et/ou l'environnement. En raison de la quantité, de la concentration ou des caractéristiques physiques, chimiques ou infectieuses, les substances dangereuses peuvent (1) causer ou contribuer à une augmentation de la mortalité ou d'une augmentation de graves maladies irréversibles ou incapacitantes ; ou (2) constituer un risque substantiel présent/actuel ou potentiel pour la santé humaine ou l'environnement si elles sont improprement

traitées, stockées, transportées, éliminées ou gérées autrement. Les problèmes sanitaires fréquemment liés aux activités minières incluent :

- L'eau : La contamination des eaux de surface et souterraines par des métaux et des éléments, la contamination microbiologique par des eaux usées et des déchets dans les terrains de camping et les zones de résidence des travailleurs miniers. [17]

6. Solutions durable de ces rejets

6.1. Dépollution et l'imperméabilisation

En principe, les rejets oxydés sont moins dangereux pour l'environnement que les rejets sulfurés. Les premiers proviennent de minerais extraits près de la surface et sont souvent stables chimiquement au contact de l'air et de l'eau.

Par contre, les minerais sulfurés sont extraits de mines souterraines. Leur extraction de la mine où ils étalent dans un milieu anaérobie stable vers la surface, a un Impact non négligeable si aucune précaution n'est prise pour empêcher leur oxydation au contact de l'air et de l'eau. Cette oxydation entraîne en effet le déclenchement de réactions responsables du drainage minier acide (DMA) qui génère des solutions acides et oxydantes, chargées en cations métalliques (dont le fer ferrique) et en anions (tels que sulfates et arsénates). Ce drainage acide mobilise des sulfates et oxydes métalliques avec comme conséquence la dispersion des éléments traces métalliques (ETM) dans l'environnement. La restauration des sites de stockage des rejets acidogènes et non acidogènes est Indispensable.

L'objectif principal de cette opération est de minimiser les risques sur l'environnement. A cet effet, Il faut remettre le site dans un état visuellement acceptable pour la collectivité et dans un état compatible avec l'usage futur dans le but d'éliminer les risques inacceptables pour la santé et d'assurer ainsi la sécurité des personnes. Pour limiter ces Impacts environnementaux et protéger la santé de la population, les solutions envisageables sont la dépollution des résidus miniers, leur réutilisation ou leur stabilisation par des moyens physiques, imperméabilisation et/ou chimiques, insolubilisation.

6.1.1. Dépollution

La dépollution peut se faire in situ par lixiviation chimique des métaux lourds contenus ou ex situ par flottation. La flottation semble être facile à réaliser et moins coûteuse. La réutilisation de ces rejets se fait comme charge dans les matériaux de construction.

6.1.2. Imperméabilisation

C'est une solution qui est préconisée par certains auteurs. Ils proposent la stabilisation des tallings en recouvrant leur surface d'une couche géotextile imperméable, ce qui réduit les infiltrations des eaux de percolation. De plus, la revégétalisation en surface empêcherait toute forme d'érosion [18].

6.2. Utilisations potentielles des rejets de carbonate-apatite

Il existe une variété très importante de matériel fertilisant à base de phosphore. La roche phosphatée naturelle d'une teneur moyenne de 30% en P_2O_5 , constitue généralement la matière première pour la fabrication d'engrais phosphores. Celle-ci doit tout d'abord subir un traitement à l'acide pour solubiliser le minéral de phosphore présent.

L'acide phosphorique impur découlant de ce procédé est combiné à de l'ammoniaque pour former une gamme de fertilisant de type complexe.

D'autres engrais à base de phosphores sont utilisés à plus ou moins grande échelle à travers le monde à partir de roches phosphatées et de roches magnésiennes [19].

6.3. Désulfuration environnementale couplée au remblayage

La désulfuration est un procédé de plus en plus proposé comme une méthode alternative environnementale et économique pour la gestion des résidus miniers. L'objectif est d'utiliser la fraction (concentré de flottation) génératrice de drainage minier acide issue de la désulfuration dans la fabrication du remblai en pâte.

De nouvelles techniques de gestion des rejets miniers ont donc vu le jour au cours des dernières années. Certaines d'entre elles s'inscrivent dans la perspective de réaliser une gestion intégrée des résidus miniers. L'utilisation des remblais cimentés, avec les résidus de concentrateurs et/ou les stériles rocheux, est l'une de ces techniques. Le remblai en pâte est plus utilisé actuellement. Son emploi permet de retourner sous terre des quantités importantes de résidus (de l'ordre de 50 % du total produit) en plus de créer un support de terrain additionnel, améliorant la productivité de l'exploitation souterraine. Le remblai en pâte peut aussi être utilisé comme mode de disposition en surface, dans le but de contrôler la production de contaminants. [20]

6.4. Désulfuration environnementale

C'est une technique actuellement en développement qui s'inscrit dans la perspective d'une gestion intégrée des résidus et l'émergence de nouvelles techniques de gestion des rejets de concentrateur, notamment, par intégration au circuit de traitement minérale. La principale

technique consiste à extraire la quantité optimale de minéraux responsables de génération du drainage acide et la pollution métallique des effluents (les sulfures), avant la sortie du concentrateur minier, et donc avant son dépôt en surface dans les aires d'accumulation. Il s'agit de retirer suffisamment de sulfures pour que le résidu final possède un équilibre, tel qu'il ne soit pas générateur d'acide [21].

Il serait possible de combiner le remblai en pâte à la désulfuration et à la valorisation des divers sous-produits.

6.5. Remblayage

Constitue aujourd'hui, et constituera encore plus dans le futur, une composante vitale des exploitations minières souterraines. Les remblais cimentés sont des mélanges de rejets miniers (résidus pour le remblai en pâte et stérile pour le remblai rocheux), de liants hydrauliques pour assurer une certaine cohésion mécanique et d'eau pour le gâchage du ciment et pour faciliter le transport du mélange. Chacune des trois constituantes majeures joue un rôle prépondérant, conditionnant ainsi les performances des remblais cimentés. Par ailleurs, ces derniers constituent un matériau complexe, en perpétuelle évolution, depuis sa fabrication, durant son transport, lors de sa mise en place (sous terre ou en surface) et durant les différentes étapes de curage [22].

Conclusion

L'Environnement s'emploie à lutter contre les impacts environnementaux de l'exploitation minière. Des stériles et des résidus miniers peuvent entraîner des rejets dans l'eau et le sol. Le drainage acide et la lixiviation des métaux issus des chantiers miniers et des résidus miniers peuvent se produire dans les mines métallifères. Le drainage acide peut avoir des répercussions significatives sur la qualité de l'eau et sur les écosystèmes aquatiques. Les produits chimiques utilisés pour traiter les minerais métallifères peuvent également se retrouver dans les eaux usées de la mine. [23]

Chapitre II : Présentation de la mine

1. Présentation du groupe MANAL

L'activité minière joue un rôle essentiel dans le développement futur, et en particulier pour l'amélioration et le maintien des niveaux de vie dans le monde entier.

Le nouveau groupe industriel minier dénommé "Manadjim El Djazaïr" vient d'être créé (Décret n° 11-85 du 16/02/2011). Destiné à remplacer l'ex. SGP SOMINES. Ce groupe industriel doté d'un capital social de 5 milliards de dinars détenu par l'Etat imprescriptible et inaliénable, se verra transférer les actifs des cinq entreprises publiques activant actuellement dans le domaine minier.

Il s'agit des actifs des groupes publics FERPHOS, L'ENOF, L'ENASEL, L'ENAMARBRE, L'ENG, relevant du portefeuille de l'ex. SGP SOMINES. Les entreprises AGENOR et ORGM ont par la suite intégré le Groupe Industriel.

Son objet, tant en Algérie qu'à l'étranger est de développer l'exploration du domaine minier national en vue de mettre en évidence de nouvelles ressources minérales, élaborer et mettre en œuvre une stratégie de développement de la société, rechercher, développer et exploiter les ressources minérales à l'exclusion des hydrocarbures, développer et exploiter les mines, les carrières et tout autre type d'activité minière, procéder à toute opération de transformation et de valorisation des produits miniers. En outre, l'objectif du groupe est de distribuer et commercialiser les produits extraits des exploitations minières et ou provenant de leurs transformations, valoriser seul ou en partenariat les ressources minières de son portefeuille, et détenir, acquérir et gérer toute action ou prise de participation ainsi que la réalisation de toute opération financière en rapport avec son objet social. [24]

2. Mine de Bou-Caïd

2.1. Historique de la mine

La mise en exploitation du gisement de Bou-Caïd date de la fin du 19^{ème} siècle pour les poly métaux (Pb-Zn), qui a connu son apogée dans les 1940 suite aux études réalisées par le géologue français M. Formmel, la deuxième période a démarré avec la nationalisation des mines en 1966 et la continuité en matière d'exploitation des poly métaux, parallèlement la SONAREM a entamé les travaux de prospection à partir de 1967 qui consistent dans les études et la reconnaissance systématique du gisement. En 1975, lors des travaux de levé géologique au 1/5000 du gîte de Sidi Belabbes, il y a eu la découverte d'une puissante structure barytisée de

850 mètres de longueur. Cette dernière a fait l'objet de travaux de prospection et d'évaluation de 1977 à 1981. L'exploitation et le traitement de la baryte a commencé en 1976.

Parallèlement aux travaux d'évaluation du gîte de Sidi Belabbes, la prospection a été lancée sur les sites de Sidi Ouaddah, sur les flancs oriental et occidental du gîte Nord (Massif d'Abdelkader) et sur le flanc occidental du massif de Belkheiret.

En 1976, les sites de l'Ain et le Nord furent transmis à la mine de Bou-Caïd dont les réserves sont de 50 000 tonnes pour le premier et 10 000 tonnes pour le second.

Durant la période 1978 à 1982, quatre sites ont été évalués et sont passés à l'exploitation à savoir : Ammal, Rasfa, Grand Pic et Nord.

Il est à noter que 90% des travaux ont été réalisés sur le site de Sidi Bel Abbas.

Pour les autres sites les travaux de recherche réalisés sont insignifiants

2.2 Situation géographique

La mine de Bou-Caïd est accessible par la RN 19 qui relie Chlef à Tissemsilt. Elle est située à 58 km au Sud de Chlef et à 62 km au Nord de Tissemsilt.

L'espace territorial de Bou-Caïd issu du découpage administratif de 1984, s'étend sur une superficie de 67km²

Elle est limitée par les communes de :

- Karimia au Nord qui forme sa limite avec la wilaya de Chlef ;
- Bordj-Bounaama, sa commune mère et la commune Sidi-Slimane au Sud ;
- Beni-Chaib à l'Est ;
- Lazharia et Bordj-Bounaama à l'Ouest.

L'unité de Bou-Caïd est située dans la commune de Bou-Caïd daïra de Lazharia wilaya de Tissemsilt, sur le versant Nord et aux pieds des massifs culminant de la chaîne de l'Ouarsenis à 1100 m d'altitude, l'unité et les installations sont aux abords de la route nationale N °19. La mine est accessible par la même route.

La mine de Bou-Caïd a deux gisements en exploitation (Lakhdar, Sidi Bel Abbas).

Le gisement de Lakhdar qui est à 5 km au Sud Est du village de Bou-Caïd, il est situé sur le flanc Sud de l'extrémité Ouest du massif Abdelkader. Il est relié au village de Bou-Caïd par la route communale de 2 Km, ensuite par une piste de 3 Km.

Le gisement de Sidi Belabbes qui est à 8 km au Sud Est du village de Bou-Caïd, se situe dans la partie Sud Est du massif Abdelkader. Il est relié au village de Bou-Caïd par la route communale de 5Km, ensuite par une piste de 2 Km.

3. Lithologie du gisement

La structure géologique du gisement de Lakhdar comprend les dépôts carbonatés du Lias moyen-supérieur, L'épaisseur moyenne de ces dépôts est de 420 à 450 m. Ils sont représentées par des calcaires massifs à grains fins, gris claire à gris, fréquemment a cassures conchoïdale. Il est notable de signaler les variétés oolithiques de calcaire et des rares intercalations des conglomérats de calcaire, des brèches de calcaires et des marnes, et des certains endroits les calcaires dolomitismes.

La structure géologique du gisement de Sidi Bel Abbes comprend les dépôts carbonatés du Jurassique moyen, qui se subdivise nettement en deux faisceaux : inférieur gréseux et supérieur calcareux. Les calcaires à des rognons de silex allongés le long du litage sont omniprésents. On signale également de faibles bancs de marnes. Généralement la composition lithologique des faisceaux calcareux du Dogger est la même pour l'ensemble du champ minier de l'Ouarsenis.

3.1. La morphologie du gisement

La morphologie du gisement de l'Ouarsenis est conditionnée par les accidents tectoniques que subissent les terrains. Elles se présentent généralement sous deux formes possibles :

❖ Les filons

Le corps minéralisé, qui a naturellement trois dimensions, se caractérise par l'importance de l'une de ces dimensions.

La mine de Bou-Caïd est caractérisée par les filons suivants : (filon Sidi Djbar, filon Nord)

❖ Les amas

Dans ce cas, les trois dimensions du corps minéralisé sont presque les même, on l'appelle aussi 'corps'.

Les gisements les plus importants de la mine de Bou-caïd sont : grand pic ,NORD, Lakhdar et Sidi Belabbes.

4. Géologie des gisements

4.1 Géologie du gisement Sidi Belabbes

• Filon Sidi Belabbes partie Ouest

Il s'agit d'un corps filonien qui affleure au jour sur une longueur de 315 m avec une direction Est-ouest, et une puissance qui varie entre 0.5 et 2 m. L'angle de pendage est Sub- vertical (86°). La structure est encaissée dans les calcaires du Lias moyen- supérieur. Le minerai est d'une teneur moyenne de 84.55 % en BaSO₄ et la densité moyenne est de l'ordre de 4.

- **Filon Sidi Belabbes partie Est**

Ce corps de minerai de barytine est la continuité du filon Sidi Belabbes Ouest qui se localise à l'extrémité orientale du Sra d'Abd El- Kader, reconnu lors des itinéraires de reconnaissance à l'Ouarsenis effectués par la division de recherche de 1977 à 1982 (EX : SONAREM). Il affleure au jour entre les côtes 1210 et 1290 m, sur une longueur de 130 m selon un pendage de 76° vers le Sud, une épaisseur moyenne de 1,6 m et une teneur moyenne de 86.32 % en BaSO₄.

Ce corps est contrôlé par une structure technique de direction Est-Ouest encaissée dans les calcaires du Dogger.

4.2 Géologie du gisement Lakhdar

- **Corps Lakhdar Supérieur**

Le corps du minerai se présente sous forme d'amas d'une structure très irrégulière, dont une base de 350 m² au niveau 1475 m, Au niveau 1485 m le corps est d'une section de 654 m². Cependant, avant l'exploitation de la partie supérieure au niveau 1485 m, le corps présentait une allure conique avec un axe décentré. Le minerai très dense (4.2) est contenu dans une gangue argileuse plus ou moins importante. Le minerai est encaissé dans les calcaires Lias moyen –supérieur. La teneur moyenne du minerai en BaSO₄ est de 76.08 %.

- **Corps Lakhdar Inférieur**

Ce corps de minerai se présente sous forme d'amas d'une structure très irrégulière. Le corps se trouve situé en contrebas du corps de Lakhdar du niveau 1452 m. Il s'agit de sa continuité vers le bas. Le gisement est localisé entre les niveaux 1330 m et 1452m. Le minerai très dense (4.32) est contenu dans une gangue argileuse plus ou moins importante. Le minerai est encaissé dans les calcaires du lias moyen-supérieur. La teneur moyenne du minerai est de 78.86%.

Le corps minéralisé a été développé par galerie au jour et par des sondages fond, les réserves développées sur ce niveau sont de l'ordre de 148 000 tonnes en C1.

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les matériels et les protocoles et des essais de lixiviation effectuées sur les monolithes en bétons, élaborés a bases d'agrégats de carrières et des rejets de baryte de la willaya de Tissmsilt en tant que remplacent d'agrégat (fraction 5/18) a des taux de 10 et 15% en poids.

2. Définition

Le béton est un matériau de construction formé par un mélange de granulats, de sable, et d'eau aggloméré par un liant hydraulique (ciment), éventuellement complété par des adjuvants et des additions. Ce mélange, qui est mis en place sur le chantier ou en usine à l'état plastique, peut adopter des formes très diverses parce qu'il est mouillable ; il durcit progressivement pour former finalement un monolithe. Selon le choix du ciment et son dosage par rapport aux granulats, selon la forme des granulats, selon l'utilisation d'adjuvants, les bétons obtenus peuvent avoir des caractéristiques très diverses. [25]

3. Classification du béton

Le béton fait partie de notre cadre de vie. Il a mérité sa place par sa caractéristique de résistance, ses propriétés en matière thermique, sa résistance au feu, son isolation phonique, son aptitude au vieillissement, ainsi que par la diversité qu'il permet dans les formes, les couleurs et les aspects. Le béton utilisé dans le bâtiment, ainsi que dans les travaux publics comprend plusieurs catégories.

En général le béton peut être classé en 4 groupes, selon la masse volumique :

- Béton très lourd : $> 2500 \text{ kg/m}^3$.
- Béton lourd (béton courant) : $1800 - 2500 \text{ kg/m}^3$.
- Béton léger : $500 - 1800 \text{ kg/m}^3$.
- Béton très léger : $< 500 \text{ kg/m}^3$.

Le béton courant peut aussi être classé en fonction de la nature des liants :

- Béton de ciment (le ciment),
- Béton silicate (la chaux),
- Béton de gypse (le gypse), etc.

Le béton peut varier en fonction de la nature des granulats, des adjuvants, des colorants, des traitements de surface et peuvent ainsi s'adapter aux exigences de chaque réalisation, par ses performances et par son aspect.

- Les bétons courants sont les plus utilisés, aussi bien dans le bâtiment qu'en travaux publics.
- Les bétons lourds, dont les masses volumiques peuvent atteindre 600 kg/m³ servent, entre autres, pour la protection contre les rayons radioactifs.
- Les bétons de granulats légers, dont la résistance peut être élevée, sont employés dans le bâtiment.
- Les bétons cellulaires (bétons très légers) dont les masses volumiques sont inférieures de 500 g/m³. Ils sont utilisés dans le bâtiment, pour répondre aux problèmes d'isolation.
- Les bétons de fibres, plus récents, correspondent à des usages très variés : dallages, éléments décoratifs, mobilier urbain. [26]

4. Principaux avantages et inconvénients du béton

4.1. Avantages du béton :

- Il est peu coûteux, facile à fabriquer et nécessite peu d'entretien.
- Il épouse toutes les formes qui lui sont données. Des modifications et adaptations du projet sur le chantier sont faciles à effectuer.
- Il devient solide comme de la pierre. Correctement utilisé, il dure des millénaires. Il résiste bien au feu et aux actions mécaniques usuelles.
- Associé à des armatures en acier, il acquiert des propriétés nouvelles qui en font un matériau de construction aux possibilités immenses (béton armé, béton précontraint).
- Il convient aux constructions monolithiques. Les assemblages sont faciles à réaliser dans le cas de béton coulé sur place. Dans la plupart des cas, les dimensions des ouvrages et éléments d'ouvrage en béton sont suffisantes pour ne pas poser de problème délicat déstabilisant.
- Les ressources nécessaires pour sa fabrication existent dans de nombreux pays en quantités presque illimitées.
- Il exige peu d'énergie pour sa fabrication. [27]

4.2. Inconvénients du béton

Les principaux inconvénients du béton ont pu être éliminés grâce à son association à des armatures en acier ou à l'utilisation de la précontrainte. De toute façon, il reste les quelques inconvénients suivants :

- Son poids propre élevé (densité de 2,4 environ qui peut être réduite à 1,8 dans le cas de bétons légers de structure et à moins de 1,0 dans le cas de béton légers d'isolation)

- Sa faible isolation thermique (elle peut être facilement améliorée en ajoutant une couche de produit isolant ou en utilisant du béton léger spécial)
- Le coût élevé entraîné par la destruction du béton en cas de modification d'un ouvrage. [28]

5. Matières premières constituant le béton

Les bétons sont constitués de ciment, de granulats et d'eau. Ils peuvent éventuellement contenir des additions minérales et des adjuvants.

5.1. Sable

On entend par sable la fraction des granulats pierreux dont les grains ont des dimensions comprises entre 0,080 mm et 5 mm ; il s'agit d'une définition globale, dont les bornes varient d'une classification à une autre. Ce sont aussi les matériaux dont le diamètre maximal est inférieur à 6,3mm et dont le passant à 80 microns n'excède pas 30%. [29]

On retrouve le sable sur les milliers de plages bordant les mers et océans du monde entier. Ce sédiment peut être de différentes couleurs (blanc, brun, ocre, noir,...) selon le type de roche dont il est issu. [30]

5.2. Origine de sable :

Le sable peut avoir une origine naturelle ou artificielle :

5.2.1. Origine naturelle : il provient de la désagrégation naturelle de roches au cours de leur processus d'érosion.

5.2.2. Origine artificielle : il est obtenu par broyage de roches massives après des opérations de concassage et de criblage, il est appelé aussi sable de carrière, il est caractérisé par des grains aux aspérités marquées.

5.2.3. Classification des sables :

On peut classer les sables selon trois paramètres dont :

5.2.3.1. Granulométrie

Elle permet de séparer les sables en trois catégories :

- **Sables fins :** plus de 75% des éléments supérieurs à 80 μ m, sont inférieurs à 0,5mm.

Ces sables doivent être notablement corrigés pour acquérir des propriétés comparables à celles des graves.

- **Sables moyens :** Moins de 20% des éléments sont supérieurs à 2mm et plus de 50% des éléments supérieurs à 80 μ m sont compris entre 0,2 et 2mm.

- **Sables grossiers** : Plus de 20% des éléments sont supérieurs à 2mm et plus de 50% des éléments supérieurs à 80 μ m sont compris entre 0,5 et 5mm. Ces sables ont des propriétés qui se rapprochent des graves. [31]

5.2.3.2. Propreté :

La propreté d'un sable peut être appréciée par l'intermédiaire d'un essai appelé « équivalent de sable » (Norme NF EN 933-8). Cet essai consiste à donner une indication sur l'importance des impuretés (argile, poussière, matière organique, ...etc.) contenues dans les sables. Ces impuretés influent négativement sur l'adhérence entre les grains de sable et le ciment, ce qui conduit à chuter la résistance mécanique des bétons et des mortiers. [32]

Le tableau ci-dessous donne le classement des sables d'après la propreté :

Tableau 1: Classes de propreté d'après les valeurs de l'équivalent de sable [33]

ESV (%)	ESP %	Interprétation
ESV < 65	ESP < 60	Sable argileux ; non convenable pour des bétons de qualité.
65 < ESV < 75	60 < ESP < 70	Sable légèrement argileux ; convenable pour des bétons courants.
75 < ESV < 85	70 < ESP < 80	Sable propre à faible pourcentage de fines argileuses ; parfaitement convenable pour des bétons de qualité.
ESV > 85	ESP > 80	Sable très propre ; risque d'un défaut de plasticité du béton

5.2.3.3. Nature minéralogique :

En général, les sables peuvent être classés comme suit :

- Sables siliceux.
- Sables silico-calcaires.
- Sable calcaires.

5.3. Les types des sables selon leurs provenances :

Selon leurs provenances, les sables peuvent être classés comme suit :

- **Sable de rivière** : il est obtenu par dragage des lits des cours d'eau. Il doit être dur et propre pour qu'on puisse l'utiliser dans les bétons.
- **Sable de mer** : il provient des côtes de la mer. Pour l'utiliser dans les bétons, il faut qu'il ne soit pas trop fin et qu'il soit lavé de son sel.
- **Sable de carrière** : Il contient souvent un pourcentage important de fines et une faible quantité d'argile.
- **Sable artificiel** : il est obtenu par concassage des roches. Il est souvent plein de filler.

Pour qu'il soit utilisable dans les bétons, il faut limiter le pourcentage des fines. [34]

6. Durabilité des bétons

6.1. Les tests de la durabilité

La durabilité est tout aussi importante que les caractéristiques mécaniques pour le matériau béton. Le paramètre régissant la durabilité est bien entendu la perméabilité. Plus cette dernière est réduite et mieux sa durabilité en sera augmentée.

Pour évaluer la durabilité « potentielle » d'un béton, il est nécessaire de connaître les mécanismes susceptibles de conduire à sa dégradation.

Les principaux processus chimiques à la base des dégradations du béton, pour la majorité des attaques chimiques, sont généralement regroupés en trois catégories :

- A- L'hydrolyse ou la lixiviation (dissolution) des hydrates.
- B- Les échanges ioniques entre les hydrates et le milieu agressif.
- C- La formation de produits expansifs à l'intérieur du béton. [35]

6.1.1. Attaques par les acides

Les attaques acides se font principalement suivant un mécanisme de dissolution. Suivant le cas, le phénomène de dissolution peut être accompagné de la précipitation du sel formé lors de la réaction base + acide si le sel est peu soluble. Ce sel peut avoir un effet colmatant et ralentir les réactions de dissolution.

Les acides inorganiques forts ne réagissent pas uniquement avec l'hydroxyde de calcium. Ils attaquent également les autres composants de la pâte de ciment durcie, en formant des sels calciques, aluminiques ou ferriques, ainsi que des acides siliciques colloïdaux (gels de silice). [36]

6.1.2. Les attaques sulfatiques

La résistance du béton aux attaques des sulfates est l'un des facteurs les plus importants pour sa durabilité.

L'attaque sulfatique est accompagnée d'une précipitation de produits sulfatés dits «secondaires» dont la formation est postérieure à l'hydratation du ciment, d'une expansion importante et de détériorations chimico-mécaniques (modification des propriétés de transport et de la porosité, fissures, pertes de résistance et de cohésion). Ceci conduit à la ruine du matériau cimentaire, à plus ou moins long terme en fonction de l'attaque (nature, teneur et concentration des sulfates au contact) et du ciment utilisé. [37]

7. Matériels et Méthodes utilisé au laboratoire

Le béton utilisé dans nos essais est composé d'agrégat de la carrière et du rejet issu de l'exploitation de la baryte de la willaya de Tissmsilt.

7.1. Le béton utilisé :

Les monolithes du béton soumis aux tests de lixiviation sont obtenues par carottage des éprouvettes de 15×15×15 cm de béton, afin d'avoir des monolithes en béton de de 4,7×4,3×1 cm d'environ.

Ce béton est composé de :

- Le différent agrégat de la carrière tel que le sable 0/3, les fractions des graviers 3/8, le 8/15 et le 15/25.
- Ciments portlands et l'eau potable ;
- Le rejet de baryte en tant que substitution de l'agrégat de la carrière (fraction 8/15), à des taux de 10 et 15 (% en poids).

7.2. Caractéristiques de l'agrégat de la carrière

a. Analyse granulométrique :

Les courbes granulométriques de l'agrégat de la carrière utilisés à la fabrication du béton, tel que le sable, la fraction (3/8), la fraction (8/15) et la fraction 15/25, sont illustrées dans le graphe ci-après.

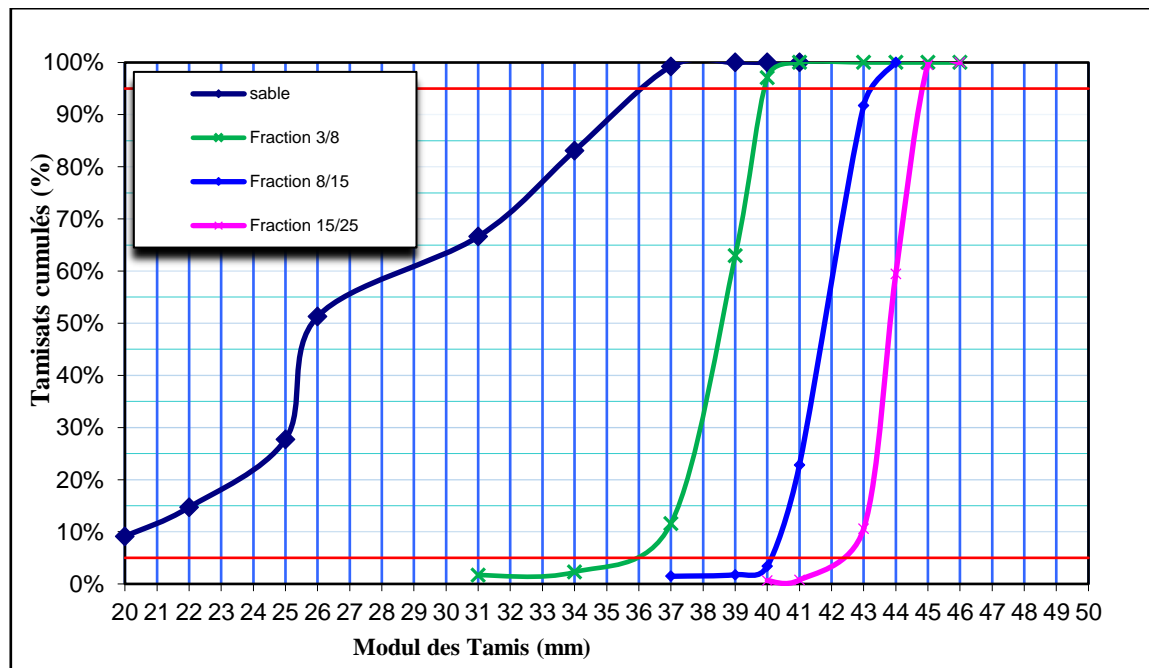


Figure 1 : Courbe granulométrique des granulats de carrière

b. Propriétés chimique de l'agrégat de la carrière : Les résultats d'analyses chimiques par FX des agrégats de la carrière sont présentés au tableau ci-après, ces analyses montrent que cet agrégat d'origine dolomitique.

Tableau 2: Composition chimique d'agrégat de la carrière

Oxyde	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Cl	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	PAF
%	0.27	<0.05	0.26	33.35	19.11	<0.05	0.29	<0.05	<0.05	<0.05	0.053	40.47

7.3. Caractéristiques du rejet de baryte

a. Analyse granulométrique :

La courbe granulométrique des rejets de baryte utilisés comme substitution de l'agrégat de la carrière fraction 8/15 mm, est illustrée dans la figure ci-après :

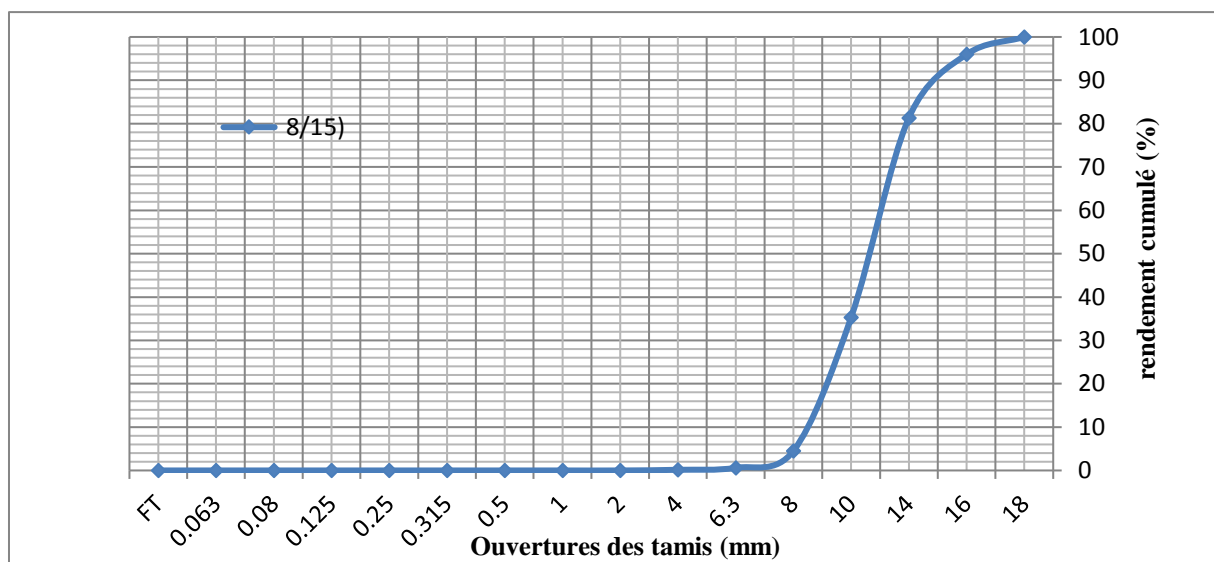


Figure 2 : Courbe granulométrique du rejet de baryte (fraction 8/15)

b. Propriété chimique et minéralurgique des Rejets de baryte :

Le résultat d'analyse minéralurgique par diffraction aux rayons X (DRX), du rejet de baryte brute présenté dans la figure ci-après, montre que ces rejets sont principalement composés de la calcite, de la barytine, et du quartz.

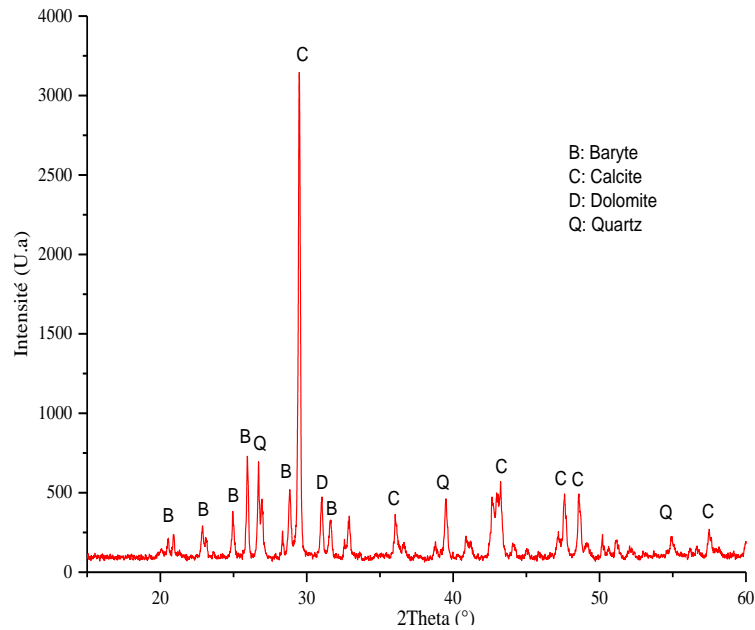


Figure 3 : Résultat de la diffractométrie par rayon X du rejet de baryte

Le résultat d'analyse chimique du rejet de baryte brute et la fraction 8/15mm est présentée au tableau ci-après, montrent que ces rejets composés principalement par l'oxyde de calcium (CaO) qui est caractéristique de la roche du calcaire avec 18.92% du rejet brute, et 23.42% fraction 8/15mm.

Certains oxydes sont présents tels que, l'oxyde de baryum (BaO), l'oxyde de fer, de zinc et de plomb.

Les teneurs de ces oxydes sont comme suit :

- La teneur de l'oxyde de baryum (BaO) présente 7.95% du rejet brute et 5.74 pour la fraction 8/15.
- La teneur de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) présente 3.55 % du rejet brute et 1.89 pour la fraction 8/15mm
- La teneur de l'oxyde de Zinc (ZnO) présente 0.71 % du rejet brute et 0.57 pour la fraction 8/15mm.
- La teneur de l'oxyde de Plomb(PbO) présente 0.44% du rejet brute et 0.22 pour la fraction 8/15mm.

Tableau 3: Résultats des analyses des rejets de baryte

Oxyde/ fraction	Résultat (%)	
	Rejet > 8 mm	Rejet de baryte brute
B₂O₃	/	2.31
CO₂	52.73	48.01
Na₂O	0.14	0.22
MgO	2.01	1.88
Al₂O₃	1.17	2.24
SiO₂	9.20	9.19
P₂O₅	0.03	0.04
SO₃	2.44	3.87
K₂O	0.18	0.31
CaO	23.42	18.92
TiO₂	0.03	0.05
Cr₂O₃	0.01	0.01
MnO	0.07	0.07
Fe₂O₃	1.89	3.55
CuO	0.01	0.01
ZnO	0.57	0.71
As₂O₃	0.01	0.05
SrO	0.11	0.16
BaO	5.74	7.95
PbO	0.22	0.44

7.4. Verreries de laboratoire :

- Bécher 400 ml.
- fioles de (100ml, 1l).
- Eprouvette 100 ml.
- Entonnoir.
- tubes à essais en verre.
- Creusets
- Spatule
- Cordon en tissus
- Supports
- Para film

7.5. Accessoires de laboratoire

- Balance
- Plaque agitatrice
- Une agitatrice de marque SELECTA multiple
- PH-mètre
- Conductimètre
- Etuve
- Barreaux magnétiques.



Figure 4 : la plaque agitatrice et l'étuve

7.6. Réactifs utilisé

Deux solutions ont été préparées :

- Une solution acide à 5% de HCL, préparé à partir d'une solution mer d'HCL concentré à 35,4%.
- Une solution alcaline à 5% de sulfates, préparé à partir de sulfate de sodium de masse molaire de 142,04 g/mol.

8. Préparation des solutions

- Pour la solution acide on met 147 ml de l'HCL concentré à 35,4%, et on le dilue avec l'eau distillé jusqu'à obtenir un (1) Litre de 5% de concentration.
- Pour la solution alcaline on met 7,1g de sulfate de sodium dans 1L d'eau distillé pour avoir une solution de à 5% de concentration.

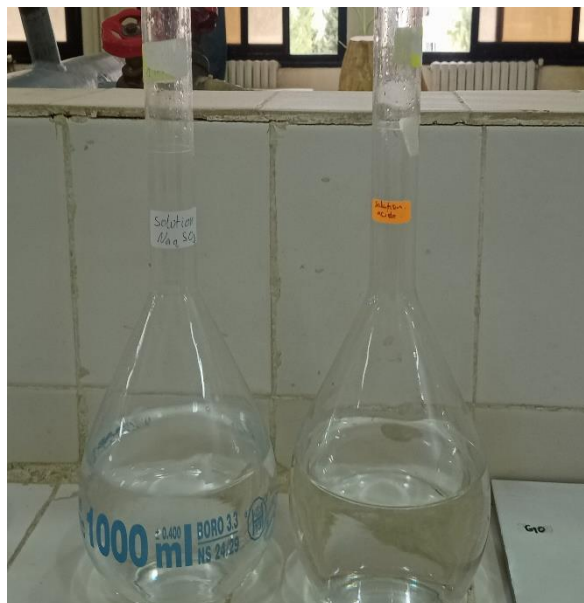


Figure 5 : les deux solutions acide et alcaline préparées

8.1. Protocole utilisé

Les échantillons de monolithes en béton préparés (tableau ci-après) sont introduits dans des béchers en verre et posés à 2cm du fond.

Les béchers sont fermés soigneusement à l'aide d'un parafilm et sont soumis à une agitation. Le rythme de changement de la solution est imposé par les temps de contact monolithe/ solution qui sont de : 6 heures, 18 heures, 1 jour, 2 jours, 5 jours, 14 jours, 20 jours, 28 jours.

La solution de lixiviation est récupérée après l'agitation du monolithe

Le précipité obtenu sur le papier filtre est réintroduit dans le récipient (Bécher) afin de continuer le reste de la lixiviation.

Après chaque lixiviation les monolithes sont égouttés soigneusement, et réintroduit dans les solutions tout en renouvelant le volume du lixiviat.

Béton à 10 % du rejet (éprouvette BG102)			Béton à 15% du rejet (éprouvette BG153)		
Code d'échantillon	Masse (g)	Volume (cm ³)	Code d'échantillon	Masse (g)	Volume (cm ³)
BG1021	92,48	39,813	BG1531	92,75	38,466
BG1022	89,7	37,945	BG1532	94	40,394
BG1023	96,39	41,556	BG1533	97	43,03



Figure 6 : Le rythme de changement de la solution



Figure 7 : Les solutions récupérées

La solution de lixiviation est récupérée après chaque période d'agitation du monolithe ;
Le précipité obtenu sur le papier filtre est réintroduit dans le récipient (Bécher) afin de continuer le reste de la lixiviation.

Après chaque lixiviation les monolithe sont égouttés soigneusement, et réintroduit dans les solutions tout en renouvelant le volume du lixiviant.

9. Méthodes d'analyses

Les échantillons (solutions et matériaux) obtenues après chaque période de lixiviation sont soumis aux différentes analyses et mesure tel que :

- Analyse chimique par SAA.
- Analyse minéralurgique par DRX.
- Mesure des propriétés physique.

9.1. Spectromètre d'absorption atomique (S.A.A)

L'absorption atomique permet de doser environ 70 éléments à des concentrations faibles.

Son champ d'application est donc considérable et son utilité est d'autant plus grande que cette méthode accepte des échantillons se présentant sous des formes très variées, elle s'applique de manière courante à l'analyse élémentaire des solutions aqueuses ou organiques.

La simplicité de la méthode conduit surtout pour des analyses de séries, à des prix de revient particulièrement intéressants. [38]



Figure 8 : L'appareil de la SAA

9.1.1. Principe

La SAA est basée sur le principe qu'une population d'atomes à l'état E_0 peut absorber des photons d'énergie $h\nu$ et qu'une estimation du nombre de photons absorbés peut être reliée à la concentration de l'élément dans la solution à analyser. En SAA, le phénomène d'absorption se visualise lorsque la radiation caractéristique d'un élément traverse un nuage de vapeur atomique du même élément. Le spectromètre se compose d'une source lumineuse qui émet un rayonnement à une longueur d'onde spécifique de l'élément à analyser.

La solution à analyser est aspirée par effet venturi via un nébuliseur qui projette en fines gouttelettes la solution dans le brûleur, dont la flamme très chaude sert d'atomiseur. Les atomes excités par la source absorbent son énergie. La disparition du signal est répercutée via des systèmes optiques puis détectée et amplifiée. On mesure une absorbance.

L'intensité de l'absorption atomique qui est proportionnelle au nombre d'éléments atomisés et excités, répond à la loi de Béer-Lambert selon laquelle :

$$A = \log_{10} (I/I_0) = K.N_0.l$$

Avec

I_0 et I : intensités de la lumière incidente et de la lumière transmise ;

K : coefficient définissant la capacité des atomes à produire des transitions électroniques ($\text{l.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$) ;

N_0 : nombre d'atomes à l'état fondamental par unité de volume (mol.l^{-1}),

l : épaisseur d'absorption (cm).

Cette loi n'est vraie que pour un domaine fini de concentrations. Dans la pratique, on observe souvent une saturation de l'absorbance pour les fortes concentrations. [39]

9.2. Diffraction par rayon X(DRX)

Pour cette caractérisation, les échantillons se présentent le plus généralement sous forme de poudres ou de pastilles. La diffraction des rayons permet d'analyser la pureté de l'échantillon, le cas échéant d'identifier les impuretés présentes et de délimiter le domaine d'existence des différentes solutions solides étudiées. Cette analyse est réalisée à l'aide d'un diffractomètre de rayons X générés par une anticathode généralement en cuivre. Le rayonnement de l'anticathode dans le domaine angulaire choisi. [40]

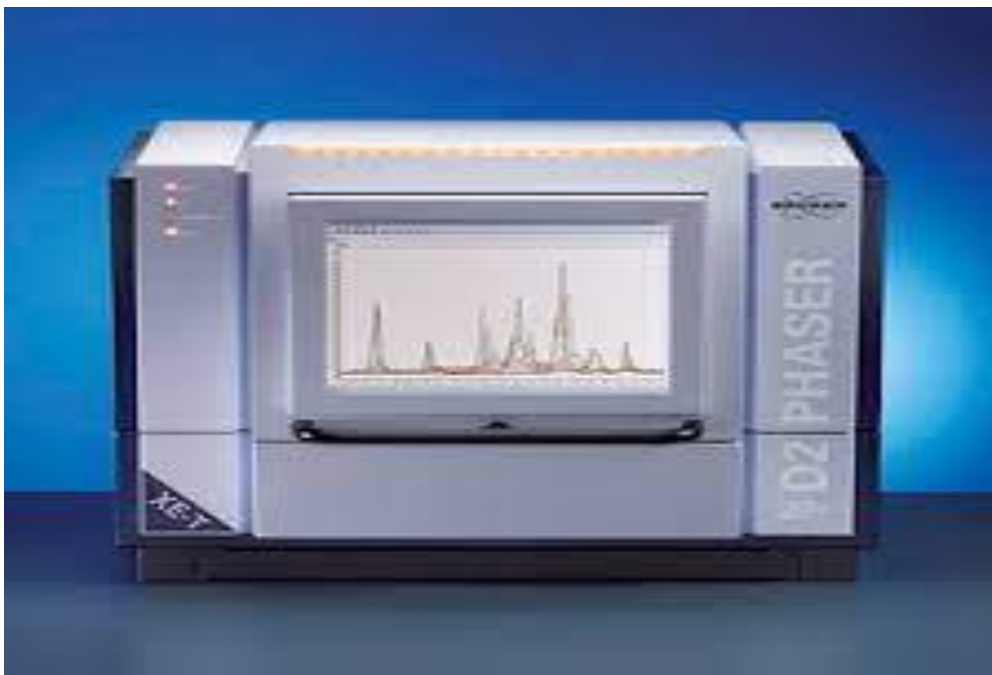


Figure 9 : Diffractomètre à rayon X

9.2.1. Principe

La méthode générale consiste à bombarder l'échantillon en poudre avec des rayons X, et à regarder l'intensité des rayons X qui sont diffusés selon l'orientation dans l'espace. Les rayons X diffusés interfèrent entre eux, l'intensité présente donc les maxima dans certaine direction ; on parle de phénomène de « diffraction ». Les diffractogrammes sont caractéristiques des phases cristallisées et permettent de les identifier. La relation entre l'angle de diffraction et la distance interatomique du réseau cristallin est donnée par la loi de

BRAGG :

$$n \cdot \lambda = 2d_{hkl} \sin\theta$$

Où λ représente la longueur d'onde du rayonnement X monochromatique, d_{hkl} la distance intermoléculaire entre plans cristallins (h, k, l), θ le demi angle de diffraction et n l'ordre de la réflexion. [41]

9.3. Paramètres physiques des solutions

Les différents paramètres physiques mesures après chaque période de lixiviation sont :

- Les températures des solutions ;
- La conductivité des solutions ;
- Le PH mètre ;
- La masse des échantillons.

Conclusion

La durabilité est tout aussi importante que les caractéristiques mécaniques pour les bétons et les mortiers. Dans ce chapitre nous avons défini tout en expliquant les différents facteurs influençant présentant les différentes attaques chimiques qui peuvent altérer le béton.

Chapitre IV : Résultats et Interprétation

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter et interpréter les résultats obtenues à partir des essais de lixiviation effectués sur les monolithes des bétons, ces essais de lixiviations ont été faits dans trois milieux différents, tel que le milieu Acide, Alcalin et le milieu Neutre, dans laquelle nous avons étudié la variation de la température, du Ph, de la conductivité ainsi que la masse, par rapport au temps. [42]

2. Caractéristiques physiques

Plusieurs mesures physiques ont été effectuées au niveau du laboratoire LTMGP après chaque période de lixiviation, à savoir la masse des monolithes, le PH des solutions obtenues de lixiviation, la température des solutions, ainsi que la conductivité des solutions. Les résultats de ces grandeurs physiques sont présentés aux figures ci-après. [43]

2.1. La masse de des échantillons de monolithes

Les résultats de mesures de la masse des échantillons de monolithes avant et après chaque période de lixiviation aux différents milieux sont présentés aux figures ci-après.

2.1.1. Milieu acide

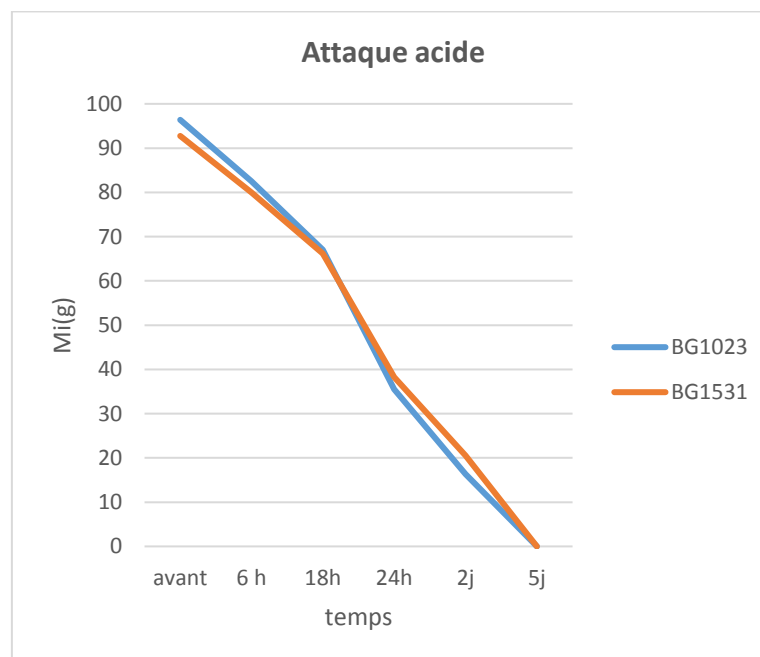
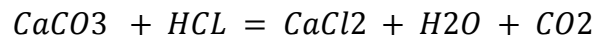


Figure 10 : Graphe de variation de masse en fonction du temps au milieu Acide

D'après la figure 8, on constate la réduction de la masse des échantillons misent dans la solution acide, cette diminution est due à la dissolution des carbonates due à l'attaque des acides, suivant l'équation après.



2.1.2. Milieu Alcalin

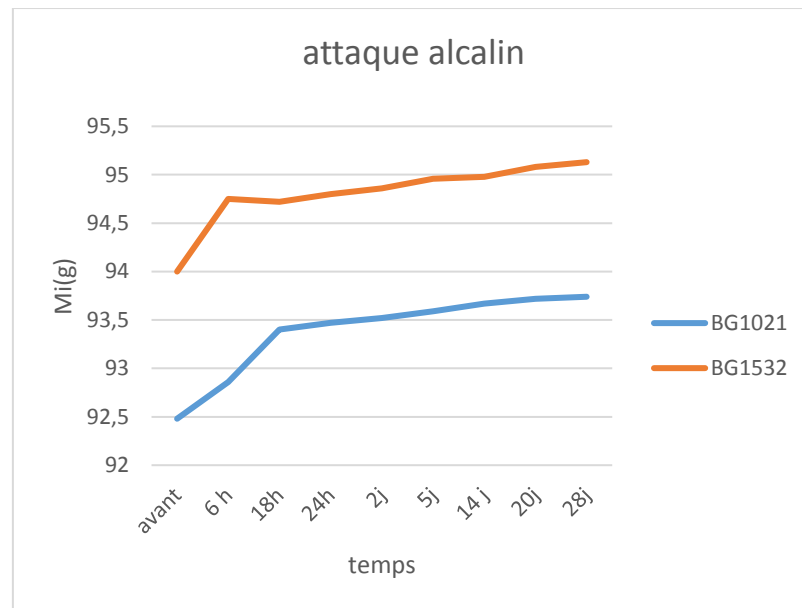


Figure 3: Graphe de la variation de la masse en fonction du temps au milieu Alcalin

D'après la figure ci-dessus, on observe l'augmentation de la masse qui est due à l'absorption d'eau par l'échantillon, l'échantillon a subit un gonflement dans le milieu Alcalin.

2.1.3. Milieu Neutre

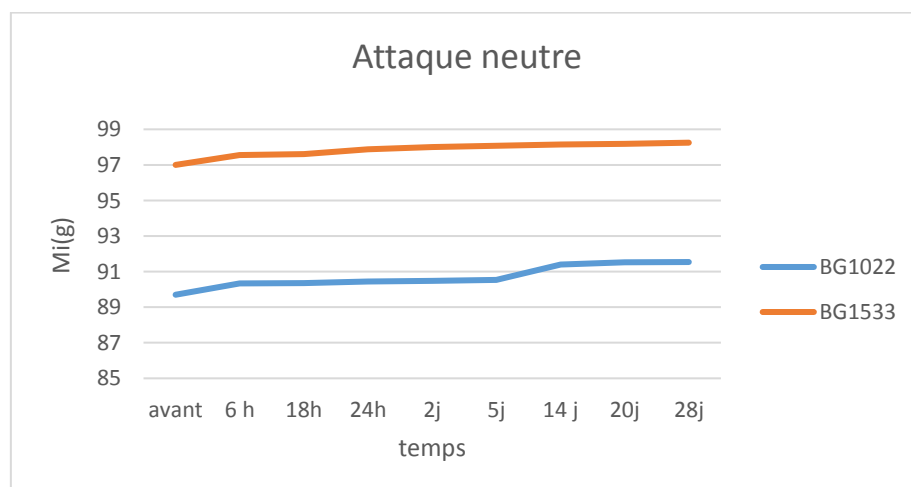


Figure 12 : Graphe de la variation de la masse en fonction du temps au milieu neutre

D'après la figure ci-dessus, on constate une légère variation de la masse, cette variation peut être expliquée par l'eau superficielle liée à l'échantillon pendant la mesure.

2.2. Mesure du PH

Les résultats de mesures de l'acidité (PH) des solutions obtenir après chaque période de lixiviations aux différentes milieux sont présentes aux figures ces après.

2.2.1. Milieu acide

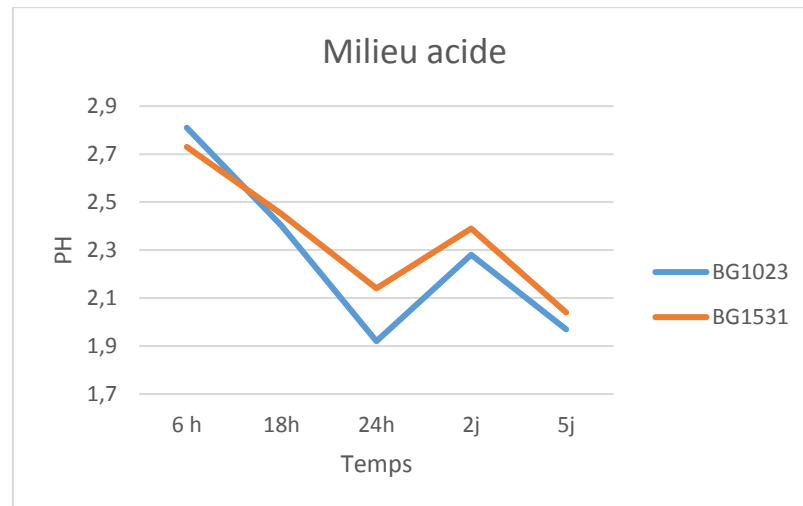


Figure 13 : Graphe de la variation du PH en fonction du temps dans le milieu acide

Un décroissement net de l'acidité (PH) est constaté d'après la figure ci-dessus cette diminution est due au relargage des espèces chimiques et l'immigration des ions des métaux lourds tel que (Fe, Zn, Pb) vers la solution de conservation.

2.2.2. Milieu base

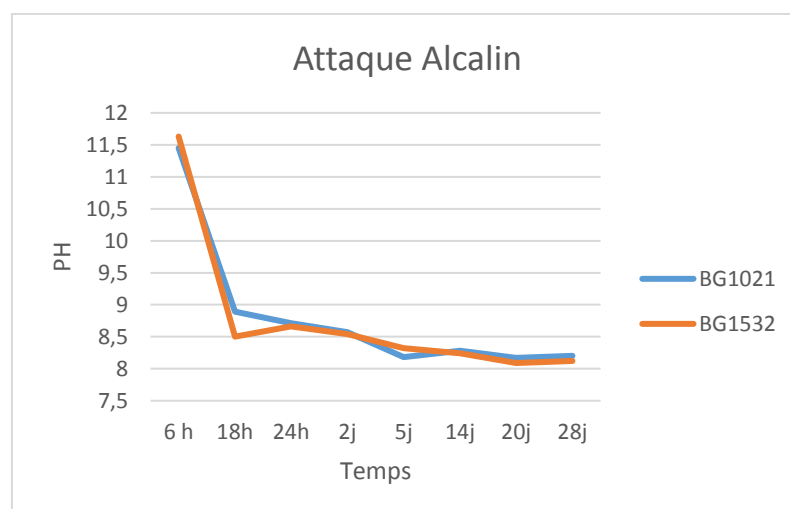


Figure 44 : Graphe de la variation du PH en fonction du temps dans le Milieu alcalin

D'après la figure précédente, on constate un décroissement Du PH et qui atteint environ 8 pour la période de 82 jours, cette diminution est due au relargage des espèces chimiques et immigration des métaux lourds (Fe, Zn, Pb) vers la solution de conservation.

2.2.3. Milieu neutre

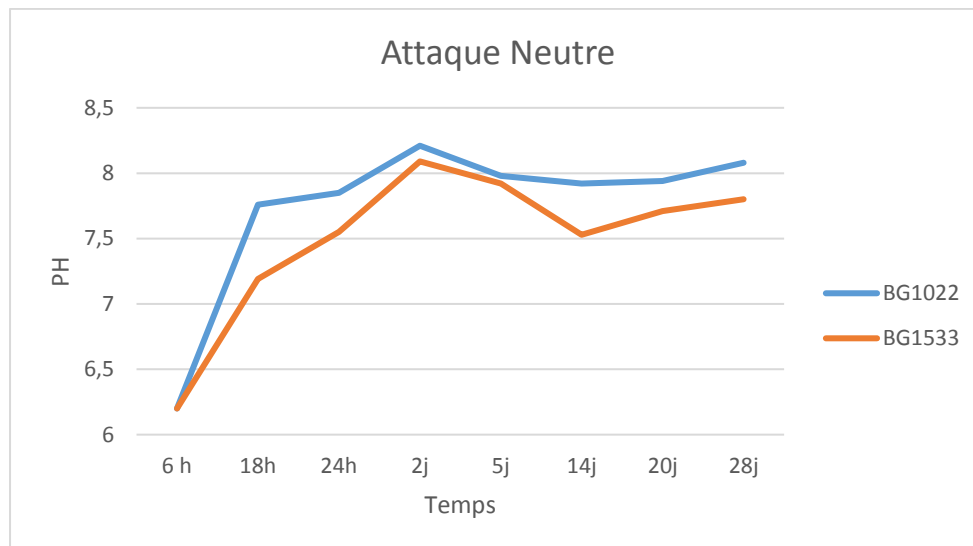


Figure 15 : Graphe de la variation du PH en fonction du temps dans le milieu neutre

D'après la figure ci-dessus, on constate l'augmentation Du PH atteint environ 8 à partir les essais de 2 jours.

2.3. Mesure de la conductivité

La conductivité des solutions obtenir après chaque période de lixiviations aux différentes milieux est présentés aux figures ces après.

2.3.1. Milieu acide

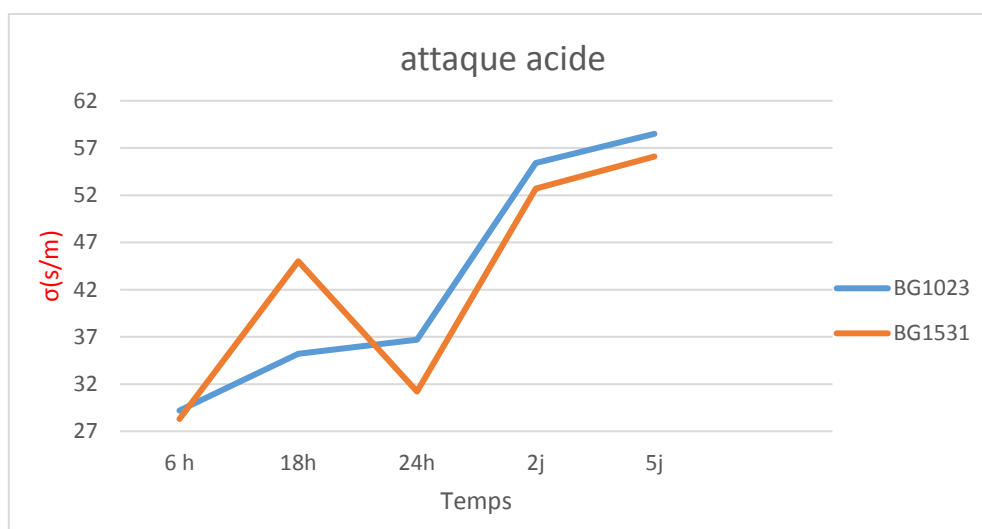


Figure 16 : la variation de la conductivité en fonction du temps dans le milieu Acide

On observe d'après la figure 14, une augmentation de la conductivité atteint 57 (s/m), cette augmentation est due au relargage des espèces chimiques et immigration des ions métaux lourds (Fe, Zn, Pb) vers la solution de conservation.

2.3.2. Milieu basique

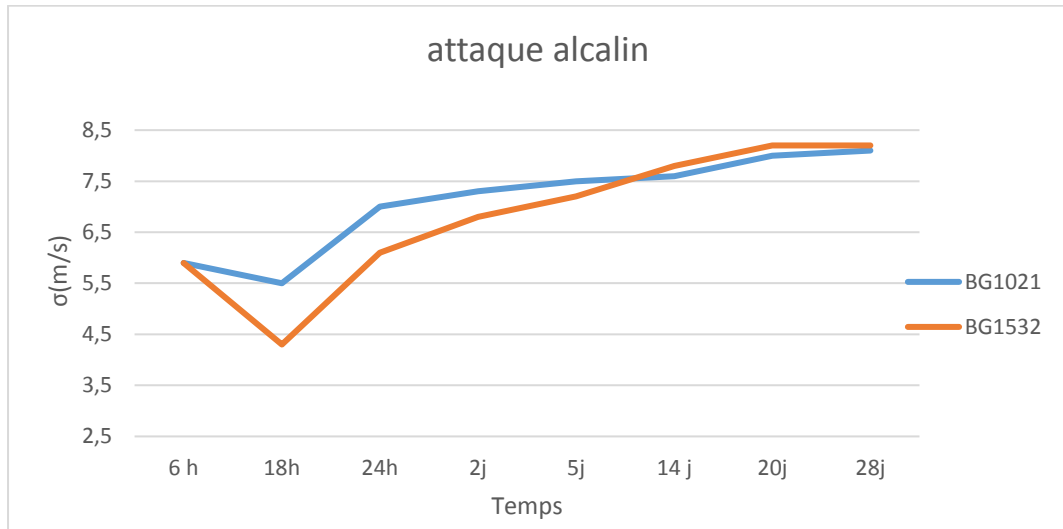


Figure 17 : la variation de la conductivité en fonction du temps dans le milieu alcalin

On observe d'après la figure 15, une légère augmentation de la conductivité atteint 8 (s/m), cette augmentation est due au relargage des espèces chimiques et immigration des fibres des métaux lourds (Fe, Zn, Pb) vers la solution de conservation.

2.3.3. Milieu neutre

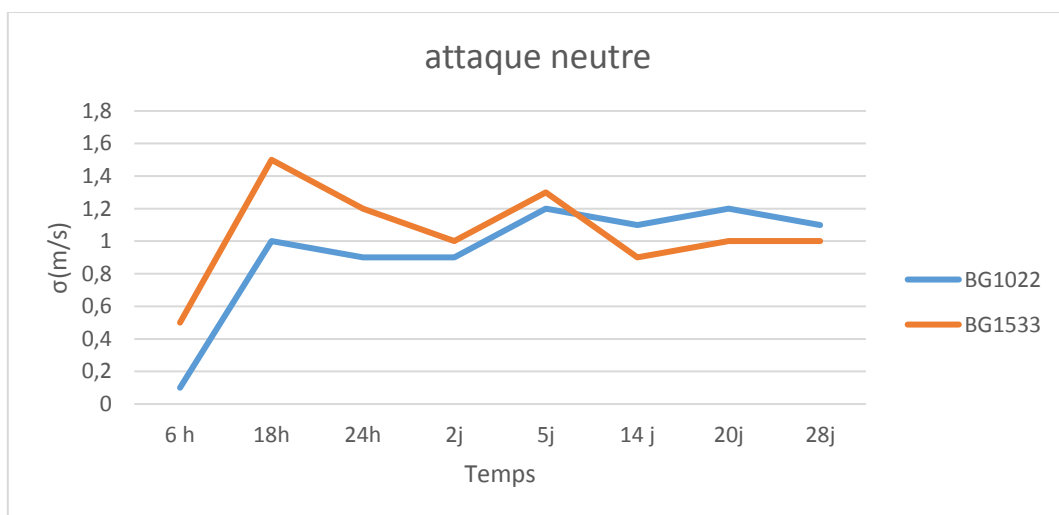


Figure 18 : la variation de la conductivité en fonction du temps dans le milieu neutre

2.4. Mesure de la température

2.4.1. Milieu acide

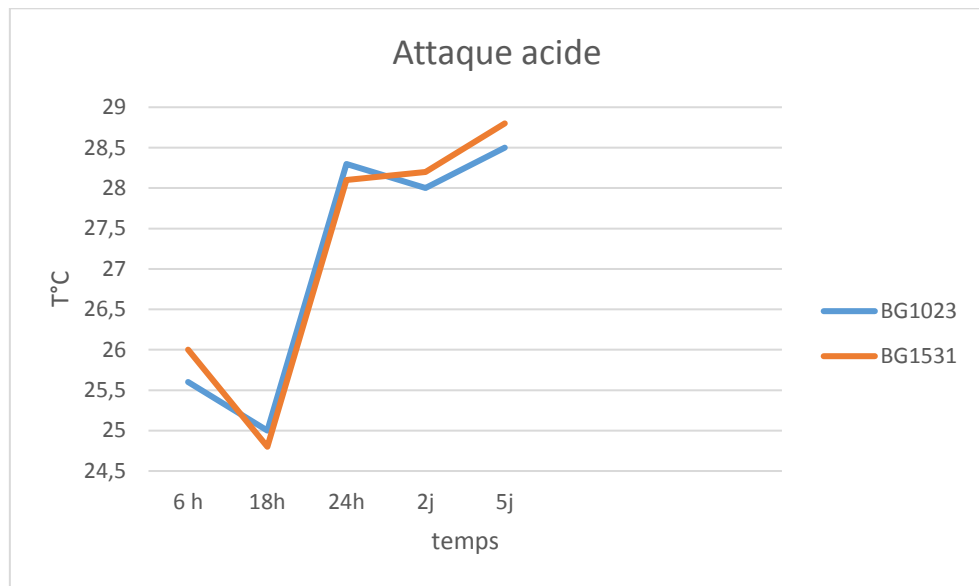


Figure 19 : la variation de la température en fonction du temps dans le milieu acide

2.4.2. Milieu base

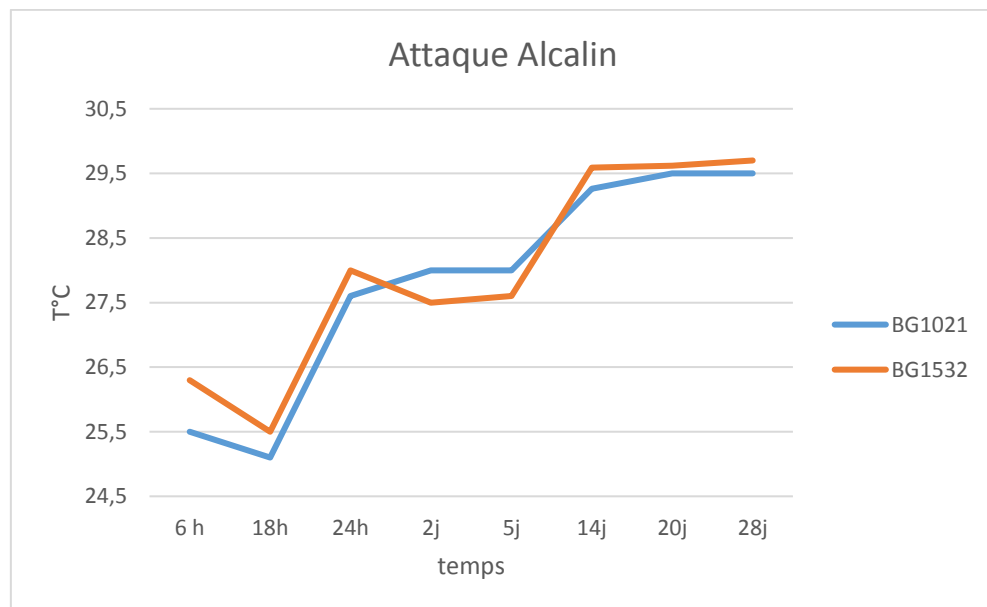


Figure 20 : la variation de la température en fonction du temps dans le milieu alcalin

2.4.3. Milieu neutre

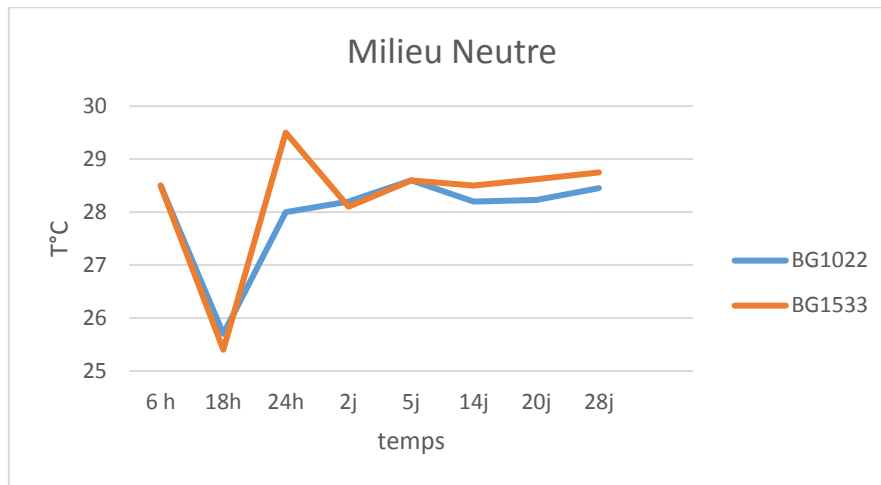


Figure 21 : la variation de la température en fonction du temps dans le milieu neutre

3. Caractéristiques minéralurgique des monolithes

3.1. Résultat des analyses avant la lixiviation

a. L'échantillon du béton BG153

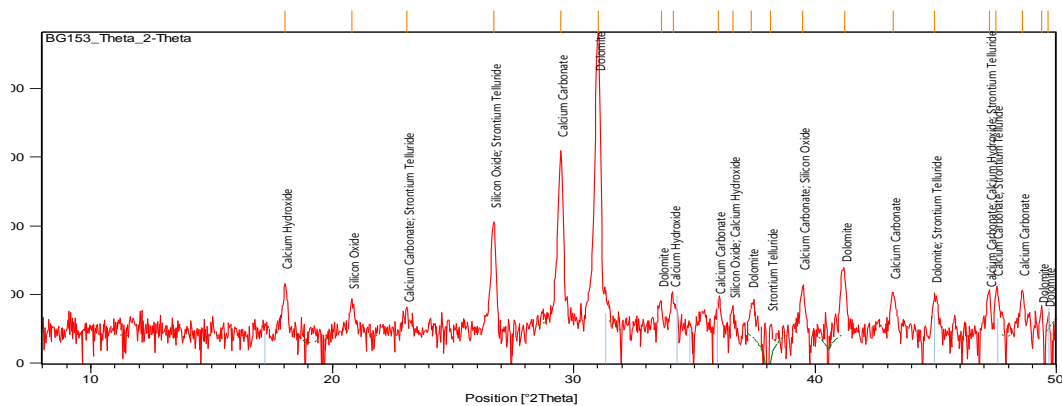


Figure 22 : Résultat de la diffractométrie par Rayon X de l'échantillon du béton BG 153

Tableau 4: phases minérales de l'échantillon du béton BG 153

Phases minérales	Formules chimique
Calcite	CaCO ₃
Dolomite	CaMg (CO ₃) ₂
Quartz	SiO ₂
Cadmium plomb oxyde	Cd Pb O ₃
Esperite	(Ca, Pb) Zn SiO ₄

Le résultat d'analyse minéralogique du monolithe en béton BG153 est présentée au tableau ci-après, montrent qu'il est composé principalement par la calcite, la dolomite, la silice et l'esperite.

b. L'échantillon du béton BG102

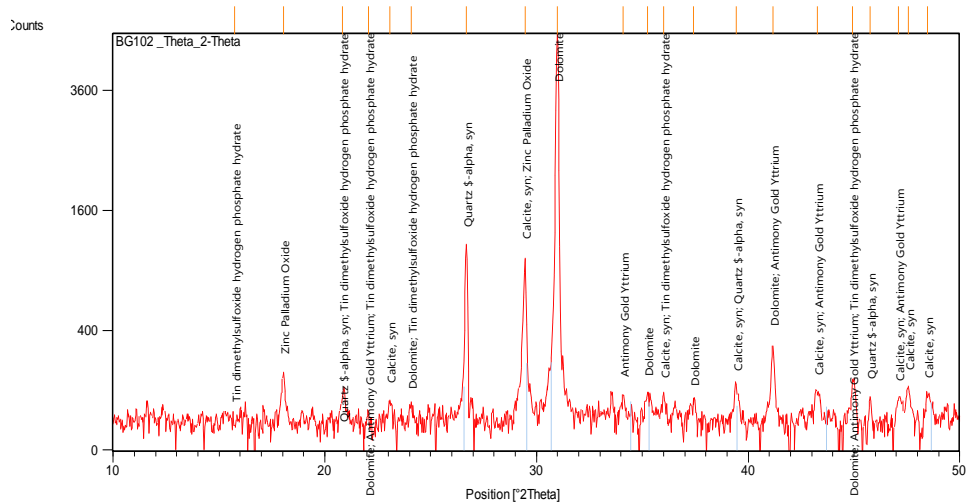


Figure 23 : Résultat de la diffractométrie par rayon X de l'échantillon du béton BG102

Tableau 5: Phases minérales de l'échantillon du béton BG102

Phases minérales	Formules chimiques
Calcite	Ca CO_3
Quartz	SiO_2
Oxyde de plomb	PbO_2
Dolomite	$\text{Ca Mg (CO}_3)_2$
Orthophosphate de fer	FePO_4

3.2. Résultat de la diffractométrie de rayon X après la lixiviation

a. Résultat d'analyse de l'échantillon du béton BG102 (attaque acide)

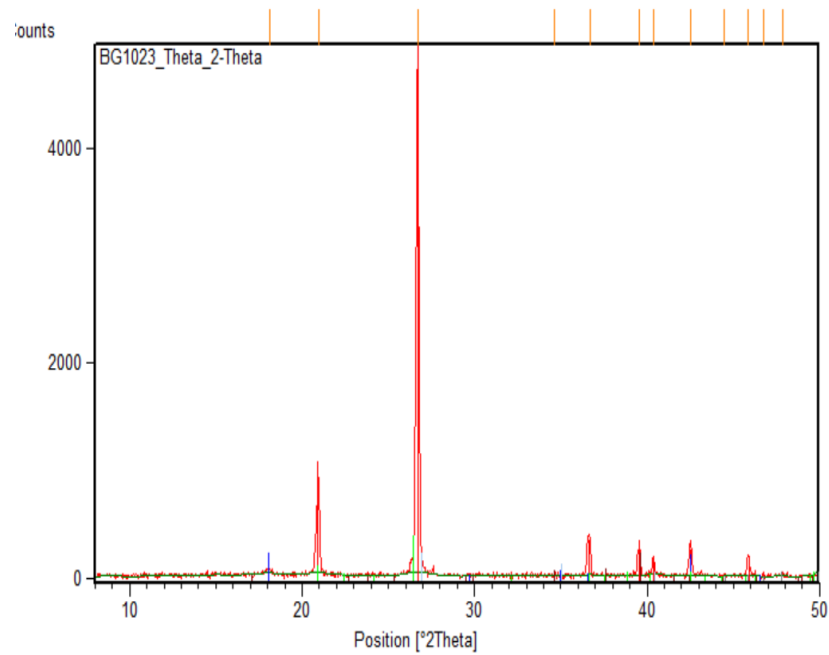


Figure 24 : Résultats des analyses de la DRX de l'échantillon du béton BG102

Tableau 6: Phases minérales de l'échantillon du béton BG102

Phase minéral	Formule chimique
Quartz	SiO ₂
Galium phosphaté	Ga(PO ₄)
Calcium aluminium	Ca ₆ Al ₂

b. Résultat d'analyse de l'échantillon du béton BG153 (attaque acide)

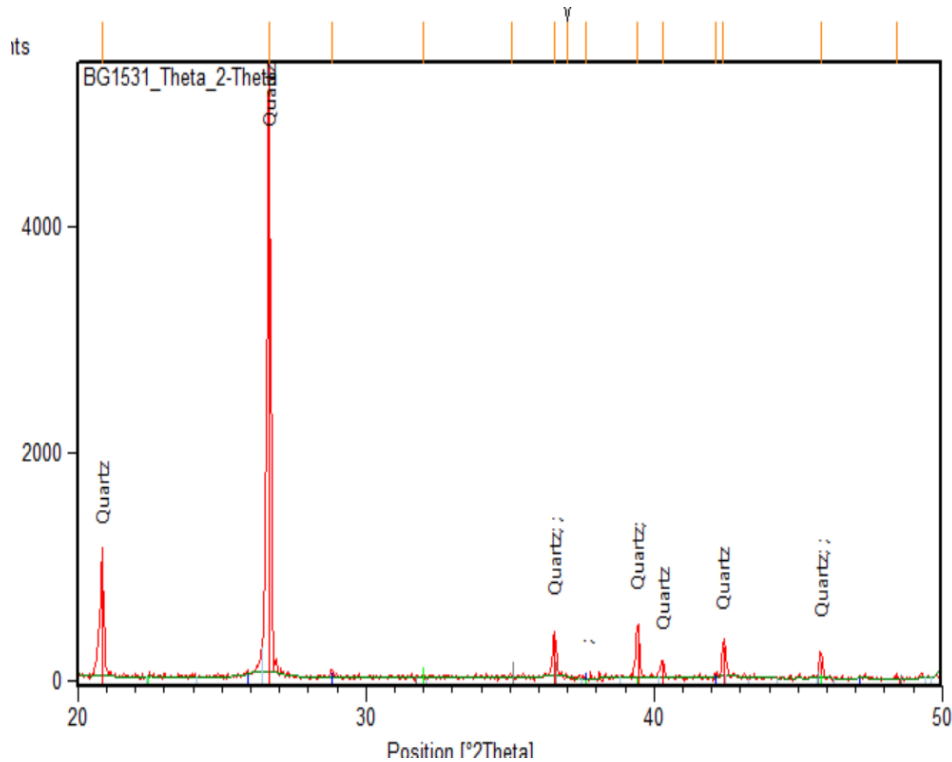


Figure 25 : Résultats des analyses de la DRX de l'échantillon du béton BG153

Tableau 7: Phases minérales de l'échantillon du béton BG153 après lixiviation

Phase minéral	Formule chimique
Quartz	SiO ₂
manganèse	Mn ₈ O ₁₆
Strontium	Sr ₂ Nb Rh
Cobalt	Co ₂

4. Résultat d'analyse chimique par (SAA) des solutions après lixiviation

4.1. Résultats d'analyse chimique des solutions (au milieu Acide)

Tableau 8: Résultats d'analyse chimique par SAA au milieu Acide

Eléments	Résultats (mg/l)					
	Fe		Zn		Pb	
Temps	BG1531	BG1023	BG1531	BG1023	BG1531	BG1023
6h	103.279	9.2853	2.9960	4.16	0.4389	0.4479
18H	122.613	42.2095	3.4317	5.6352	0.5036	0.4707
24H	128.684	133.668	4.6866	6.56	0.556	0.4936
2J	406.38	206.980	4.9360	9.459	2.6128	0.5206
5J	458.452	303.112	10.460	11.857	3.4858	0.6075

4.2. Résultats d'analyse chimique des solutions (au milieu Alcalin)

Tableau 9 : Résultats d'analyse chimique par SAA au milieu Alcalin

Eléments	Résultats (mg/l)					
	Fe		Zn		Pb	
Temps	BG102	BG153	BG1023	BG1533	BG1532	BG1022
6h	/	/	/	/	0.4534	0.4349
18H	/	/	/	/	0.4428	0.4684
24H	/	/	/	/	0.4656	0.387
2J	/	/	/	/	0.4331	0.4148
5J	/	/	/	/	0.4235	0.3853
14J	/	/	/	/	0.4968	0.3717
20J	/	/	/	/	0.4987	0.3709

NB : / valeurs très faibles

4.3. Résultats d'analyse chimique des solutions (au milieu Neutre)

Aucun résultat n'a été enregistré à travers l'analyse des solutions de lixiviation du béton introduit dans l'eau distillé.

Chapitre V : Conclusion Générale

Conclusion générale

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la durabilité du béton élaboré à travers de la valorisation des rejets minier provenant de l'exploitation de la mine de baryte de Tissmsilt, ces rejets a été utilisé comme substitution des graviers fraction 8/15 mm a des taux de 10 et 15% en poids.

Les tests de la durabilité (TLM) réalisés sur des monolithes en bétons introduits dans la solution sulfatée de 5% et solution acide HCL de 5% ainsi dans l'eau distillée.

Les paramètres physiques étudié à partir de ce testes nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Une dissolution totale des monolithes introduits dans les solutions acide partir de 5 jours ;
- Un léger gonflement des monolithes immergés dans les sulfates ;
- Aucun changement concernant les monolithes introduits dans l'eau distillée.
- Le pH des monolithes immergés dans la solution sulfaté diminue avec le temps et stabilise entre 8,5 et 8.
- Le pH des monolithes immergés dans l'eau distillé augmente avec le temps et stabilise entre 7,5 et 8.
- Le pH des monolithes immergés dans la solution acide sulfatés diminue avec le temps et atteints jusqu'à 1.9.

Une augmentation de la conductivité électrique en fonction du temps et en fonction, cette augmentation est due au relargage des espèces chimiques (Zn^{2+} et Cu^{2+}) et l'immigration de ces éléments de matériel vers la solution de conservation.

Les résultats obtenus à partir de l'analyse chimique par SAA montrent que la quantité de métaux trouvés dans les solutions acide est plus importante que celle sulfatées.

Les résultats indiquent un très léger rejet des polluants. Les matériaux obtenus ont de bonnes performances et sont adaptés à une utilisation pratique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] U.S. Environmental Protection Agency, Title 40 Code of Federal Regulations, Section 70.2. A. BRONGNIART, « Traité des Arts céramiques ou des Poteries considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie », 3ème édition, 1877.
- [2] : AURÉLIE Chopard, évaluation environnementale de minerais sulfurés polymétalliques basée sur une approche minéralogique pluridisciplinaire, thèse de doctorat, mars 2017.
- [3] : V.PHOUMMAVONG «Cours en ligne Matériaux de Construction». Université national LAOS 2006.
- [4] : LOI française du 15 juillet 1975 relative à l'élimination et la récupération des matériaux, loi n°75-633, J.O du 16 juillet 1975.
- [3] : NAVARRO.A., 1995. Gestion des déchets, Lamy Environnement –les déchets, LAMY.
- [4]: Gestion des résidus et stériles des activités minière, Janvier 2009. (these , université)
- [5] : D.Artigan, F.Cottard, avril 2003 : Eléments à prendre en compte pour l'évaluation des impacts environnementaux dans l'élaboration d'un plan de prévention des risques miniers
- [6] MINEO Consortium (2000) “Review of potential environmental and social impact of mining”
- [7] Environment Australia (2002) “Overview of Best Practice Environmental Management in Mining.”
- [8]: Yassine Taha, valorisation des rejets miniers dans la fabrication de briques cuites: évaluations technique et environnement ale (quoi thèse... années, université)
- [9] : V.PHOUMMAVONG «Cours en ligne Matériaux de Construction». Université national LAOS 2006.
- [10] : Ecole française du béton, 92974 paris, la défense cedex.
- [11] : Association de béton Québec « Guide de bonne pratique pour l'utilisation des fibres dans le béton». ISBN2 -923379-00-4.
- [12]: Gestion des résidus et stériles des activités minière, Janvier 2009. (these , université)
- [13] Earthworks Fact Sheet: Hardrock Mining and Acid Mine Drainage.
- [14] MINEO Consortium (2000) “Review of potential environmental and social impact of mining”

- [15] Earthworks Fact Sheet: Hardrock Mining and Acid Mine Drainage.
- [16] Environment Australia (2002) "Overview of Best Practice Environmental Management in Mining."
- [17] MINEO Consortium (2000) "Review of potential environmental and social impact of mining".
- [18] World Health Organization. (1946) Preamble to the Constitution of the World Health Organization. Official Records of the World Health Organization No. 2, p. 100.
- [19] : REZIG. SALIMA, "Optimisation de la formulation du béton de sable dans le cadre de valorisation des matériaux locaux" mémoire de magister, université Mohamed KhiderBiskira, Année(2012).
- [20] U.S. Environmental Protection Agency, Title 40 Code of Federal Regulations, Section 70.2. A. BRONGNIART, « Traité des Arts céramiques ou des Poteries considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie », 3ème édition, 1877.
- [21] : <https://www.infociments.fr/glossaire/beton>
(PPRM) BRGM/RP-52049-FR.
- [22] : Association de béton Québec « Guide de bonne pratique pour l'utilisation des fibres dans le béton». ISBN2 -923379-00-4.
- [23] : V.PHOUMMAVONG «Cours en ligne Matériaux de Construction». Université national LAOS 2006.
- [34] L. MEFTAH, Rapport « Audit environnemental unité de traitement de baryte de Boucaid (w. Tissemit) », 2015.
- [25] : Ecole française du béton, 92974 paris, la défense cedex.
- [26] : CHAUVIN J.J., Les sables : guide technique d'utilisation routière. ISTED, 76 p. France, 1987.
- [27] : GUENNOUN R., "Etude et formulation d'un béton de sable de dune" Alger, juin 2003.
- [28] : GUENNOUN R., "Etude et formulation d'un béton de sable de dune" Alger, juin 2003.
- [29] : AFNOR, 1999. Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats partie 8: évaluation des fines- Equivalent de sable. NF EN 933-8.
- [30] : AFNOR, 1999. Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats partie 8: évaluation des fines- Equivalent de sable. NF EN 933-8.
- [31] : REZIG. SALIMA, "Optimisation de la formulation du béton de sable dans le cadre de valorisation des matériaux locaux" mémoire de magister, université Mohamed KhiderBiskira,

Année(2012).

[32]: Vagelis, G.P., Costas, G.V. & Michael, N.F., 1991. Caractéristiques physiques et chimiques affectant la durabilité du béton. ACI Material Journal, mars.

[33]: Yassine SENHADJI : L'influence de la nature du ciment sur le comportement des mortiers vis-à-vis des attaques chimiques (acides et sulfatiques) (Mémoire de Magister-USTMB d'Oran -2006).

[34]: Richard Gagné : GCI 714 - Durabilité et réparations du béton : Cours de génie civil (Université de Sherbrooke).

[35]: C. HUBER. octobre 2003 : « Synthèse et caractérisation de nouveaux matériaux ferroélectriques accordables pour application hyperfréquences », thèse doctorat. Université de Bordeaux I.

[36]: Gestion des résidus et stériles des activités minière, Janvier 2009. (these , université)

[37]: S.Gutierrez, 2000 : « granulométrie laser mastersizer 2000 malvern », professionnel en caractérisation des matériaux LCG/CCM/IMSI/U, Ed. Le Griffon d'argile, livre.

[38]: Gestion des résidus et stériles des activités minière, Janvier 2009. (these , université)

[39]: Thèse de doctorat Présentée pour obtenir le grade de docteur de l'Université de Cergy-Pontoise (France) & le grade de Ph.D. de l'Université de Sherbrooke (Canada).

[40]: Capmas A., «Béton et développement durable», LA DURABILITE DES BETONS, Presse de l'Ecole des Ponts et Chaussées, mai 2008.

[41]: Innovation en Europe, Recherche et Résultat; Références du contrat: MAT1-CT94-0093.

[42] Bebbington, A., & Williams, M. (2008) "Water and Mining Conflicts in Peru." Mountain Research and Development. 28 (3/4):190-195.

[43] Rapport BRGM R 37775 DMM-RMI-93, « Mémento roches et minéraux industriels », 1993.

REMERCIEMENT

Remerciement

Nous remercions le dieu tout puissant qui grâce à son aide nous avons pu finir ce modeste travail.

Nous témoignons toute notre gratitude à l'égard de notre promoteur Mr DJEZARI. O Pour ses conseils, ses orientations et son aide durant l'encadrement.

Tous les enseignants du département mine et géologie Que ceux et celles qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail, l'aimable personnel des laboratoires, les ingénieurs et les techniciens... ce trouvent ici remerciés.

Nous remercions les membres du jury, Madame Bouzidi, et Madame ATTAL qui auront la bienveillance d'évaluer et critiquer ce travail.

J'adresse enfin toute ma tendresse à la famille ACHAT et ZAIDI et tous nos proches.

A tout merci

Résumé

Ce présent travail, réalisé au sein de l'université A/MIRA de Bejaïa a pour objectif principale d'évaluer la durabilité du béton élaboré à travers de la valorisation des rejets minier provenant de l'exploitation de la mine de baryte de Tissmsilt, ces rejets a été utilisé comme substitution des graviers fraction 8/15 mm a des taux de 10 et 15% en poids.

Afin de confirmer la possibilité de l'utilisation de ces rejets dans le béton, nous allons procéder aux tests de durabilité (TLM) faits sur des monolithes en bétons introduits dans la solution sulfatée de 5% et solution acide HCL de 5% ainsi dans l'eau distillée.

Les résultats de cette études nous a permis de confirmer l'utilisation de ces rejets en béton néanmoins, la durabilité de ce béton est imparfaite dans l'environnement très acide,

Mots clés : Exploitation – Baryte – Rejet – Valorisation - Caractérisation – Elaboration- Béton.

Abstract

This present work, carried out within A / MIRA University in Bejaïa, has the preliminary objective of recovering mining waste, resulting from the exploitation of Baryte, in the field of concrete.

This study is based on the characterizations of the raw materials, as well as the characteristics of the materials produced, which was able to confirm the possibility of the integration of this release in the concrete.

Key words: Exploitation - Barite - Release - Valorization - Characterization - Elaboration - Concrete