

## The cement Temara: needs a new deposit of limestone (case the deposit of oued Cherrat)

### La cimenterie de Temara : besoins d'un nouveau gisement de calcaires (cas du gisement de l'oued Cherrat)

F.Z.Nahraoui<sup>1</sup>, M.El Wartiti<sup>1</sup>, B.Boukili<sup>2</sup>, N.El Moutaouakkil<sup>2</sup>, I.Kacimi<sup>2</sup>, H.Amrani Idrissi<sup>3</sup>, A.El.K.Kharchof<sup>3</sup> et B.Maalam<sup>3</sup>

1Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Département de Géologie, Laboratoire de Géologie appliquée « RMREE », Rabat, Maroc

2Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Département de Géologie, Laboratoire d'océanologie, géodynamique et génie géologique Rabat, Maroc

3Cimenterie d'Asment Temara, route de Casablanca, Aïn Atiq, Maroc

**Abstract.** During recent years, Asment Temara had recourse only to the former limestone quarry (Asment) for the manufacture of its cement, which it uses about 80%. However, with the evolution of the quarry exploitation, the average content of CaO dropped; the use of riddle at the primary crusher has led to increased consumption of limestone. Between 14 to 20% of the raw material is rejected for eliminate particle size fractions of less than 10mm and which are rich in SiO<sub>2</sub>. This situation has reduce the life of the quarry, which oblige Asment Temara to search a new limestone quarry. This search has proved fruitful with the discovery of a new field which is oued Cherrat. The detailed study of this field has enabled us to distinguish three main lithologies: francs limestone, dolomitic limestones and transitional facies (calcareous shale interbeds). The data from surveys and surface mapping allowed us to estimate the aggregate reserves of this deposit, which are of the order of 22712213 million tonnes. All mixtures produced during this work leads us to infer that it is necessary to use the limestone of oued Cherrat for prolong the life of the career of Asment Temara, and from there meet market needs.

**Résumé.** Au cours de ces dernières années, Asment Temara a eu recourt uniquement aux calcaires de l'ancienne carrière (Asment) pour la fabrication de son ciment, dont elle utilise environ 80 %. Cependant, avec l'évolution de l'exploitation de la carrière, la teneur moyenne en CaO a chuté, en outre l'usage du crible au niveau du concasseur primaire a conduit à une consommation accrue de calcaire. Cette situation a obligé Asment Temara de lancer une campagne de prospection pour la recherche d'une nouvelle carrière de calcaire dans la banlieue du site principal. Cette quête s'est montrée fructueuse par la découverte d'un nouveau gisement qui est celui de l'oued Cherrat. L'étude de ce gisement nous a permis de distinguer trois lithologies : calcaires francs,

calcaires dolomitiques et faciès de transition (calcaires à interlits schisteux). Les données de sondages et la cartographie de surface nous ont permis d'estimer les réserves de ce gisement, qui sont de l'ordre de 22712213 millions de tonnes. Les mélanges réalisés au cours de ce travail nous amène à déduire qu'il s'avère nécessaire d'utiliser le calcaire de l'oued Cherrat pour prolonger la durée de vie de la carrière d'Asment, et de là, satisfaire les besoins du marché.

## 1 Introduction

Les besoins grandissants en ciment ont obligé la cimenterie d'Asment Temara à prendre des décisions audacieuses afin de répondre à toute éventualité et d'agir à tous les niveaux de production pour augmenter la capacité de cette dernière sans nuire à l'environnement [1]. C'est dans cet objectif que les responsables d'Asment se sont engagés très tôt dans cette voie pour lever le défi et ont intégré dans leur stratégie une grande campagne de prospection de réserves en matières premières. C'est dans cette fin que le gisement de l'oued Cherrat a vu le jour : un gisement géographiquement proche de l'usine, facilement accessible, de qualité régulière et qui répond aux exigences techniques et économiques d'Asment Temara.

## 2 Cadre géographique et géologique du gisement de l'oued Cherrat

### 2.1 Cadre géographique du gisement

Le gisement de l'oued Cherrat est situé au sud-ouest à environ 38 km de l'usine d'Asment Temara, il s'étend sur une superficie d'environ 40 ha "Figure 1".

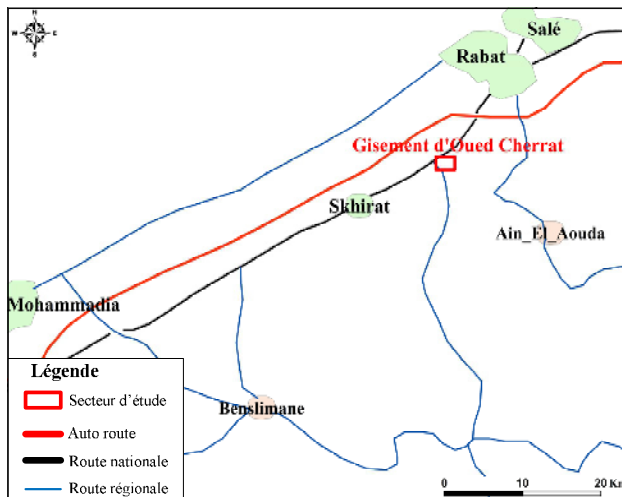


Fig. 1. Situation géographique du gisement de l'oued Cherrat.

### 2.2 Géologie régionale du gisement

Le gisement de l'oued Cherrat est, géologiquement, caractérisé par des formations paléozoïques qui datent des périodes siluriennes et carbonifères. La séquence lithostratigraphique commence avec des

schistes et des calcaires contenant des graptolites d'oued Cherrat [2,3,4] d'âge silurien supérieur, auxquels succèdent les formations d'âge dévonien, représentées par une séquence qui commence avec des argilites, donnant lieu graduellement à des formations carbonatées et se terminant avec un conglomérat transgressif [3,4] sur lequel se trouvent des formations carbonifères, constituées essentiellement par des grès et des pélites [2,3].

### 2.3 Géologie locale du gisement

Le secteur faisant l'objet de l'exploitation correspond à la formation géologique dénommée «Çakhrat-ach-chleh» "Figure 2". Cette formation est dominée par la barre calcaire récifale attribuée au givétien-frasnien [3].

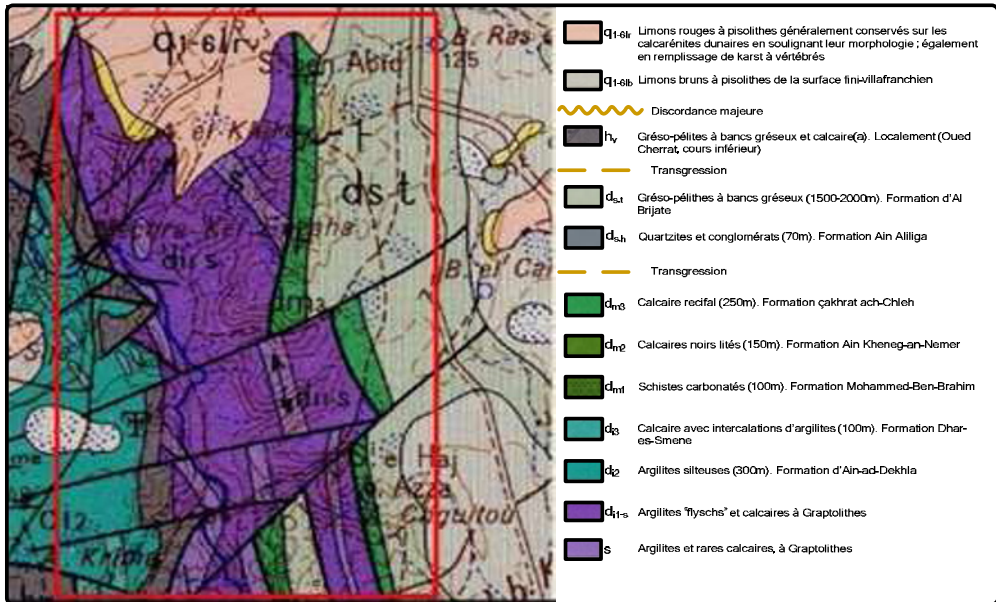


Fig. 2. Encadrement géologique (extrait de la carte géologique du Maroc, Casablanca-Mohammedia à l'échelle 1/100000).

D'après la colonne lithostratigraphique du givétien-frasnien, nous distinguons quatre grands ensembles morphologiques qui sont dans l'ordre stratigraphique:

- Un ensemble de type bioherme et de faciès brèche à grands Stromatopores massifs.
- Un ensemble de bancs plus au moins complexes de type biostrome plus au moins massifs, sont parfois dolomités et montrent un faciès sous-turbulent de type calcaire périrécifal.
- Des bancs constitués de calcaire micritique noir à bancs minces et réguliers à Amphipores, cette morphologie sert directement de sol au bioherme supérieur.
- Un bioherme supérieur, constitué de calcaire récifal massif de type bioherme.

### 3 Etude du gisement de calcaire de l'oued Cherrat

Avant toute exploitation de ce gisement, il faut au préalable connaître les caractéristiques physico-chimiques des matières premières disponibles et l'importance des réserves exploitables. Donc pour une évaluation quantitative et qualitative de ce gisement, nous avons procédé à la réalisation des

travaux de prospection et de cartographie géologique et structurale qui nous ont permis d'identifier trois lithologies principales (calcaire franc, calcaire dolomitique et faciès de transition) et l'orientation approximative du gisement de l'oued Cherrat qui est N-S avec une stratification subverticale, il est assez affecté par de grands accidents tectoniques de direction E-W et SW-NE, et que la zone sud est beaucoup plus faillée que la partie Nord.

Toutefois, le calcul des réserves géologiques dont le but est d'estimer le tonnage total de ces dernières a donné des résultats de l'ordre de 22712213 tonnes.

En se basant sur l'étude du gisement de l'oued Cherrat on déduit que ce dernier possède une chimie particulière, qui nous pousse à proposer une éventuelle solution pour augmenter la longévité de la carrière d'Asment, qu'est la réalisation des mélanges entre le calcaire d'Asment et celui de oued Cherrat, chose que nous allons vérifier dans ce qui suit.

## **4 Utilisation du calcaire de l'oued Cherrat dans les mélanges**

Il s'agit de réaliser des mélanges de composition adéquate à partir de la carrière de l'oued Cherrat et celle d'Asment afin d'augmenter la durée de vie des deux carrières.

### **4.1 La variation de la composition chimique du gisement de l'oued Cherrat**

Les couches de calcaire de l'oued Cherrat sont caractérisées par une variabilité chimique des teneurs en SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, SO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, MnO, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Pour une parfaite connaissance de ces variations nous avons procédé au calcul de la composition chimique en fonction de la profondeur.

D'après ces calculs nous avons constaté que les niveaux ne sont pas chimiquement homogènes. Donc pour prévoir et répondre aux qualités des mélanges recherchées, on a procédé à une exploitation de plusieurs zones afin de pouvoir réaliser des mélanges adéquats. Pour atteindre ces objectifs on procède à ce qu'on appelle "la modélisation géologique" cette méthode consiste à subdiviser le gisement en blocs de dimensions choisies selon : le nombre des sondages, sa distribution, la distance entre les sondages, la géométrie de l'exploitation, la structure géologique (pendage, direction) et la hauteur des blocs. Le résultat de cette modélisation nous a permis d'avoir 13 blocs qui sont représentés dans la "Figure 3".

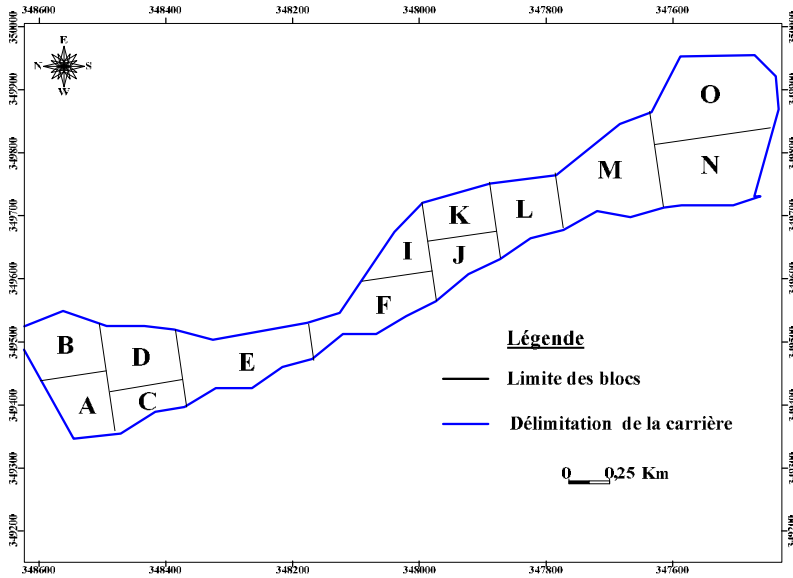


Fig. 3. La modélisation géologique de la carrière.

## 4.2 Mélange des matières premières

Pour réaliser ces mélanges on va utiliser :

- le calcaire de l’oued Cherrat : Devisé selon notre étude en 13 blocs.
- le calcaire d’Asment : le gisement est découpé en 9 couloirs, les 4 premiers sont déjà exploités, donc le mélange sera effectué à partir du cinquième couloir.
- le schiste de l’oued Ykem et les cendres de pyrrhotine : Nous avons considéré qu’ils présentent une géochimie homogène plus au moins stable dans tous ces mélanges, cette stabilité revient en grande partie à l’exploitation rationnelle de ces gisement et le stratagème bien étudié du stockage “Tableau 1”.

Tableau 1. Composition chimique du schiste et des cendres de pyrrhotine.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	PF
<b>Schiste</b>	53,93	21,15	8,00	3,01	1,38	0,13	3,84	7,05
<b>Cendres de pyrrhotine</b>	10,52	4,52	72	0,75	1,58	0,00	0,00	7,30

Dans le calcul des mélanges, la proportion des principaux constituants est calculée sous forme de rapports, de modules ou d’indices chimiques. Donc pour la réalisation de ces mélanges, nous avons tenir en compte les valeurs des modules qui sont visés par la société Asment Temara :

$$\text{Facteur de saturation : } LSF = \frac{CaO}{2,8 SiO_2 + 1,2 Al_2O_3 + 0,65 Fe_2O_3} \quad 96 < LSF < 99 \quad (1)$$

$$\text{Module silicique : } MS = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad 2,3 < MS < 2,4 \quad (2)$$

$$\text{Module alumino-ferrique : } A/F = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \quad 1,3 < A/F < 1,6 \quad (3)$$

### 4.3 Résultats

Tableau 2. Premier mélange

	Bloc L,K,L,M	Schiste	Bloc A	Bloc B	Couloir 5	Cendres	Farine	
SiO <sub>2</sub>	8,06	53,93	1,25	1,40	13,30	10,52	13,68	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,69	21,15	0,73	0,68	1,15	4,52	3,23	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,29	8,00	0,29	0,25	1,50	72,00	2,46	
CaO	48,69	3,01	52,72	53,43	44,94	0,75	42,81	
MgO	0,83	1,38	1,38	1,17	0,50	1,58	0,85	
SO <sub>2</sub>	0,00	0,13	0,07	0,07	0,00	0,00	0,03	
K <sub>2</sub> O	0,17	3,84	0,09	0,07	0,00	0,00	0,44	
PF	39,04	7,05	43,06	38,37	36,00	7,30	34,20	
%	12,24	10,50	10,34	16,66	49,35	0,91	MS 2,40	
Total	100%						A/F 1,31	LSF 98,24

Tableau 3. Deuxième mélange

	Bloc F,I,K,L,M	Schiste	Bloc C	Couloir 5	Cendres	Farine	
SiO <sub>2</sub>	5,50	53,93	3,81	13,30	10,52	13,58	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,51	21,15	1,72	1,15	4,52	3,27	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,77	8,00	0,63	1,15	72,00	2,39	
CaO	49,48	3,01	51,14	44,94	0,75	42,60	
MgO	1,45	1,38	0,82	0,50	1,58	0,99	
SO <sub>2</sub>	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,04	
K <sub>2</sub> O	0,23	3,84	0,12	0,00	0,00	0,49	
PF	40,77	7,05	41,52	36,00	7,30	35,13	
%	38,06	10,15	8,98	41,98	0,83	MS 2,40	
Total	100%					A/F 1,37	LSF 98,40

Tableau 4. Troisième mélange

	Couloir 6	Schiste	Bloc E	Bloc F,I,L,K	Couloir 5	Cendres	Farine	
SiO <sub>2</sub>	14,54	53,93	3,81	7,31	13,30	10,52	13,58	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,26	21,15	1,72	3,89	1,15	4,52	3,27	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,68	8,00	0,63	1,28	1,50	72,00	2,38	
CaO	43,35	3,01	51,14	47,66	44,94	0,75	42,42	
MgO	0,54	1,38	0,82	1,28	0,50	1,58	0,94	
SO <sub>2</sub>	0,00	0,13	0,00	0,26	0,00	0,00	0,11	
K <sub>2</sub> O	0,05	3,84	0,14	0,41	0,00	0,00	0,53	
PF	36,00	7,05	41,52	38,54	36,00	7,30	35,03	
%	29,57	8,81	14,38	38,17	8,42	0,65	MS 2,40	
Total	100%						A/F 1,37	LSF 98,00

Tableau 5. Quatrième mélange

	Bloc C	Schiste	Bloc A, B	Bloc I, M	Couloir 6	Cendres	Farine	
SiO <sub>2</sub>	1,25	53,93	10,37	10,96	14,54	10,52	13,52	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56	21,15	4,20	2,26	1,26	4,52	3,27	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,29	8,00	1,67	1,08	1,68	72,00	2,36	
CaO	53,64	3,01	44,30	45,42	43,35	0,75	42,24	
MgO	0,78	1,38	0,95	1,87	0,54	1,58	1,05	
SO <sub>2</sub>	0,04	0,13	0,04	0,20	0,00	0,00	0,07	
K <sub>2</sub> O	0,05	3,84	0,42	0,60	0,05	0,00	0,56	
PF	43,13	7,05	37,68	37,18	36,00	7,30	35,41	
%	14,25	7,37	29,85	21,16	26,60	0,77	MS 2,40	
Total	100%						A/F 1,39	LSF 98,00

Tableau 6. Cinquième mélange

	Schiste	Bloc D, E	Bloc N, O	Couloir 6	Cendres	Farine	
SiO <sub>2</sub>	53,93	2,11	6,92	14,54	10,52	13,58	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,15	0,86	1,57	1,26	4,52	3,27	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,00	0,36	0,66	1,68	72,00	2,39	
CaO	3,01	52,21	48,82	43,35	0,75	42,43	
MgO	1,38	1,07	1,05	0,54	1,58	0,87	
SO <sub>2</sub>	0,13	0,06	0,54	0,00	0,00	0,13	
K <sub>2</sub> O	3,84	0,09	0,25	0,05	0,00	0,47	
PF	7,05	42,96	39,89	36,00	7,30	35,52	
%	9,79	27,33	18,15	43,83	0,99	MS 2,40	
Total	100%					A/F 1,37	LSF 98,00

#### 4.4 Discussion et interprétation

Au cours des quatre premiers mélanges, le pourcentage en schiste diminue de plus en plus que nous avançons dans les mélanges, de même pour les cendres de pyrrhotine. Ceci suggère que les matières premières (calcaire Asment, calcaire de l'Oued Cherrat) deviennent de plus en plus riches en alumine et en fer.

En parallèle le pourcentage d'utilisation du calcaire d'Asment a diminué, chose qui est bénéfique pour la carrière d'Asment car sa durée de vie va augmenter, mais le cinquième mélange fait l'exception puisque le pourcentage en calcaire d'Asment, schiste et cendres de pyrrhotine, a augmenté de nouveau, tandis que celui de l'oued Cherrat a diminué. L'ensemble de ces résultats nous amène à dire que probablement la zone de l'oued Cherrat correspondante aux échantillons à partir desquels ce mélange à été effectué est pauvre en fer, en alumine et particulièrement en silice. Pour combler ce manque on a fait augmenter le pourcentage du calcaire d'Asment.

### 5 Conclusion

Le gisement de l'oued Cherrat se situe à environ 38 km de l'usine Asment de Temara, il s'étend sur une surface de 40 ha, dont 16 sont des carbonates. Il est étroit, allongé et orienté approximativement N-S, il présente une stratification subverticale. Géologiquement, il se trouve entre des schistes et des pélites gréseuses d'âge Dévonien.

L'étude détaillée de ce gisement nous a permis d'identifier trois lithologies principales : calcaire franc, calcaire dolomitique, et calcaire de transition occupant respectivement 86 %, 7%, et 3% de la surface globale du gisement. Cette diversité de lithologie est corrélée à une hétérogénéité chimique.

Les données de sondages (21 destructives, 12 carottés) et la cartographie de surface nous ont permis de calculer, les réserves globales de ce gisement qui sont estimés de 22712213 millions de tonnes.

Le travail du laboratoire sur les mélanges nous a permis de vérifier l'utilisation de calcaire de l'oued Cherrat et d'équilibrer le manque en chaux (CaO) dans les mélanges, ainsi que de consommer le reste des couloirs d'Asment d'une part et d'augmenter sa durée de vie qui devient faible d'autre part, sans oublier de mentionner que ces mélanges nous ont permis de planifier l'extraction de la carrière, et d'assurer une exploitation bien équilibrée à long terme et sans avoir recours ni au décapage ni au criblage des niveaux supérieurs de la carrière d'Asment.

### Remerciements

Nous tenons à remercier le comité scientifique pour leurs commentaires et suggestions constructives qui a considérablement amélioré notre manuscrit, ainsi que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

### Références

1. F.Z.Nahraoui, L'utilisation du calcaire de l'Oued Cherrat dans le cru (mélange calcaire schiste et cendres de pyrrhotine) Asment Temara, Mémoire de fin d'études de Master, p.92 (2008).
2. G. Lecointre, Recherches géologiques dans la Meseta marocaine, Mém. Soc. Sci. Natur, Maroc (1926).
3. A. Chalouan, stratigraphie et structure du paléozoïque de l'oued Cherrat » In segment du couloir de cisaillement de la meseta occidentale, (1981).
4. M. Zahraoui, La plate forme carbonate dévonienne du Maroc Occidental et sa dislocation hercynienne», thèse d'état, Fac. Sci. Rabat, (1991).