

Etude d'amélioration de la chaux pour le chaulage des bassins d'aquaculture

RANDRIANARIVELO Frédéric, ANDRIANAIVORAVELONA J. Oliva, RAKOTOSAONA Rijalalaina, RAFEHIFANDAMINANA Innocente, RANDRIANARIVELO Lanja
Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure Polytechnique, BP 1500, Antananarivo 101,
Madagascar

Résumé

Cette étude a pour but d'améliorer la production de chaux utilisée en aquaculture de crevette biologique. A partir des résultats déjà acquis à Belobaka- Mahajanga (taux en CaO : 55,70%), on cherchera des conditions physico-chimiques susceptibles d'apporter une augmentation de CaO et de MgO produits.

Les résultats ont montré que le triage, le lavage et le choix d'une granulométrie plus fine de calcaire pour la cuisson améliore la production de CaO. La température de cuisson ainsi que le palier final trois à cinq heures favorisent la décomposition. Les résultats obtenus sont: CaO : 84,14% et CaO + MgO : 94,82%.

Mots clés : Chaux, aquaculture de crevette, calcaire, calcite

1. INTRODUCTION

La chaux vive, la chaux éteinte, le carbonate de calcium et la dolomie sont utilisés pour la correction du pH du sol et l'assainissement des fonds de bassin. Le domaine d'aquaculture de crevette biologique exige des conditions physiques et chimiques particulières, ce qui explique l'importance des importations de chaux.

L'élevage de crevette biologique exige à la fois le bien-être des animaux, la qualité et l'environnement. Deux cycles de production sont réalisés par an. Entre deux cycles, les bassins sont mis à sec pendant un mois environ au cours duquel ils sont traités et amendés à l'aide de la chaux.

La culture de crevette se développe à Madagascar depuis un peu plus d'une décennie. Elle n'a été initiée qu'en 1991, suite aux résultats très encourageants des essais réalisés de 1989 à 1993 à la Ferme pilote de Nosy-Be.

L'aquaculture de crevettes a été le sujet d'un intérêt croissant depuis une dizaine d'années, plus précisément depuis qu'il a été démontré qu'elle est tout à fait réalisable à Madagascar et qu'il y existe des sites propices et des conditions favorables pour son développement.

Deux cycles de production sont réalisés par an. Entre deux cycles, les bassins sont mis à sec pendant 1 mois environ au cours duquel ils sont traités et amendés à l'aide de la chaux.

2. LA CHAUX

2.1. Définition

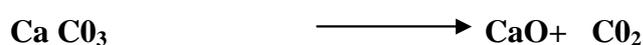
- La chaux se définit comme la variété physique ou chimique sous laquelle se présente l'oxyde de calcium, soit à l'état d'oxyde plus ou moins pur (CaO), soit sous forme d'hydroxyde de calcium (Ca(OH)₂) obtenu après hydratation, soit en mélange avec des éléments argileux (chaux hydraulique).
- La chaux est le résultat de la cuisson d'un calcaire à une température entre 900° et 1000°C.
- Ce calcaire contient principalement du carbonate de calcium (CaCO₃) mais aussi de la silice, de l'oxyde de fer, de l'aluminium ou d'autres minéraux dans des proportions plus faibles.
- On trouve des gisements de calcaire dans plusieurs régions de Madagascar à :
Ambatondrazaka, Toliary, Mahajanga, etc.

2.2. Données scientifiques et techniques

2.2.1. Principe d'obtention de la chaux

 *La première étape : la calcination*

On chauffe à 900°C le calcaire et on obtient de la chaux vive (Figure 1) ainsi qu'un fort dégagement de CO₂ selon la réaction chimique :



Carbonate de calcium \longrightarrow oxyde de calcium (chaux vive) + gaz carbonique

Il y a une perte de poids due au dégagement de gaz carbonique.

La deuxième étape : L'extinction

C'est la transformation de la chaux vive en chaux éteinte (Figure 2) par ajout de H₂O suivant l'équation :



Chaux vive + eau \longrightarrow hydroxyde de calcium ou "chaux éteinte"

La troisième étape : La carbonisation

On absorbe de gaz carbonique. Sa réaction chimique est :



Hydroxyde calcium + Gaz carbonique \longrightarrow Carbonate de calcium + eau

Avec 1000 kg de calcaire, la quantité théorique de chaux vive obtenue est de 560 kg et l'énergie nécessaire est de 770 000 kcal par tonne de chaux produite.

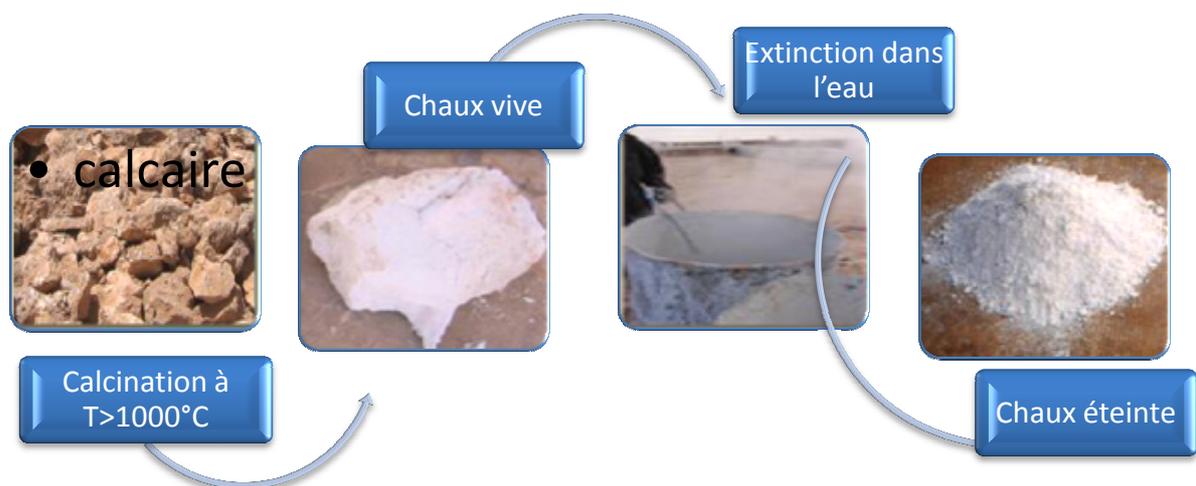


Figure 3 : Processus du principe d'obtention de la chaux

2.2.2. Présentation des caractéristiques actuelles de la chaux

Notre étude a été menée à Belobaka et à Ambatondrazaka. Le tableau n°1 montre les teneurs en CaO. Le tableau n°2 donne les caractéristiques de chaux vive utilisée en élevage de crevette suivant la norme NF EN 459-1, -2.

Tableau 1 : Pourcentage de CaO

Eléments majeurs	Chaux vive de Belobaka	Chaux éteinte de Belobaka
% CaO	70,75	69,05

Tableau 2 : Caractéristiques de chaux vive utilisée en élevage de crevette suivant la norme NF EN 459-1, -2

Désignation	Valeur
Granulométrie	
■ Passant au tamis 5mm	≥95%
■ Passant au tamis 2mm	≥30%
■ Passant au tamis 90 µm	
CaO [%]	> 80%

Sur les tableaux n°1 et n°2, nous remarquons que la teneur en CaO produite par la méthode de production actuelle de chaux est largement inférieur à la norme. Pour avoir des résultats il faudrait utiliser des quantités plus que prévus.

L'objet de cette étude est de rechercher des critères chimiques, physiques ou mécaniques pour améliorer la qualité de chaux produites. Les résultats d'analyses physique et chimique de la calcite sont rapportés dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 3 : Résultats d'analyse physique de la calcite de Belobaka

Poids spécifique (g/ml)	2.75
Densité apparente (g/ml)	0.93
Masse (g)	2.48
Perte au feu (%)	39.5
SSB (cm ² /g)	8239.8
Consistance normalisé (ml)	250

Tableau 4 : Résultats d'analyse chimique de la calcite

Eléments majeurs	Résultat en [%]
Fe ₂ O ₃	3.84
Al ₂ O ₃	3.02
CaO	64.76
MgO	20.70

Les caractéristiques physiques et chimiques de la chaux vive de Belobaka se trouvent dans le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques physiques et chimiques de la chaux vive de Belobaka

Désignation	Chaux vive de Belobaka
Poids spécifique (g/ml)	3 .10
Densité apparente (g/ml)	0.62
Perte au feu (%)	26.30
%CaO	70 .75

3. CHAULAGE DES BASSINS D'AQUACULTURE

En général, la chaux est le produit utilisé pour les étangs et les bassins en terre après à sec. Trois grands types d'amendements sont utilisés :

- La chaux vive ou oxyde de calcium CaO ;
- La chaux éteinte ou hydroxyde de calcium Ca (OH)₂ ;
- Les Carbonates de calcium CaCO₃.

3.1. Objectif

L'objectif du chaulage est de neutraliser l'acidité excessive du sol pour permettre le maintien ou l'intensification de l'activité microbienne et donc à l'amélioration de la stabilité structurale du sol, la qualité de l'eau et donc la santé des crevettes.

3.2. Effet du chaulage sur le sol

Sur le fond du bassin, la chaux peut :

- améliorer la qualité du sol ;

- améliorer la digestion des vases ;
- détruire les parasites ;
- lutter contre l'acidité excessive du sol.

3.3. Effet du chaulage sur l'eau (Figure 2)

Sur l'eau, la chaux peut :

- augmenter son pH (Une tonne de chaux vive par hectare permet de faire remonter progressivement le pH de 0.5 à 1 unité quand celui-ci est inférieur à 7) ;
- précipiter les particules organiques ;
- créer un tampon calcique ;
- favoriser la résistance des crevettes aux maladies et aux diverses agressions du milieu.

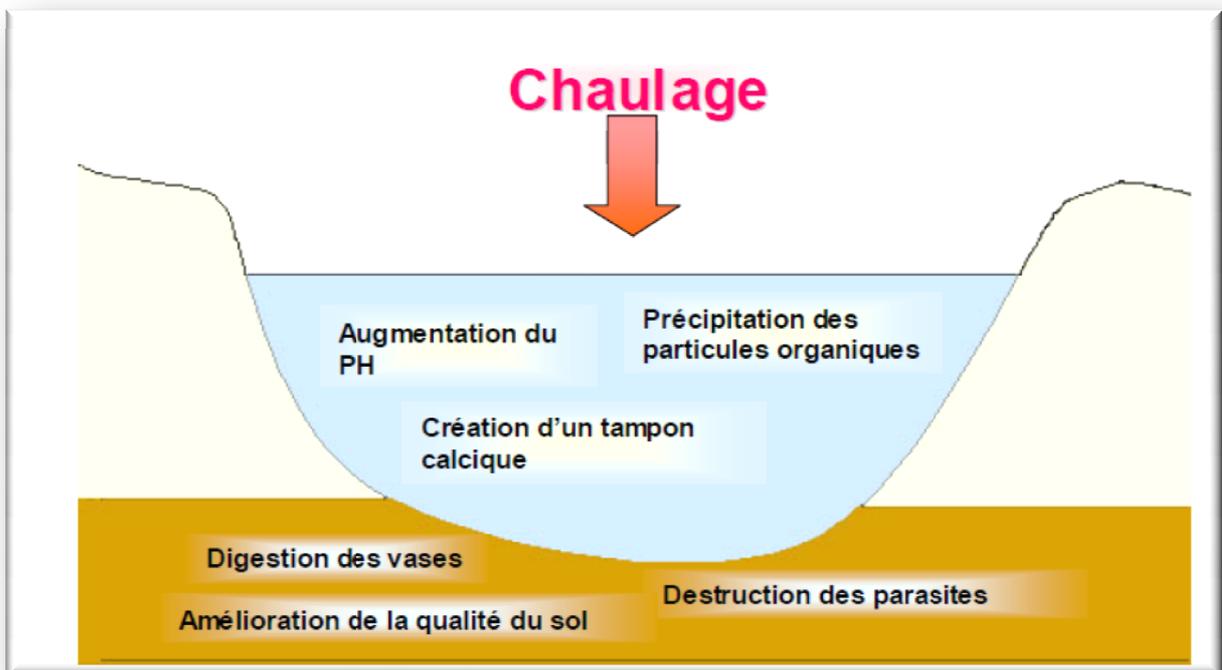


Figure 2: Action directe du chaulage sur le fond du bassin

3.4. Dosage de la chaux

Le dosage de la chaux en amendement dépend de la saison.

Le tableau 6 explique plus clairement l'emploi de l'amendement calcique de chaux en fonction du type d'épandage et de la saison.

Tableau 6 : Exemples d'emploi d'amendements calciques de chaux vive en fonction du type d'épandage et l'effet désiré

Type d'épandage	Période	Quantités	Remarques
En assec (sanitaire et minéralisation)	Hiver	1000 à 2000kg/ha	Existe sous forme de granulés plus facile à manipuler
En eau (en début saison)	Mars-Avril	200 à 400 kg/ha en plusieurs passages	sous forme de granulés ou lait de chaux
En eau (pour flocculer les cyano)	Juillet-Août	50 à 150 kg/ha	

4. ETUDE D'AMELIORATION DE LA CHAUX DE BELOBAKA

Notre étude est d'améliorer la production de chaux pour répondre aux exigences des utilisateurs. Nous avons mené des études pour augmenter le pourcentage en CaO. Après quelques études bibliographiques, nous avons fait varier la granulométrie avant la cuisson ainsi que la conduite de cuisson. La dimension des grains et la température sont les facteurs qui déterminent la vitesse de décomposition du calcaire.

4.1. Matière première

En générale, la pierre à chaux utilisée à Madagascar est la calcite (Tableau 7).

Tableau 7: Teneur en CaO et CaO+MgO de la calcite

Eléments majeurs (%)	Calcite
CaO	56,05
MgO	32,44
(CaO+Mg)	88,49

La calcite qu'on a utilisée est de couleur blanche et ayant un taux en CaO+MgO = 88.49 % qui est supérieur à 80%. Cette calcite a de bonne qualité pour la fabrication de chaux.



Nous avons effectué des séries d'essais en faisant varier les diamètres de calcite de 100 à 400 μm .

4.2. La température de cuisson

La texture de la chaux dépend en premier lieu de la température de cuisson (Tableau 8).

Le diamètre du grain est de 100 μm et on cuit pendant cinq heures du temps.

Tableau 8: Evolution du taux en CaO en fonction de la température de cuisson

Température de cuisson en [°C]	Taux en CaO en [%]
800	70.66
900	82.32
975	86.14

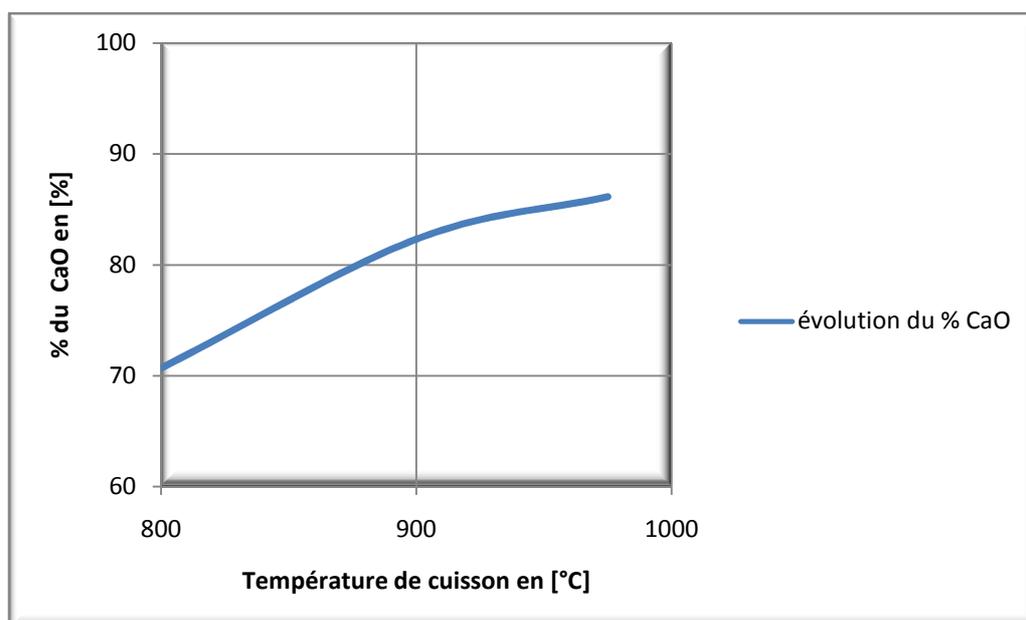


Figure 3 : Evolution du taux en CaO en fonction de la variation de température de cuisson

Le taux en CaO augmente au fur et à mesure que la température de cuisson augmente. Nous pouvons alors dire que dans le cas de basse température, c'est le débit de CO_2 à travers les couches de CaO qui prédomine.

4.3. Diamètre du grain

Nous allons faire varier aussi la granulométrie des matières premières et analyser son impact sur la production.

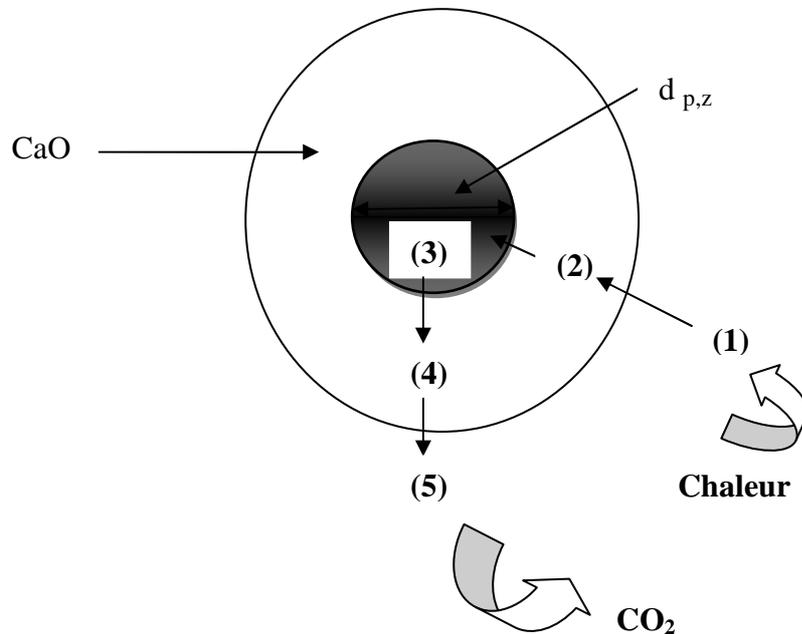


Figure 4 : Représentation schématique du déroulement de la réaction de décomposition du calcaire

Cette réaction de décomposition du calcaire (Figure 4) présente cinq étapes suivantes :

- (1) : transfert de chaleur du milieu à la surface des particules ;
- (2) : conduction de chaleur à travers la couche déjà décomposée vers la zone de réaction ;
- (3) : Réaction chimique dans la zone de réaction ;
- (4) : Diffusion du CO_2 vers la surface des particules ;
- (5) : Passage en matière de la surface des particules vers l'environnement :
 - La diminution de la dépense d'énergie ;
 - La diminution des variations de qualité.

La température de cuisson se fait à $975^{\circ}C$ pendant trois heures du temps.

4.4. Résultats

Les résultats sont présentés dans les tableaux 9, 10 et 11 ainsi que dans la figure 5.

Notons que la prise d'échantillon de chaque essai est 500g.

Tableau 9 : La valeur de la perte au feu à 975%

Désignation	Valeur
m ₁ en [g]	500
m ₂ en [g]	371.2
Perte au feu en [%]	25.76

La perte au feu à 975 °C pendant 30mn est de l'ordre de 25,76% qui est inférieure à 44%; au-delà de cette valeur, la roche peut être dolomitique.

Tableau 10 : Influence du taux de CaO

Diamètre des grains en [μm]	Taux du CaO en [%]
100	68.65
200	67.41
300	65.41
400	64.90

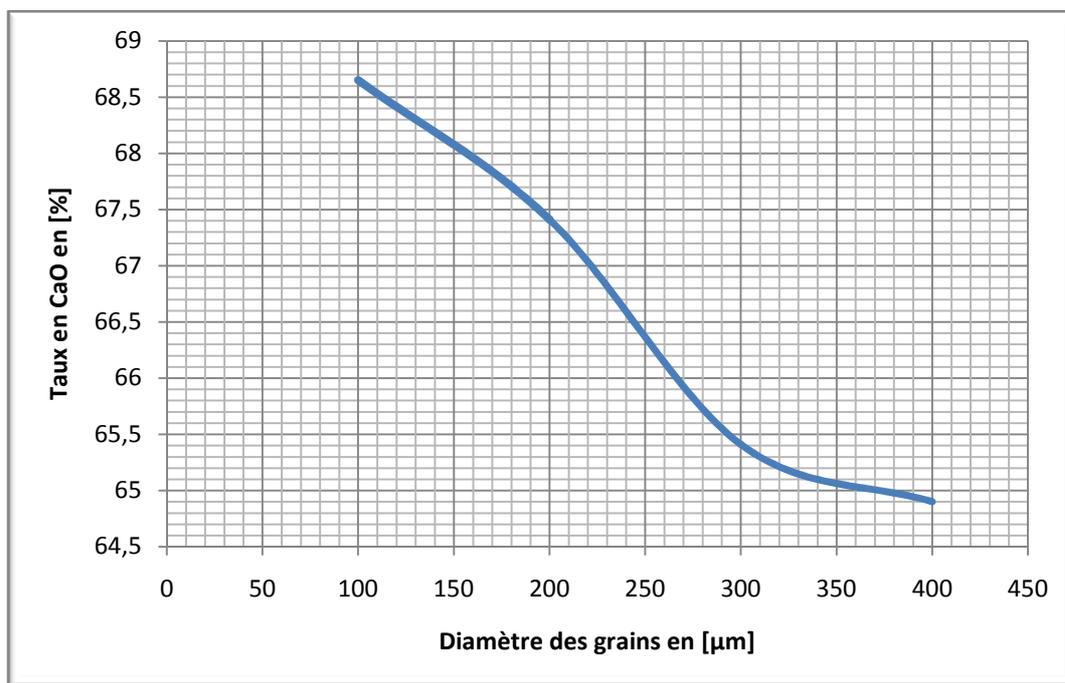


Figure 5 : Evolution du taux de CaO

Nous voyons que le taux en CaO augmente au fur et à mesure que le diamètre de la calcite diminue. La particule est facile à libérer quand leur volume diminue. On peut dire que la chaux en question est de bonne qualité.

Le tableau 11 est une comparaison des résultats d'analyses effectués sur les chaux fabriqués à Belobaka Mahajanga.

Tableau 11: Comparaison du taux en CaO

Eléments majeurs	Chaux vive de Belobaka	Chaux éteinte de Belobaka	Chaux vive améliorée
% CaO	70,75	69,05	86,14

Après les essais, on a obtenu un taux en CaO de 86,14% plus meilleur par rapport à la chaux de Belobaka.

5. CONCLUSION

La recherche sur l'amélioration de la production de chaux vive constitue une perspective assez intéressante, surtout dans le domaine d'aquaculture crevette biologique où la demande en chaux vive atteint un niveau assez important.

La fabrication de chaux consiste à la calcination des roches calcaires composées en majorité de carbonate de calcium. Les roches sont cuites dans des fours à chaux avec une température plus de 1000°C.

Le traitement est plus efficace lorsque le taux de CaO augmente. Nous avons déterminé la grosseur de la matière première et le temps de cuisson optimum pour avoir le taux exigé par l'utilisateur. On a les résultats %CaO = 86,14% et %CaO+MgO = 94,82%.

REFERENCES

www.aquaculturebiologique.fr, Février 2007 ;

Dominique MASSENOT : La question de chaulage, Etude des sols selon la méthode HERODY

Groupe Eyrolles, 2003, Techniques et pratiques de la chaux, ISBN 2-212-11265-3, École d'Avignon, Deuxième édition 2003.