

# SUR LA RECALCIFICATION DES SOLS



II

## Etude des Produits Calciques

PAR

GASTON CHEVALIER

Chef du Service Agrologique



# **SUR LA RECALCIFICATION DES SOLS**

---

## **ETUDES DE PRODUITS CALCIQUES**

---

Certaines dégradations des sols agricoles exigent une recalcaification progressive qui doit être rationnelle aussi bien qualitativement que quantitativement.

Ces dégradations sont ici en Algérie de deux sortes :

Les premières et les plus générales sont imputables à une décalcaification provoquée par les pluies et l'exportation des récoltes agissant simultanément sur des sols déjà mal pourvue en calcium. Elles se manifestent par un abaissement du pH. On peut admettre que lorsque ce facteur descend en dessous de  $\text{pH} = 7,0$  la décalcaification est amorcée et que ses effets n'iront qu'augmentant.

J'ai trouvé de tels sols dans toute l'Algérie, les plus acides à l'Est du pays, mais j'en ai trouvé aussi bien aux environs d'Oran, Mostaganem, les Sahels, les piedmonts de l'Atlas, les Kabylies, dans la région de Philippeville et de Bône. J'ai estimé que la proportion de terres décalcaifiées devait atteindre le quart des terres en cultures soit environ un millier d'hectares.

La deuxième sorte de dégradations relevant de la décalcaification est plus rare mais peut être plus grave. Elle résulte du phénomène très général de l'échange des bases. Elle affecte les sols dont le complexe absorbant — presque entièrement saturé normalement par du calcium — se charge de sodium qui provoque une transformation massive des propriétés physiques et chimiques de ces sols. Dans ce cas et à l'inverse du précédent, on assiste à un relèvement du pH qui dépasse la valeur de  $\text{pH} = 8,5$  d'où une alcalinité bien plus nocive qu'une faible acidité.

Les terres sujettes à cette dégradation se rencontrent d'une part dans les Sahels et d'autre part à l'intérieur dans les terres sujettes à des inondations ou des irrigations intempestives par des eaux salées

particulièrement chlorurées sodiques. Il existe de tels sols dans la plaine de Bône à l'Est, dans le bas Chélif et dans de rares terres du Sud.

La technique de la recalcification de tous ces sols a deux principaux objectifs :

1° La détermination du besoin en chaux de ces sols aux fins d'établissement des qualités de produits à utiliser et des quantités à employer. Cette préoccupation première a déjà fait l'objet de nombreux travaux et nous cherchons à l'améliorer par l'établissement d'une abaque devant permettre cette détermination à la suite d'un dosage particulier. Cela fera le sujet d'un autre exposé.

2° Le choix de produits calciques satisfaisants tant au point de vue technique que commercial. C'est ce deuxième objectif qui fait le sujet de ce travail.

### Les différents Produits Calciques :

Les produits calciques susceptibles d'apporter du calcium au sol sont assez nombreux et variés mais on peut utilement les classer en trois groupes :

- les carbonates de chaux : calcaires, marnes, tufs ;
- les chaux agricoles d'amendements ;
- les engrais et amendements calciques : sulfate de chaux, cyanamide, scories, puis les phosphates naturels et le nitrate de chaux.

Parmi tous ces produits certains sont puissamment actifs, comme les calcaires et la chaux, d'autres par contre ont une action recalcifiante relativement faible comme les engrais.

Il faut donc choisir dans cet ensemble et suivant les cas les produits qui devront donner les meilleurs résultats recherchés.

### Du choix des Produits Calciques :

En Afrique du Nord, et en Algérie en particulier, la recalcification des sols nécessite certaines précautions à cause des conditions même du milieu. Il faut se souvenir que nous sommes dans un pays à températures généralement élevées, à faible pluviométrie dans la majorité des cas et en tous cas soumis à un régime pluviométrique

d'averses torrentielles qui érodent la surface du sol sans trop pénétrer en profondeur, c'est là un facteur jouant sur l'élévation des pH dans les terres de l'intérieur.

Par ailleurs, ces mêmes terres contiennent des taux d'humus relativement bas du fait des conditions optimales de son évolution. Il faut donc craindre que des apports de chaux inconsidérés fassent encore baisser ces teneurs déjà faibles et n'amènent un appauvrissement humique dont les répercussions pourraient être fatales aux propriétés physico-chimiques de ces sols.

Il est enfin un troisième point particulier à ces pays et qui n'a pas suffisamment été mis en lumière et qui relève d'un excès d'alcalinité de certains sols. On trouve en effet dans plusieurs régions de l'Algérie — aussi bien dans le Nord que dans le Sud — des sols qui présentent des pH supérieurs à 8,5 et qui marquent à la phthaléine.

Tandis que dans la métropole et la plupart des pays européens, on s'est préoccupé, depuis la vulgarisation des mesures de pH, de l'acidité des sols qui résultait des décalcifications des sols par lessivage et exportation des récoltes, acidité qui influait tragiquement sur les rendements des cultures, on n'a jamais — à notre connaissance — considéré la nocivité des états d'alcalinité des sols cultivés.

Il faut reconnaître que ces états d'alcalinité sont particuliers et propres à nos seuls pays (en ce qui touche l'agriculture européenne) justement à cause des conditions thermiques et pluviométriques rappelées. Cela remonte aux processus d'accumulation des sels dont on constate partout les manifestations. Cela s'explique par une prédominance des phénomènes d'évaporation sur ceux de lessivage et de percolation. Les résidus salins et basiques des récoltes ou des végétations spontanées ne peuvent que s'accumuler en surface et aggraver cette alcalinité. Ajoutez à cela et du fait du pauvre état organique de ces sols une vie pédologique ralentie, c'est-à-dire une très faible intensité des fermentations dans le sol et partant une production très faible de  $\text{CO}_2$  qui relèverait l'acidité de ces terres et augmenterait la solubilisation et l'entraînement de ces bases et l'on peut aisément concevoir et expliquer l'ensemble de circonstances qui aboutissent à cette élévation néfaste du pH des sols nord-africains.

Cette élévation du pH — au-dessus de 8,5 — se rencontre dans des sols dont le complexe absorbant contient une forte proportion de sodium qui, passant en solution par échange, peut amener l'apparition des carbonates de soude particulièrement toxiques aux végétaux et néfastes aux propriétés des sols.

J'ai trouvé de tels sols sodiques, imperméables et alcalins même parmi des terres calcaires, c'est assez dire que dans ce cas ni le calcaire qui n'aurait pas d'effet, ni la chaux qui aggraverait le pH en l'augmentant ne peuvent servir de topique approprié. Un seul remède existe à cet état, c'est l'emploi de sulfate de chaux aussi bien sous forme de gypse naturel que de plâtre cuit. La solubilité suffisante de ce produit -- quelque deux grammes par litre -- permet sa dissémination tout en évitant une trop forte dispersion, et par ailleurs son radical acide compense le résultat de son échange calcique par formation de sulfate de soude, sel neutre, très soluble et non toxique, facilement entraînable dans le drainage.

Il résulte des considérations précédentes que le choix des produits calciques aux fins d'amender le sol est plus complexe en Afrique du Nord qu'il l'est en Europe. Il tendra en bref à reconstituer l'état calcique du complexe absorbant -- par échange avec des ions H dans le cas de sols acides, ou avec des ions Na dans celui des sols sodiques -- et cela sans aggraver la réaction du sol dans le cas des sols alcalins.

## COMPOSITIONS ET EFFETS POSSIBLES DES PRINCIPAUX PRODUITS CALCIQUES

Tous les produits calciques que nous avons énumérés sont plus ou moins recalcifiants mais ils sont en outre plus ou moins bien adaptés aux conditions particulières de chaque sol, c'est en considérant chacun d'eux que nous pourrions juger de l'opportunité de leur emploi.

### 1° Les CARBONATES DE CHAUX :

Les carbonates de chaux employés en amendements sont généralement des produits naturels. Qu'il s'agisse de calcaires plus ou moins purs, de marnes ou de tufs, ils ne sont l'objet -- au point de vue industriel -- que de traitements de concassage et de pulvérisation à l'inverse des autres produits qui sont, eux, l'objet de traitements chimiques ou thermiques.

Du point de vue purement technique agronomique, les calcaires ont sur les chaux en particulier l'avantage précieux d'être pratiquement insolubles à partir d'un certain pH -- 7,8 à 8,0 -- tandis que les chaux sont solubles jusqu'à une concentration d'environ 1,5 gram. par

litre et peuvent de ce fait relever le pH jusqu'aux environs de  $\text{pH} = 11$ . On comprend déjà qu'un chaulage inopportun puisse faire plus de mal que de bien au sol.

Le deuxième inconvénient des chaux et non le moindre toujours au point de vue agronomique se rapporte à l'action de cette chaux et de son alcalinité sur la matière organique du sol. Les matières non évoluées peuvent voir leur évolution stoppée par cette alcalinité et les matières humiques risquent d'être solubilisées et entraînées.

Quant au point de vue économique, l'emploi des carbonates de chaux paraît infiniment plus logique que celui des chaux. Celles-ci seraient d'abord cuites pour en dégager l'acide carbonique puis épanchées sur le terrain elles s'y carbonateraient à nouveau à la longue, reprenant peu à peu leur état premier. La dépense de charbon (1) et de main-d'œuvre pour en arriver là paraît tout à fait superflue. Il faut pourtant convenir, à ce même point de vue, que le transport à grande distance des chaux est moins onéreux — à l'unité d'élément utile — que celui des calcaires. Pour des corps purs, le rapport serait des 3/4 en faveur de la chaux.

L'emploi des calcaires ne nécessite pas une application strictement dosée — comme il faut le faire pour les chaux — car s'il y a excès de produit, celui-ci demeure en réserve et constitue sous forme potentielle une sorte de tampon pour les acidités à venir.

Toutefois, dans la pratique de l'emploi des carbonates de chaux, il faut distinguer différents produits qui se rencontrent sur le marché algérien des amendements agricoles :

Il existe des carbonates de chaux assez purs qui sont des sous-produits des usines à chaux et des tailleries de marbres, calcaires durs et fins.

On trouve aussi des marnes tuffeuses comme celles qui se débitent à Birmandreïs en très grandes quantités et qui devraient être d'un grand secours pour le Sahel.

Il y a enfin cette immense et puissante croûte calcaire, le tuf, qui limite à faible profondeur les sols des Hauts-Plateaux et constitue une mine quasi intarissable du calcaire le plus fin et le plus tendre dont on puisse rêver.

La valeur technique des calcaires dépend, bien entendu, de leur teneur en carbonate de chaux mais aussi de ce que DROUINEAU a appelé le « calcaire actif », c'est-à-dire réagissant à l'oxalate de chaux N/5.

---

(1) 250 ko de charbon par tonne de chaux produite.

C'est pour étudier d'une part les produits existant sur le marché et d'autre part les méthodes servant à les différencier que nous avons procédé aux analyses suivantes :

1° Evaluation du calcaire actif dans un même produit mais dont les grains ont des diamètres différents (Tableau N° 1). Il résulte de cette étude que le taux de calcaire actif croît avec la finesse des grains et que par conséquent, pour juger rationnellement du taux de calcaire actif d'un produit, il faut auparavant l'amener à la même finesse que celle du produit de comparaison ou donner le calcaire actif pour une finesse déterminée.

2° A la suite des analyses des différentes fractions classées par ordre de grosseur, on constate que ce classement, fait à la suite de pulvérisation et tamisage, fournit des poudres de compositions différentes par suite de la différence de dureté des constituants du matériau originel (Tableau N° 2).

Le carbonate de chaux pur paraît plus dur que le carbonate de magnésie. Les parties fines étant du reste et d'une manière générale plus impures à tous points de vue que les fractions plus grosses. De telle sorte que les fractions grossières reprises et pulvérisées à nouveau donnent un produit bien supérieur aux premières fractions plus fines.

3° C'est sur ces bases que furent étudiés les principaux produits calcaires pouvant se rencontrer (Tableau N° 3). Cette étude montre qu'aussi bien les tufs des Hauts-Plateaux que les poussières de calcaires provenant des marbres ou des calcaires bleus ont une haute valeur amendante par contre les marnes tuffeuses des environs d'Alger ont moins de richesse mais du fait de leur prix de vente modique (250 frs le m<sup>3</sup>) peuvent être très largement utilisées.

TABLEAU N° 1

*Influence du diamètre des grains de calcaire sur les taux de Calcaire actif :*

Grosseur des Grains	Calcaire actif %
Refus au tamis n° 18.....	3,5 %
» n° 30.....	4,0 %
» n° 50.....	4,5 %
» n° 80.....	5,5 %
Passant au n° 80.....	15,5 %

— 19 —

TABLEAU N° 2

*Composition d'un même produit classé par diamètres :*

N° du tamis = diamèt. m/m =	tout venant	18 +1 m/m	30 +0,5	50 -0,3	80 +0,18	-0,18
Insoluble %	0,84	0,39	0,59	0,78	0,91	1,13
CaO %	53,84	55,31	54,72	53,18	52,98	52,18
MgO %	1,12	0,24	0,60	1,66	1,66	2,18
CO <sub>3</sub> Ca %	96,14	98,76	97,71	94,96	94,60	93,18
CO <sub>3</sub> Mg %	2,35	0,50	1,26	3,48	3,48	4,57

TABLEAU N° 3

*Les différents calcaires utilisables en Algérie :*

	Calcaire Total	Calcaire Actif
Croûte calcaire (tuf) .....	89 %	26,5 %
Marbre du Chenoua .....	98 %	27,5 %
Calcaires bleus de Bouzaréa ...	75 %	12,5 %
Carrière de tuf de Ben-Aknoun.	85 %	12,0 %
Tuf de Birmandreïs .....	60 %	8,0 %
Tuf du Bois de Boulogne .....	58 %	9,0 %

TABLEAU N° 4

*Composition des Chaux de l'Algérois*

CHAUX DITES :	FLEURS			VITICOLES			AGRICILES		
	1	5	7	2	6	8	3	4	9
Numéros :									
<b>Granulométrie :</b>									
Refus au tamis 50 = 0,3 m/m	0	0	0	4	1	3	32	5	16 %
Refus au amis 80 = 0,18	1	0	0	12	2	16	12	10	11 %
<b>Composition chimique :</b>									
Chaux totale CaO .....	87,5	79	77	75	73,5	72	74	80,5	73,5 %
Chaux libre sol. sucre .....	66,5	48,5	51	56	41,5	42,5	46	57	52,5
Chaux carbonatée .....	1,6	1,7	2,9	4,4	5,9	4,1	7,3	5,3	2,9
<b>Indice d'hydraulicité :</b>									
SiO <sub>2</sub> comb. + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CaO ....	0,02	0,11	0,12	0,03	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15



## 2° Les CHAUX AGRICOLES :

L'utilisation des chaux en vue de la correction des terres décalcifiées est très générale parce que ce sont des produits commercialisés et que, comme je l'ai indiqué, les contre-indications à leur emploi sont localisées à nos seuls pays.

Le marché des chaux présente trois sortes de produits de qualité un peu différente et aussi de prix variable. Il en existe trois sortes commerciales :

Les chaux dites « fleur de chaux » qui sont utilisées à la confection des bouillies bordelaises pour le traitement préventif du mildiou. Ce sont des chaux très fines et les plus pures, leur carbonatation doit être minimum pour une bonne réussite dans la fabrication des bouillies. J'en donne quelques compositions sous les numéros 1, 5 et 7 dans le Tableau n° 4 des analyses. Ce sont, bien entendu, les plus chères du marché.

Les chaux dites « viticoles » sont d'une qualité un peu inférieure aux précédentes, elles sont employées pour effectuer les poudrages des vignes en mélange au soufre pour en assurer la dilution. On leur attribue en outre certaines propriétés fongicides pas tout à fait démontrées.

Enfin, les chaux dites « agricoles » sont vendues comme amendements. Ce sont les plus grossières et les plus impures et ce devrait être les meilleur marché.

La simple comparaison des analyses données indique bien la gradation existant entre les trois catégories de produits et cela aussi bien au point de vue granulométrique que de leur composition chimique. A ce dernier point de vue, j'ai cru devoir y joindre leur indice d'hydraulicité qui était considéré jadis comme un vice rédhibitoire à leur emploi en culture ; mais les travaux de BRIOUX et Jouis (An. Agro. 1930) ont depuis longtemps fait justice de cette accusation et démontré que les « silicates et aluminates basiques de la chaux hydraulique sont très rapidement décomposables dans le sol humide en libérant en moins de 24 heures environ 85 % de la chaux totale ».

Les chaux agricoles se vendaient l'an dernier environ 4.000 frs la tonne pour des richesses moyennes en CaO de 80 %, ce qui fait ressortir le kilo d'élément utile « calcium » à 7 francs. Le même calcul fait pour les marnes tuffeuses des environs d'Alger donne le prix du kilo de « calcium » à UN franc.

### 3° Les ENGRAIS ET AMENDEMENTS CALCIQUES :

Dans cette troisième catégorie de produits calcaïques susceptibles d'être des fournisseurs de l'élément recherché, il faut faire un certain distinguo.

Il y a ceux qui sont des générateurs de chaux échangeable en proportions satisfaisantes, ce sont le plâtre d'abord dont l'action particulière en sol sodique a été soulignée et qui donne aussi en sols acides une bonne proportion de chaux échangeable.

La cyanamide est aussi un excellent agent de recalcification, comme l'a démontré lumineusement VINCENT ; toute sa chaux serait fixée par le sol et la cyanamide libérée ( $\text{CN}_2\text{H}_2$ ) évoluerait vers l'urée et les formes ammoniacales.

Les scories qui contiennent de la chaux libre et de la chaux combinée aux phosphates donnent, suivant leur fabrication, environ 50 % de leur chaux susceptible d'être échangée.

Dans ces trois produits, le premier, le plâtre est essentiellement recalcifiant, les deux autres pouvant être à la fois alimentaires et recalcifiants.

Le cas des phosphates de chaux naturels, si communs en Afrique du Nord, serait particulièrement intéressant. Leur étude à ce point de vue a été faite par VINCENT, de Quimper, qui a conclu à leur action positive en sols acides et a chiffré à 2 % environ de leur teneur en chaux la valeur de la chaux échangeable. De même la faible proportion de chaux échangeable (1,3 %) fournie par les superphosphates est une explication à leur action et une opposition formelle à ceux qui pourraient les taxer d'acidifiants.

Le cas du nitrate de chaux est controversé ; VINCENT a trouvé que le nitrate de chaux donnait en solution de la chaux qui n'était pas échangeable. Par contre, dans des essais personnels, j'ai trouvé qu'il amenait une fixation de chaux échangeable que j'ai évalué à environ 2,4 %. Il serait du reste étrange qu'il puisse en être autrement.