

# Efficacité de la roche phosphatée de Matongo au travers d'un compostage sur une culture de pomme de terre sur un sol acide de Rabi (Burundi)

C. Van den Berghe, P. Kakana, P. Sota & J.B. Rwigema\*

Keywords: Phosphatic rock Matongo - Composting - Potatoes - Mugamba

## Résumé

Dans le cadre de la coopération entre le Projet CVHA (Cultures Vivrières de Haute Altitude) et le Programme FAVA (Fertilisation des Agro-systèmes Vivriers d'Altitude) de la Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi, les effets de la roche locale phosphatée de Matongo sur la qualité du compost ont été comparés à ceux du phosphate diammonique ajouté dans les compostières à Rabi dans le Sud du Mugamba.

Les essais sur pomme de terre ont montré l'équivalence de ces deux sources de phosphore quand le compost enrichi est ajouté à la dose de 20 t/ha.

L'utilisation de cette roche phosphatée présente un intérêt particulier des points de vue agronomique et économique.

## Summary

In the frame of the Cooperation between the CVHA (Cultures Vivrières de Haute Altitude) Project and the Program of Fertilisation of the Agro-systems on Altitude (FAVA) of the Faculty of Agricultural Sciences in Burundi, the local phosphatic rock from Matongo has been compared to diammonium-phosphate when added in the composting process.

The field trials with potatoes have shown that both phosphate sources have the same fertilizing value when the enriched compost was applied at the dose of 20 t/ha.

It is very interesting from agricultural and economical viewpoint to use this phosphatic rock in combination with compost.

## 1. Introduction

Le mélange d'une roche phosphatée avec de la matière organique brute offre une possibilité de solubiliser le phosphate par les acides organiques qui se forment au cours du compostage et d'enrichir de la sorte le compost en calcium et en phosphore. (4)

Ce phénomène se produit aussi naturellement dans le sol où les phosphates difficilement solubles peuvent entrer en solution par addition de matière organique. Cet effet de solubilisation des substances humiques sur le phosphore est dû à la formation de complexes acide fulvique-métal-phosphate (3, 11, 16, 19).

Le but de cette étude est de comparer dans la région naturelle du Mugamba les effets d'un phosphate soluble (le diammoniumphosphate ou DAP) et d'un phosphate local difficilement soluble (la roche phosphatée de Matongo ou RPM) quand ajoutés au processus de compostage, sur le rendement de pomme de terre sur sols acides de Rabi ainsi amendés.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Localisation des essais

Ces essais de compostage et d'application sur pomme de terre sur le terrain ont été conduits à la station de Rabi dans le Nord du Mugamba.

### 2.2. Le climat

Le climat est tropical d'altitude avec une saison pluvieuse de 9 mois et une saison sèche de 3 mois, il correspond au type Cw de la classification de Köppen. Ses caractéristiques (précipitation, température) pour l'année culturale (9) sont données aux tableaux 1 et 2.

**TABEAU 1**  
Caractéristiques physico-chimiques du sol en station de Rabi à Campazi

még/100g	rapports	%		még/100g		
Ca 0.74	Ca/Mg	4.67	N	0.33	Al <sup>3+</sup>	5.08
Mg 0.26	Mg/K	1.99	C	3.31	H <sup>+</sup>	1.40
K 0.15	Ca+Mg/K	7.49	m	68.82	Ac tot	6.48
Na 0.04	Na/Ca	0.06	v	17.37	CEC	15.98
S 1.19	C/N	10.63	v eff	55.51	CEC eff	7.67

**TABEAU 2**  
Précipitations et températures moyennes mensuelles  
2a. Précipitation moyenne mensuelle  
Campazi-Muruta (Munanira)

	J91	A	S	O	N	D	J92	F	M	A	M	J
mm*	0.6	2.4	78.1	267.6	174.7	144.7	126.0	125.1	243.1	269.0	126.7	27.6
mm**	9.3	32.0	96.1	142.6	186.9	159.4	154.1	141.8	198.7	260.3	138.8	15.7

\*: Année 91-92.

\*\* 1963-1991.

\*Programme FAVA/BM/Volet FAGAGRO. B.P. 143 Bujumbura Burundi.

Reçu le 02.03.93 et accepté pour publication le 20.09.93.

**2b. Température moyenne maximale (TM °C) et minimale (Tm °C)**

	J91	A	S	O	N	D	J92	F	M	A	M	J
TM °C	20.0	23.4	23.2	20.7	20.7	21.1	22.0	22.1	22.3	21.6	20.8	21.1
Tm °C	12.8	14.2	14.4	12.8	13.5	13.6	14.2	14.1	14.3	14.1	13.8	13.8

Le compostage a été conduit d'août 1991 à fin janvier 1992 en vue d'une culture de pomme de terre s'étendant de février à juin. Pendant cette période les précipitations (1585,6 mm) ont correspondu aux précipitations moyennes des 28 années considérées (1535.7 mm).

Du point de vue des températures (< 20°C), la région étudiée est apte à la culture de la pomme de terre (2).

**2.3. Les sols**

Les sols étudiés correspondent à des Ferralsols humifères dans la classification INEAC et à des Kandistox typiques (Haplustox) dans la classification du Soil Taxonomy (17). Ils se caractérisent par une texture fine à très fine (17).

Les sols sont analysés suivant (7) et les caractéristiques physico-chimiques des sols sont données au tableau 3. Dans ce tableau les symboles V, V eff, CEC, CEC eff, m sont définis respectivement comme:

\*V = S/CEC x 100 avec V, S et CEC le taux de saturation en bases, somme des bases échangeables et la capacité d'échange cationique.

\*V eff = S/CEC eff x 100 avec V eff, CEC eff le taux de saturation effectif en bases, la capacité d'échange cationique effective.

\* m = Al éch/S + Al éch + H avec m l'indice de Kamprath.

**TABLEAU 3****Composition chimique de la roche de Matongo (IFDC)  
(en % de l'échantillon total)**

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> eau sol.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> citr sol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ac libre	H <sub>2</sub> O	S	CaO	F	K <sub>2</sub> O
37.9	-	1.6	-	0.1	<0.1	47.5	3.2	1.1
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	Cl ppm	CO <sub>2</sub>	C org	LOI %
4.0	2.2	1.0	0.1	0.1	60	0.3	<0.1	1.3

LOI: pertes au feu.

Le sol de Rabiro est très pauvre en bases échangeables. Le rapport Ca/Mg est normal à optimum alors que les rapports Ca+Mg/K et Mg/K montrent certains déséquilibres. Le rapport C/N est bas, le taux de N est très bon et la capacité d'échange cationique est moyenne, ainsi que le taux de

saturation en bases est très faible (15). Le sol est carencé en P-Bray-1 (6) et présente un indice de Kamprath (12) indicateur d'un signe de toxicité (m > 45) avec un pH eau très acide (15).

**2.4. La roche phosphatée de Matongo**

La composition chimique de la roche de Matongo est donnée au tableau 4.

**2.5. Le compostage**

Le compostage a été conduit en fosse; ces fosses de 2x1x1 m couvertes par une toiture étanche sont installées et imperméabilisées avant le chargement à la base par une nappe de polyéthylène couverte d'une couche de 10 cm de branches. Cinq compostières ont ainsi été installées en utilisant la biomasse locale (80% de cypéracée et 20% de sétaria et autres herbes de marais), celle-ci étant coupée en pièces de 10 cm maximum et ajoutée au fur et à mesure que la décomposition avance. Deux bâtons de 7,5 cm de diamètre mis à deux endroits de la compostière sont remués de temps en temps pour assurer l'aération. Le retournement de la biomasse est exécuté à deux et à six semaines.

La méthodologie du compostage appliquée est bien expliquée par (1).

Les traitements ont été les suivants:

1. Compost sans engrais (NT)
2. Compost traité avec 2.5 kg de DAP (18-46-0). (DAP, 0,5)
3. Compost traité avec 5.0 kg de DAP (18-46-0). (DAP, 1,0)
4. Compost traité avec 3.0 kg de RPM (39% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-quantité de P équivalente au DAP) et 0.5 kg d'urée (46% N-quantité N comme le DAP). (RPM 0,5)
5. Compost traité avec 6.0 kg de RPM et 1 kg d'urée. (RPM 1,0).

Les teneurs du DAP sont de 18% N et de 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Au total, 4 kg de sol et 5 kg de compost mûr ont été ajoutés au compost au début du chargement. Tous ces intrants sont ajoutés par couche de 25 cm en 4 fractions.

La température a été mesurée à 4 endroits différents chaque semaine.

Après 5 mois, le compost a été récolté, pesé et analysé en triple (3 échantillons par compostière) suivant les méthodes d'analyse de l'ISABU (8).

**TABLEAU 4****Caractéristiques physico-chimiques des composts récoltés en station de Rabiro**

Traitement	MS %	pH H <sub>2</sub> O	% MS				mg/kg		kg	C/N	N/P		
			C	N tot	P2O5	K2O	CaO	MgO				N/NH4	N/NO3
NT	19,40	7,1	28,57	1,04	0,51	1,00	0,78	0,79	73,6	24,1	764	27,7	2,1
DAP 0,5	24,23	7,5	26,35	1,40	0,97	0,88	0,79	0,76	178,0	61,9	886	19,1	1,4
DAP 1,0	30,97	7,7	21,27	2,38	2,09	0,92	0,80	0,84	330,0	137,4	928	8,9	1,1
RPM 0,5	19,60	7,2	28,15	1,30	0,84	0,87	1,79	0,77	150,1	46,4	860	21,9	1,5
RPM 1,0	30,11	7,6	23,61	2,23	1,84	0,88	2,45	0,78	315,1	118,5	909	10,6	1,2

CR: Compost frais récolté

NT: Compost non traité

Les résultats des analyses physico-chimiques du compost sont présentés au tableau 5.

**TABLEAU 5**

**Rendements de pommes de terre (t/ha) et nombre de plants/h (\*) à Rabiro**

Traitement	t/ha			
	Rep 1 (*)	Rep 2	Rep 3	Moyenne corrigée
O	2.232 (25000)	3.750 (25000)	1.833 (24107)	3.050a
NT	4.357 (25000)	3.125 (25000)	5.568 (25000)	4.360a
DAP 0,5	6.428 (25000)	5.357 (24107)	7.154 (25000)	6.760b
DAP 1.0	10.268 (25000)	8.482 (24107)	4.017 (21429)	9.810c
RPM 0,5	6.250 (25000)	4.464 (23214)	5.357 (25000)	6.250b
RPM 1,0	6.339 (25000)	6.429 (25000)	8.928 (25000)	7.230b

La matière sèche du compost est trop faible (opt. 40-50%), le rapport C/N est adéquat pour le DAP1 et la RPM1 (opt. 8-15), le rapport N/P est faible (opt 2-5), et la teneur en  $P_2O_5$  approche 2,29% comme recommandée par (13). Les teneurs en  $K_2O$ , CaO et MgO sont adéquates et respectivement > 0,60%; > 0,15% et > 0,15%.

#### 2.6. Installation des essais

Les 5 composts ont été appliqués sur pomme de terre (variété Ndinamagara) à une dose de 20 t/ha avec 3 répétitions, ce qui donne 18 (inclus les témoins) parcelles de 4 m x 4 m par bloc. L'écartement de la pomme de terre est de 80 x 50 cm et les amendements, compost et calcaire (4000 kg/ha ou la moitié de la dose de Kamprath (10) calculée suivant l'équation: 1.5 méq Al pour 1 méq(Ca+Mg), dosant 43,93% CaO et 16,45%

MgO) ont été appliqués dans des poquets. Une couche mince de sol sépare les semences du compost. Au moment de la tubérisation 100 kg  $K_2SO_4$ /ha ont été appliqués.

L'analyse de la covariance (en tenant compte du nombre de plants/ha) suivi par le "multiple range test" de Duncan pour la comparaison des moyennes ont été appliqués.

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Etude de la température

La figure 1 montre l'évolution de la température dans les différentes compostières pendant la période du 15.11.91 au 19.3.92. Pour tous les composts le maximum de température est atteint après 6 semaines, mais à des niveaux supérieurs pour les compostières traitées avec des sources en phosphore.

#### 3.2. Etude des rendements

Les rendements et l'analyse statistique sont donnés dans les tableaux 6 et 7

L'effet "traitements" est hautement significatif.

Il n'y a pas de différence significative (0,05) entre le 0 (témoin sans apport) et le NT d'un côté et le DAP 0,5, RPM 0,5 et le RPM1 de l'autre côté. Le DAP1,0 est significativement supérieur aux autres sources (0,05).

A faible dose, le RPM peut remplacer le DAP comme source de phosphore dans la compostière quand appliquée sur la

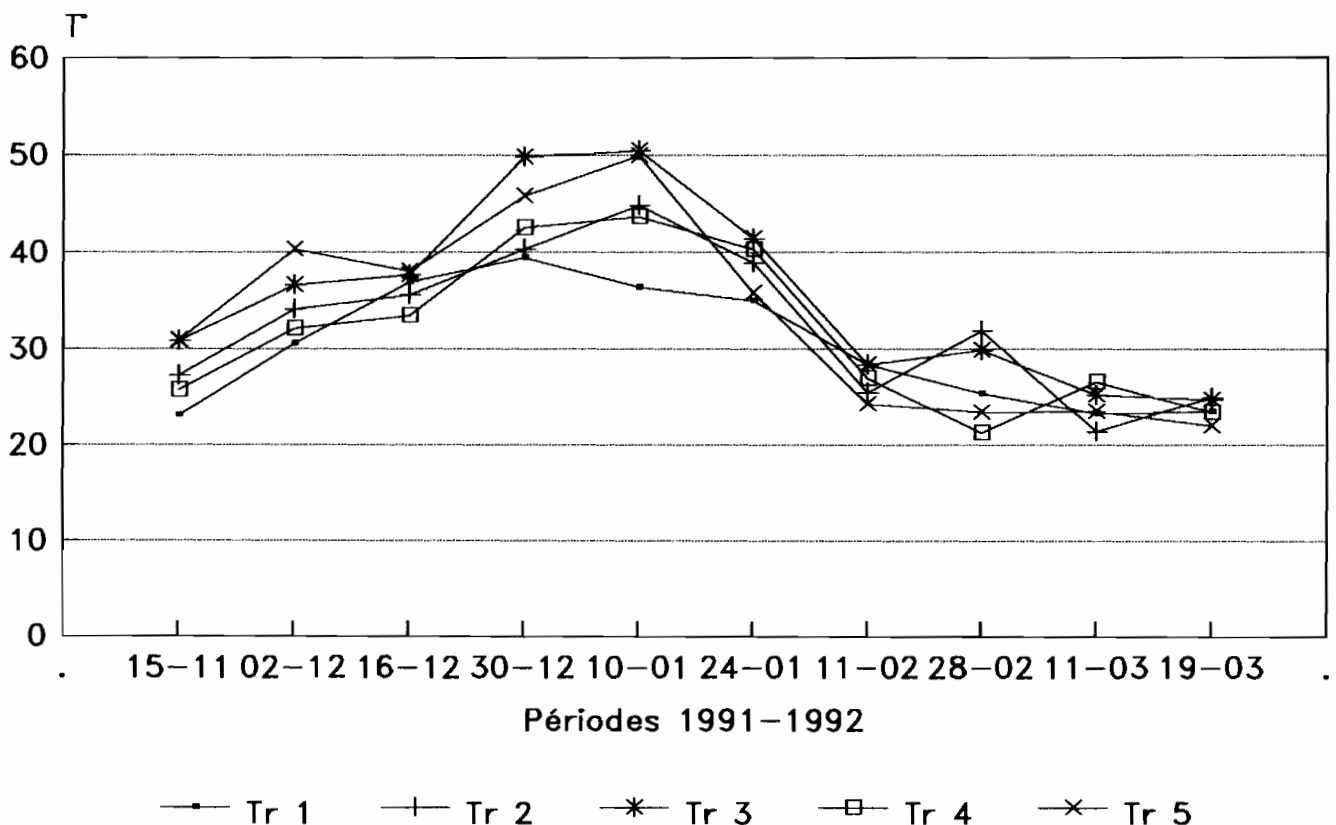


Fig. 1: Evolution de la température dans les compostières à Rabiro.

pomme de terre sur ce sol acide de la station de Rabi-ro à Campazi. L'effet de la solubilisation du phosphore de la roche de Matongo par les acides organiques est encore à démontrer.

**TABLEAU 6**  
**Analyse de la covariance**

Source	d.l.	s.c.	s.c.m.	F
Traitements	5	70,83	14,17	14,50**
Erreur	11	10,75	0,98	
Total	16	81,58		F (5,11) 5%: 3,20 1%: 5,32

$$ppds = t(11) 0,05 \times V \frac{2s^2}{r} = 1,78$$

	2	3	4	5	6
5%	1,78	1,87	1,92	1,94	1,96
1%					

**TABLEAU 7**  
**Coûts des différents intrants**

	Compost	DAP	RPM	Urée	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Calcaire	Total
NT	20000	-	-	-	-	36000	56000
DAP 0,5	20000	5800	-	-	10000	36000	71800
DAP 1,0	20000	10800	-	-	10000	36000	76800
RPM 0,5	20000	-	138	1200	10000	36000	67338
RPM 1,0	20000	-	264	2400	10000	36000	68464

### 3.3. Etude économique

Les coûts des différents intrants sont présentés au tableau 8. Les quantités de DAP, RPM et urée appliquées à l'hectare à raison de 20 tonnes de compost par ha, sont calculés à partir du compost récolté et la dose mise dans la compostière, tandis que le K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a été appliqué au terrain. Le coût pour le RPM est donné par (12) et celui du compost par (5). Le calcaire a été calculé sur deux années. Le tableau 9 renseigne sur les indicateurs économiques détaillés.

#### Samenvatting:

In het kader van de samenwerking tussen het CVHA project en het FAVA project van de Faculteit landbouw in Burundi werd de bemestingswaarde van het diammoniumfosfaat en de fosfaatrots wanneer toegevoegd tijdens het compostageproces en toegepast op een zure bodem uit de streek van Rabi-ro (Campazi) vergeleken.

De veldproeven op aardappelen toonden aan dat beide fosfaat-bronnen dezelfde bemestingswaarde hebben als de aangerijkte compost toegepast werd bij een dosis van 20 t/ha.

Het is zeer interessant van landbouwkundig en economisch oogpunt om fosfaatrots in combinatie met compost te gebruiken. Verdere proeven zijn aan de gang om deze bevindingen te bevestigen.

De gehalten aan N en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> van DAP zijn resp.: 18% N en 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Les coûts par kg sont:

Compost	1 FBU/kg
DAP	100 FBU/kg
RPM	2 FBU/kg
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100 FBU/kg
Calcaire	18 FBU/kg

et le prix de pomme de terre de 40 FBU/kg. (1 FBU: 1 franc burundais).

Il ressort de cette étude économique que le revenu net est positif pour tous les traitements sauf le témoin. Le compost traité avec le DAP 0,5, le DAP 1,0 et le RPM 1,0 ont un rapport valeur/coût (V/C) supérieur à 2. Le revenu net et le V/C pour la roche de Matongo sont intéressants.

**TABLEAU 8**  
**Indicateurs économiques pour l'essai de comparaison de RPM et de DAP dans la compostière**

Traitement	Rdt moyen t/ha	Augm. Rdt kg/ha	Valeur FBU/ha	Coûts tot. FBU/ha	Revenu net FBU/ha	V/C
Témoin	3,05	-	-	-	-	-
NT	4,36	1310	52400	56000	-3600	0,93
DAP 0,5	6,76	3710	148400	71800	76600	2,07
DAP 1,0	9,81	6760	270400	76800	193600	3,52
RPM 0,5	6,25	3200	128000	67338	60662	1,90
RPM 1,0	7,23	4180	167200	68464	98736	2,44

### 4. Conclusions

Les résultats montrent que la RPM appliquée dans la compostière permet d'avoir un fertilisant comparable à celui complété avec le DAP comme source de phosphore voire même plus riche en calcium au moins à doses modestes.

Plusieurs essais en milieu paysan sont déjà en cours.

### Références bibliographiques

1. Dalzell H.W., 1987. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. FAO soils bulletin 56. 176 pp.
2. FAO 1978. Report on the agro-ecological zones project. Vol 1. Methodologie and results for Africa. World Soil Resources Report 157 pp.
3. Fokin A.D., Sinha M.K., 1969. Interaction of phosphate with soil humic substances. Izvestia, Timiryazev Acad. Agric. Sc. 4.
4. Gueye F., Gany F., Truong B., 1986. Elaboration d'un compost enrichi en phosphore par le phosphate naturel de Taïba. Etude agronomique Sem. Amélior. Biol. Fert. sols. 19-25 mars, 1986, Dakar, Sénégal.
5. Huyez M., 1988. Rapport de mission d'appui au service Recherche-Développement de la SRD Kirimiro, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage.
6. IFDC 1985. Fertilizer Research Program for Africa: The fate, sources and management of nitrogen and phosphorus fertilizers in Sub-Saharan Africa. International Fund for Agricultural Development, 132 pp.
7. Isabu 1986a. Analyse des sols 1-4. Fiches labo 010-012. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. Bujumbura.
8. Isabu 1986b. Analyse des végétaux et des aliments. Modes opératoires. Fiche labo 006. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.

9. Isabu 1992. Rapport annuel de l'Isabu/Munanira 1991-1992.
10. Kamprath E.J., 1970. Exchangeable Aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 24: 252-254.
11. Levesque N., Schnitzer M., 1967. Organo-metallic interactions in soils: 6. Preparation and properties of fulvic acid-metal phosphates. *Soil Sci.* 103: 183-190.
12. Mackay, Schnellman Ltd., 1991. Etude de la faisabilité pour le projet pour la production d'engrais phosphatés des gisements de phosphate de Matongo. Hydro Agri International Licencing Ltd, Levington Research Station, Ipswich, Grande Bretagne, 87 pp.
13. Mustin M., 1987. Le compost - gestion de la matière organique. Editions François Dubusq, Paris, 954 pp.
14. Opdekamp L., 1981. Aptitudes des sols sur bassin de Kayongozi. Isabu, Bujumbura, 65 pp.
15. Orstom 1988. Normes d'interprétation du laboratoire d'agro-pédologie. Agonkonmey, R.P., du Bénin, 9 pp.
16. Sinha M.K., 1972. Organo-metallic phosphates: 4. The solvent action on fulvic acids on insoluble phosphates. *Plant Soil* 37: 457-467.
17. Sottiaux G., 1980. Carte des sols du Burundi au 1/250000. Isabu, Publication AGCD, Bruxelles.
18. Van den Berghe C., Sota P. & Mujawayezu A., 1992. Etude de la fertilisation intégrée en milieu paysan dans la région naturelle du Mugamba (Burundi). *Tropicultura*, 10, 1, 7-14.
19. Weir C. & Soper R., 1963. Interaction of phosphates with ferric organic complexes. *Canad. J. Soil Sci.* 43: 393-399.

C.H. Van den Berghe, Belge, Dr. Ir (Lille, Gent), Chef de Projet FAVA/BM/FACAGRO. Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi.

P. Kakana, Burundais, Ingénieur Agronome, Faculté de Sciences Agronomiques du Burundi.

P. Sota, Burundais, Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi, Chercheur du Projet FAVA/BM/FACAGRO.

J.B. Rwigema, Rwandais, Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi, Chercheur du Projet FAVA/BM/FACAGRO.

## Ecole d'Architecture de Grenoble

### CERTIFICAT D'ETUDES APPROFONDIES EN ARCHITECTURE DE TERRE

Janvier - Décembre 1995

Le Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture de Terre est une formation de troisième cycle sanctionnée par un diplôme délivré par l'Ecole d'Architecture de Grenoble sous tutelle du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

#### Organisation des études (durée: 1 an)

Enseignement à temps plein de janvier à juin 1995.

Volume horaire: 170 heures d'enseignement théorique; 90 heures de travaux dirigés; 200 heures de travaux pratiques. Travail de recherche personnel de juillet à décembre 1995.

#### Programme

L'enseignement est structuré autour de huit modules traitant chacun d'un thème particulier:

1. Architectures de terre: histoire et patrimoine
2. La terre, matière première
3. Stabilisation et protection de surface
4. Techniques de production et construction
5. Blocs de terre comprimée
6. Arcs, voûtes et coupoles
7. Habitat économique
8. Comportement thermique d'un édifice

Ces modules sont complétés par cinq semaines d'applications pratiques permettant d'approfondir des connaissances opérationnelles:

- Montage et organisation d'unités de production
- Dispositions constructives et conception architecturale de l'habitat économique
- Pratiques de chantier en atelier.

#### Conditions d'admission

La CEAA-Terre est ouvert aux titulaires d'un diplôme d'architecte, d'ingénieur ou d'un diplôme donnant accès à un troisième cycle universitaire. Une fiche d'inscription, obtenue auprès du secrétariat, devra être renvoyée avec un dossier complet comprenant:

- une copie du diplôme requis pour cette formation,
- une lettre de candidature précisant les motivations, présentant éventuellement des activités professionnelles antérieures dans le domaine de la construction en terre et exposant les projets ou intentions de travail,
- un exemplaire du mémoire de fin d'études et autres documents utiles à la sélection.

Une bonne maîtrise de la langue française est exigée.

Les dossiers doivent parvenir à l'Ecole d'Architecture de Grenoble **avant le 30 mai 1994**. Les candidats sont sélectionnés sur dossier par un jury d'enseignants et de chercheurs. Les résultats de cette sélection seront communiqués en juin 1994. Les candidats retenus doivent alors confirmer leur inscription avant la fin juillet 1994. La capacité d'accueil est de 15 étudiants par promotion.

Les droits d'inscription s'élèvent à 6.300 FF; ils comprennent les cours et les frais liés aux travaux pratiques en atelier.

**CRATerre-EAG**

**Dessin-Chantier**

CEAA-Terre / 60 avenue de Constantine / BP 2636 / 38036 Grenoble Cédex 2 / France  
Téléphone (33) 76 40 14 39 - (33) 76 40 66 25 - Télécopie (33) 76 22 72 56 - Télex 308 658