

Contribution des Polymères dans l'amélioration des caractéristiques mécaniques des chaussées en terre au Mali

Cheick Oumar DIALLO¹, Moussa TAMBOURA², Boubacar COULIBALY¹,
Anna M. MIKHAILOVA²

*¹Centre National de Recherche et d'Expérimentation en Bâtiment et Travaux Publics
(CNREX - BTP), Mali*

*²Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences, des Techniques et
des Technologies de Bamako (FST-USTTB), Mali*

INTRODUCTION

Un matériau est apte à être utilisé dans les travaux routiers s'il satisfait à une multitude de conditions fixées par des guides et référentielles techniques tels que les valeurs limites imposées sur la limite de liquidité, l'indice de plasticité, les pourcentages des fines et des matières organiques ou encore une valeur minimale d'indice CBR[1]. Les matériaux qui ne satisfont pas ces conditions doivent subir une amélioration [2]. Cette amélioration est effectuée généralement par la stabilisation des sols. La stabilisation est faite soit de manière physique et/ou mécanique lors de laquelle la densité du sol est augmentée, soit par voie chimique où les particules du sol mélangées aux produits chimiques établissent des

liaisons chimiques avec ces derniers. Souvent, les deux types de stabilisations sont sollicités pour l'obtention des propriétés désirées des sols [2, 3]. Si la stabilisation mécanique réalisée à l'aide des équipements standards de compactage en densification in situ et en jointoiment améliore la résistance et la capacité portante (la portance) du sol [4, 5], elle reste néanmoins insuffisante ou économiquement peu rentable [2]. Ainsi, la stabilisation chimique est sollicitée. La stabilisation chimique d'un sol étant fonction de sa composition chimique (oxydes de silicium, d'aluminium, de fer, de calcium, etc.) [6], la chaux et le ciment sont les produits les plus utilisés [7]

Dans cette étude, le CNREX-BTP en partenariat avec l'université de Bamako, a effectué une série d'expériences sur l'efficacité réelle de ces polymères commerciaux à améliorer le comportement mécanique des chaussées routières conformément aux instructions des fabricants, dans le but d'émettre des avis techniques indispensables aux utilisateurs éventuels (bureau d'études, entreprises, et donneurs d'ordres, etc.) sur la base de résultats clairs permettant à chacun de fonder son opinion en toute connaissance de cause d'une part, et d'élaborer un document servant d'archives dans le domaine d'autre part.

Quatre types de sols ont été choisis pour l'expérimentation .

Après l'identification et la classification des différents échantillons de sols selon HRB, des éprouvettes de sols ont été moulés de façon suivante :

Moulage des éprouvettes de sol sans polymère à des énergies de compactages différentes (douze coups, vingt-cinq coups et cinquante-cinq coups) à la teneur en eau optimum du Proctor modifié.

Moulage des éprouvettes de sol avec polymère à des énergies de compactages différents (douze coups, vingt-cinq coups et cinquante-cinq coups). Le dosage en polymère dilué est égal à la quantité de la teneur en eau de l'optimum Proctor modifié.

Le comportement thermique des échantillons de polymère a été étudié par la thermogravimétrie. La figure 1 qui illustre la courbe thermogravimétrique (TG) et la dérivée (DTG) du POMLRM montre trois stades de décomposition. La perte de 2,22% en poids du polymère au premier stade correspond probablement à l'évaporation des solvants, de l'eau, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfureux[23]. L'évaporation des corps les moins volatils correspond au deuxième stade de décomposition lors de laquelle 12,7% du polymère se décomposent. A ce stade, le polymère résiste jusqu'à 160°C. 14,95% du polymère se décompose au troisième stade qui prend fin à 500°C. Le poids résiduel après la pyrolyse est de 71,34%. Le polymère est stable jusqu'à 250°C (15% de perte de poids)

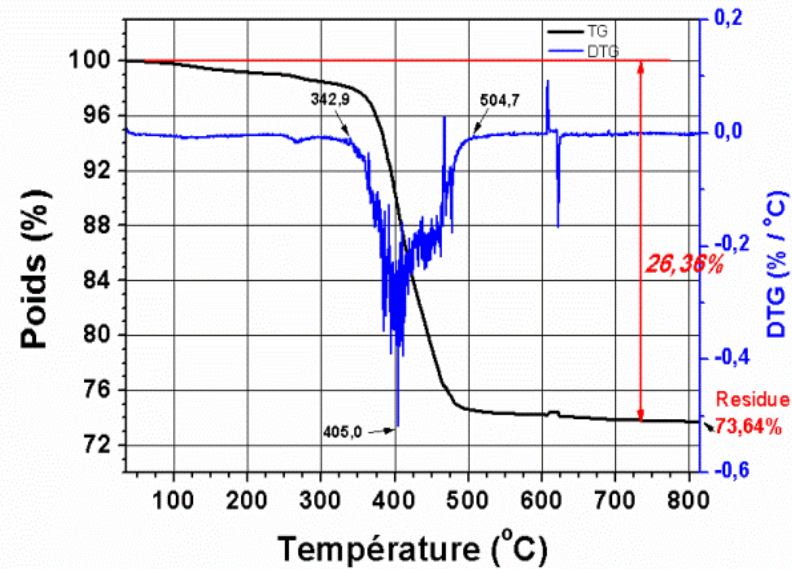


Figure 1 : Courbes TG et DTG du polymère POMLRCM chauffé à 10°C/min dans l'argon

Les Tableaux 2, 3 et 4 illustrent respectivement l'identification et la classification des sols, la teneur en eau et en polymère dilué des sols et les résultats des essais à la compression.

Tableau2 : Identification et classification des échantillons de sols utilisés pour l'expérimentation

N° ECHANTILLON	GRANULOMETRIE		LIMITES D'ATTERBERG		Classification HRB	NATURE DU SOL
	Refus au tamis de 20mm	Passant au tamis de 80	LL	IP		
1	0	-	-	-	-	Latérite
2	0	89.1%	29	13	A-6 (9)	Argile
3	0	65.7%	26	10	A-4 (8)	Sol fin rouge
4	0	-	-	-	-	Sable fin concassé

Tableau3 : Teneur en eau et en polymère dilué de moulage des échantillons de sols :

Désignation	Latérite	Argile	Sol fin rouge	Sable concassé
Teneur en eau de moulage du matériau	10.6%	13.4%	7.75%	
Teneur en polymère dilue	10.6%	13.4%	7.75%	7%

Tableau4 : résultats d'essais de compressions

DESIGNATION	Diamètre (cm)	Hauteur (cm)	Poids (g)	Volume (cm ³)	Densité (g/cm ³)	Section (cm ²)	Effort (daN)	Contrainte de rupture (bars)
Latérite avec produit 55coups	15.171	11.621	4515	2100.537	2.15	180.76	6020	33.30
Latérite avec produit 25coups	15.180	11.665	4415	2111.113	2.09	180.97	5270	29.12
Latérite avec produit 12 coups	15.181	11.676	4121	2113.354	1.95	181.01	3830	21.16
Latérite sans produit 55 coups	15.179	11.555	4459	2091.054	2.13	180.97	2060	11.38
Argile avec produit 55coups	14.897	11.229	3685	1957.141	1.88	174.29	6270	35.97
Argile sans produit 55coups	14.776	11.178	3723	1916.616	1.94	171.47	5080	29.63
Sol fin rouge avec produit 55 coups	15.168	11.680	3906	2110.366	1.85	180.69	2160	11.95
Sol fin rouge avec produit 25 coups	15.209	11.702	3699	2126.002	1.74	181.67	1390	7.65
Sol fin rouge avec produit 12 coups	15.281	11.653	3575	2137.192	1.67	183.40	1010	5.51
Sol fin rouge sans produit 55 coups	15.233	11.678	3920	2128.189	1.84	182.24	500	2.74
Sol fin rouge sans produit 25 coups	15.221	11.678	3707	2124.930	1.74	181.96	470	2.58
Sable fin concassé avec produit 55 coups	15.247	10.997	4075	2008.006	2.03	182.59	4620	25.30
Sable fin concassé sans produit 55 coups			moulage impossible				0	0
Superposition argile, sable fin avec produit 55 coups	15.204	10.997	3861	1996.609	1.93	181.55	5540	30.51

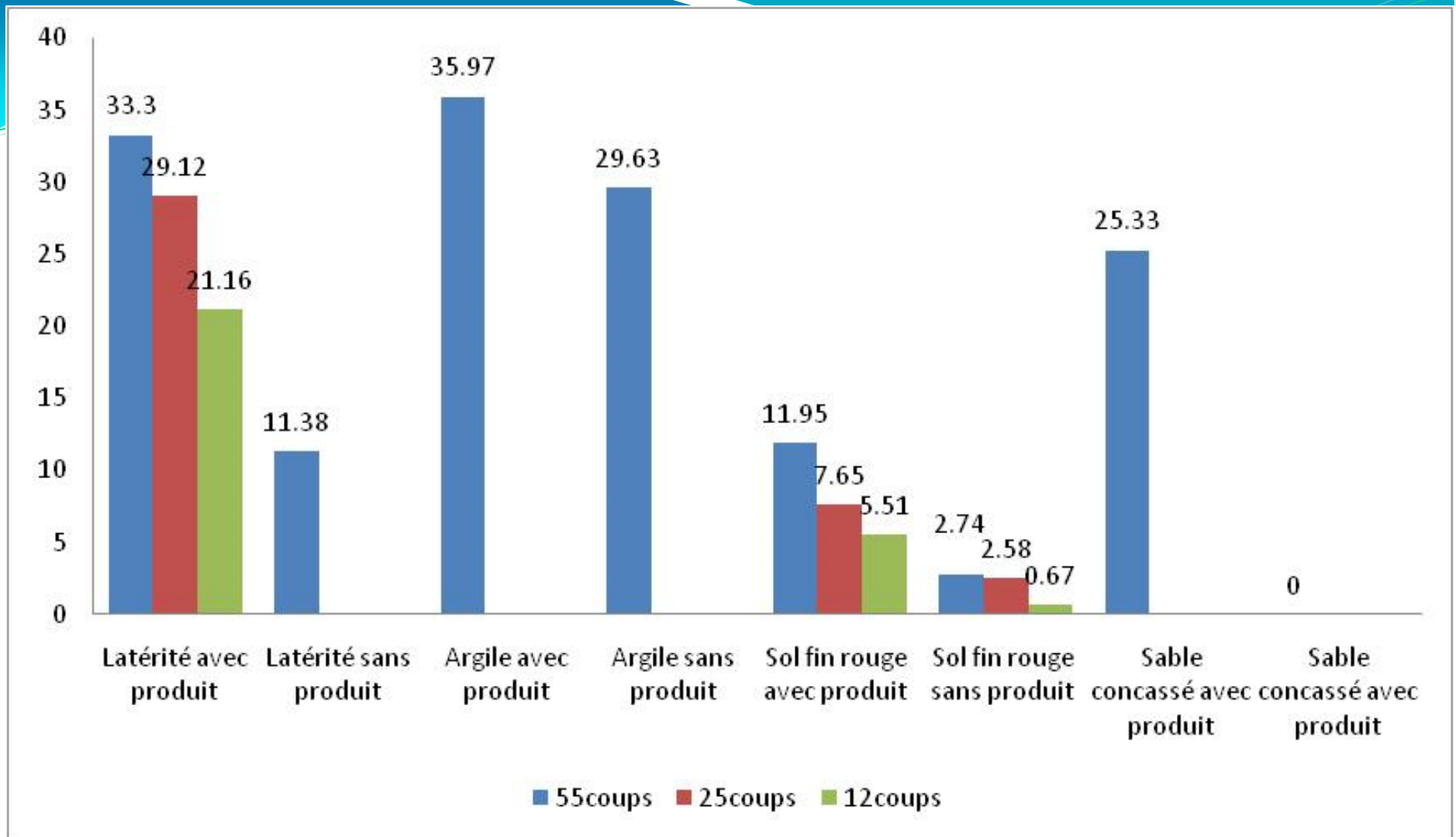


Figure 2 : Illustration graphique des test de compressions

Il est à noter que le sable fin concassé n'a pas pu être moulé à l'état naturel. Cela s'explique par le fait qu'il est non cohérent. Les échantillons de latérite et d'argile n'étaient pas en quantité suffisante pour le moulage des séries de six éprouvettes. L'analyse des résultats du Tableau 4 montre une augmentation de la résistance à la compression simple des différents matériaux avec l'utilisation des produits polymères POMLATS. Cette augmentation est surtout marquée pour des énergies de compactage élevée (55 coups). Elle est de 192% pour la latérite; 121% pour l'argile; 336% pour le sol fin rouge. Pour le sable fin concassé la résistance passe de zéro à 25 bars avec l'utilisation du produit.

La plage de valeur de la résistance à la compression simple imposée par le guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux est fixée entre 18bars et 30 bars pour la stabilisation au ciment. Cette valeur de résistance est atteinte pour trois des quatre types de sol étudiés.

POMLRCM

Tableau6 : influence d'ascension capillaire :

Désignation échantillon	Poids Sec	Poids après 3H	Poids après 6H	Poids après 24H	Poids après 48H	Poids après 72H	Poids après 144H
	14/10/2014 à 11H:00mn n	14/10/2014 à 14H:00mn	14/10/2014 à 17H:00mn	15/10/2014 à 11H:00mn	16/10/2014 à 11H:00mn	17/10/2014 à 11H:00mn	20/10/2014 à 11H:00mn
O	4691	4616	4653	2258	1685	485	0
R	4606	4695	4710	4742	4800	4832	4847
RM	4460	4574	4599	4624	4708	4711	4713

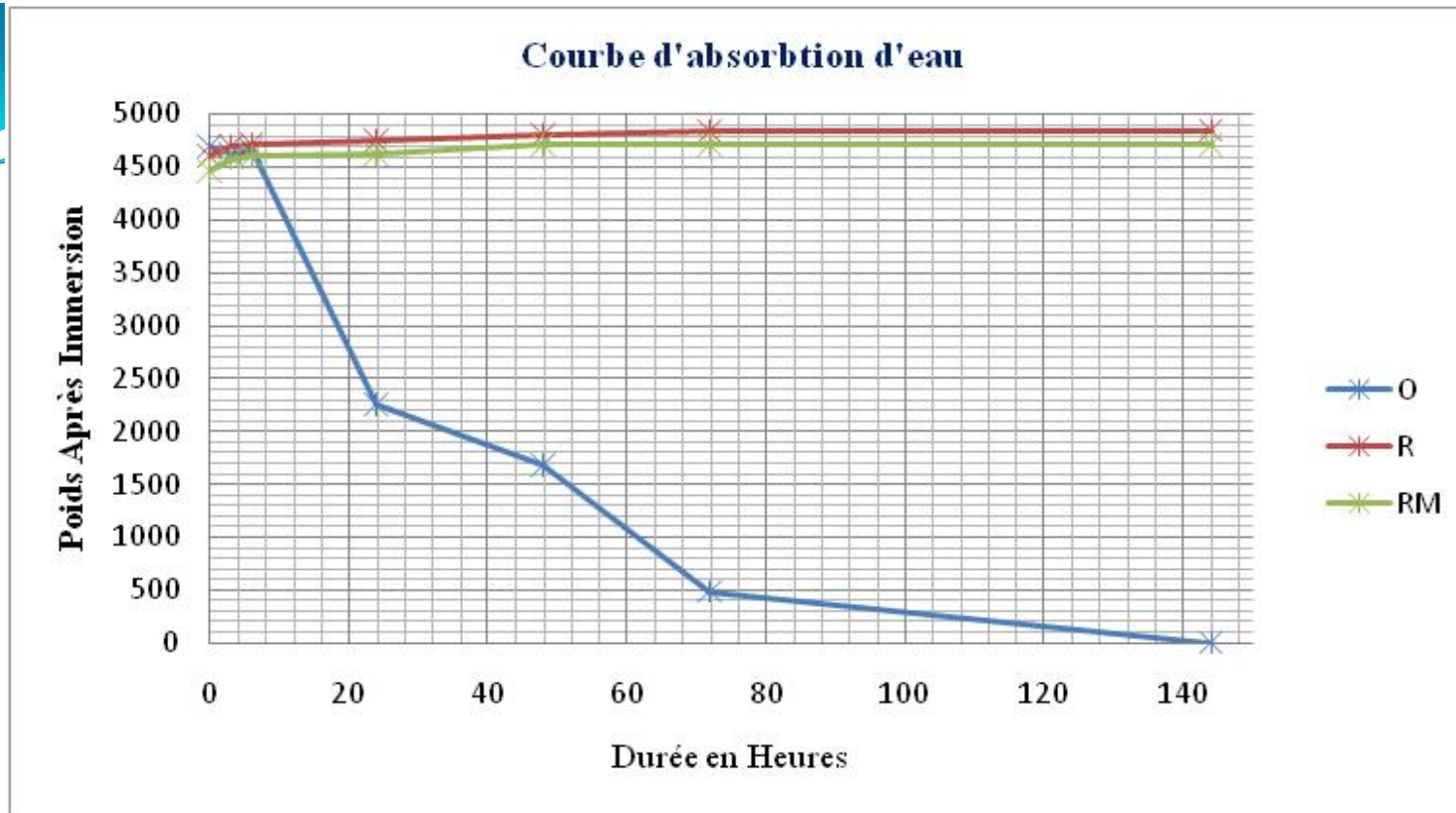


Figure 3: Courbe d'influence de remonté capillaire

Les échantillons moulés avec les doses normales (R) et maximale (RM) de POLRCM s'opposent à l'ascension capillaire. Ce qui est marqué par une faible augmentation du poids de l'échantillon au cours de l'expérience (courbes R et RM) comme l'indique la Figure 2.

L'échantillon n'ayant pas été l'objet de traitement (O) se détruit progressivement à cause de l'ascension capillaire. Cela se traduit par une perte de poids observée sur la courbe (O) de la Figure 2. Cette perte continue jusqu'à la destruction totale de l'échantillon.

Tableau6 : Evolution du CBR en fonction du dosage en polymère

Désignation échantillon	O	R	RM
Indice CBR	30.61	42.19	69.12

Les résultats de ce tableau nous montre une nette amélioration de la valeur d'Indice CBR et cela en fonction du dosage en produit

Conclusion et perspectives :

Les résultats d'essais de laboratoires effectués sur les trois polymères non toxiques et résistants à la chaleur prouvent effectivement que leur utilisation accroît significativement les propriétés mécaniques des sols dans les travaux routiers. La résistance à la compression est incontestablement améliorée avec l'utilisation de ces produits. Des valeurs élevées de cette propriété mécanique est d'ailleurs primordiale pour la stabilisation des sols. Le caractère imperméabilisant conféré au sol par le POLRCM est nettement mis en évidence par ces expériences. Cette propriété est capitale car il est bien connu que l'eau est l'une des causes principale de la dégradation des routes en terre.

Ces expériences doivent être poursuivies par la réalisation de planches d'expérimentation à grandeur nature sur différents types de sol, sous différentes conditions climatiques et sous l'influence de trafics variés afin de pouvoir se prononcer sur d'autres capacités techniques et sur les avantages économiques de ces polymères.