



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering



THEME :
Production de blocs de terre comprimée traitées avec substances naturelles et caractérisation des propriétés hydriques

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN
INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT**

OPTION : GENIE CIVIL

Présenté et soutenu par

AMZINA SADICK DJALAL

Jury d'évaluation du stage:

Travaux dirigés par :

Ismaïl GUEYE, Enseignant-Chercheur
(Chef UTER-ISM)

et

Raffaele VINAI, Enseignant-Chercheur

Promotion 2010/2011

Dédicaces

Je vous dédie ce travail à :

- ⇒ Mon père SADICK DJALAL qui son effort consenti depuis fort longtemps a donné aujourd'hui un fruit pour lui et pour toute la société
- ⇒ Ma mère HAPSITA DJALAL qui s'est battue d'arrache pieds pour que je devienne ce que je suis .oh ! mère tu as âprement souffert pour moi et que tu trouves ici l'expression de toute ma gratitude.
- ⇒ Mes frères : SIDICK, MHT, ABDELRAHIM, KHALIL, OUMAR et MHT SALEH
- ⇒ Mes sœurs : SOURAYA, AMIRA et HOUSNA
- ⇒ Mes cousins et cousines

Ce document doit représenter le mémoire que toute la famille attendait avec ardeur

- ⇒ Enfin a mon neveu chéri : FARIS EL-ASSAD

Remerciements

Qu'il me soit permis ici de dire ma reconnaissance à :

- L'administration du 2iE sous le couvert du département dont je dépends ;
- Dr. Ismaila Gueye et Dr. Raffaele Vinai qui ont acceptés de m'encadrer dans ce travail de recherche, pour leur disponibilité, leurs soutiens, Leur promptitude à donner des réponses aux difficultés rencontrées ;
- Monsieur Abdou Lawane GANA, enseignant aux 2iE qui a bien voulu co-encadrer ce travail de recherche, pour sa disponibilité ; sa promptitude à apporter des réponses aux questions posées et son soutien moral ;
- Monsieur Zi MAMADOU, et ainsi que ses personnel, pour leur appui logistique et leur sérieux accordé à la confection des briques
- Monsieur Salif Kabore pour tous ses appuis lors des essais
- M. Koffi Agbévidé KOKOLE, Responsable du Laboratoire de Génie Civil;
- Toute l'équipe du laboratoire de biochimie du 2iE ;
- à tous mes collègues de la promotion.

RESUME

La recherche porte sur l'étude de la vérification des propriétés hydriques des briques en terre comprimée stabilisé d'une part avec d' « eau résiduelle du karité » et d'autre part avec la « décoction de gousse de néré ». En outre, la résistance mécanique et la résistance en flexion ont été vérifiées.

La résistance en compression des échantillons a été faite avec la presse de compression après une cure humide des briques selon les périodes d'essai fixés à 7 et 28 jours. Les mesures de la résistance à la compression étaient faites par la méthode d'écrasement des briques sèche (directement sortie de la conservation) et humides (immersion totale d'environ 2h). Les résistances maximales sèches obtenues par les briques stabilisées au néré est de 2,05MPa, de 1,9MPa de karité et 1,8MPa de témoin.

Par contre ces mêmes échantillons ont été mis à une vérification de la remontée capillaire. Il a été trouvé que la brique gâchée à l'eau résiduelle de karité donne une bonne résistance en contact de l'eau que ceux gâché avec l'eau de néré et le témoin.

La résistance à la flexion a été faite uniquement sur les briques secs après une cure de 28 jours. Il a été remarqué que les briques traité au karité donnent une meilleure résistance à la flexion, soit 0,40MPa pour l'échantillon traité au karité 0,35MPa pour l'échantillon traité au néré et 0,32MPa pour l'échantillon témoin.

Il a été donné en perspectives des études pouvant améliorées la résistance mécanique de BTC en utilisant comme eau de gâchage la décoction de néré ; reprendre l'essai de la remontée capillaire par badigeonnage pour voir comment évolue l'état de la brique.

Mots clés : Briques de terre comprimée, résistance à la compression, résistance à la flexion, remonté capillaire, substance naturels.

ABSTRACT

This research is focused on the verification of water proprieties of compressed bricks stabilized by “Karité residual water”, and by “decoction of cloves of Néré “, the mechanic compressive resistance and the bending resistance of the samples.

The resistance to compression of the samples was done by a press after a humid cure of the bricks according to a test periods fixed from 7 to 28 days. Resistance to compression measures was done by the crushing method of the dry brick (directly after conservation) and humid (after 2 hour total immersion). The maximum dry resistance obtained on bricks stabilized by Néré is 2.05MPa, 1.9MPa of Karité, and 1.8MPa of a reference sample.

Nevertheless, the same samples were put under capillary lift verification. It was found that the brick mixed with residual water of Karité gives a better resistance when it comes to contact with water than those mixed with water from Néré and reference sample.

The resistance to bending was done only on dry bricks after a cure of 28 days. It have been noticed that the bricks treated with Karité give a better resistance to bending.

It has been given in perspectives of studies being able to improved the mechanical resistance of BTC while using like water of wastage the decoction of néré; to take the test of the capillary ascent by distempering to see evolves how the state of the brick.

Keywords: Compressed bricks, resistance to compression, resistance to bending, capillary lift, natural substances.

SOMMAIRE

Dédicaces.....	i
Remerciements	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES ABREVIATION	ix
INTRODUCTION GENERALE	1
1-Contexte.....	1
2- Objectifs de l'étude.....	1
3- Démarche et organisation du travail.....	2
CHAPITRE I : ETAT DE L'ART.....	3
I- La latérite.....	3
1- Définition.....	3
2 - Caractéristiques des latérites.....	3
II- Les Blocs de Terre Comprimée.....	5
1- Définition	5
2- Cycle de production des BTC.....	6
3- Avantages des Blocs de Terre Comprimée (V.HOUBEN et AL, 1994).....	6
III- Stabilisant.....	8
1- Le néré.....	8
2- Le karité.....	9
3- Composition chimique des solutions utilisées	11
IV- Résultats des études des stabilisations obtenues par différents auteurs	12
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES D'ETUDE	14
I-Méthode et technique d'étude.....	14
II-Préparation des traitements	14
III- Application des différents traitements sur les échantillons.....	15
IV- Essai d'identification	16

V- Résultats des essais.....	17
VI- Confection des briques	17
VII- Essai de compression des briques	20
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET INTERPRETATION	23
I- Interprétation de la résistance à la compression.....	23
II-Interprétation de la résistance en compression humide.....	26
III-Interprétation de la remontée capillaire des échantillons.	27
IV-Interprétation de la résistance à la flexion	31
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	33
LISTES DE BIBLIOGRAPHIES	35
ANNEXES.....	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats chimiques des solutions	11
Tableau 2 : Compilation des résultats des BTC stabilisés au ciment et à la chaux.....	12
Tableau 3 : Compilation des résultats des BLT traités au néré et au karité	13
Tableau 4 : Caractéristiques géotechniques des latérites	17
Tableau 5 : Résumé du mode opératoire recommandé et suivi.....	21
Tableau 6: Récapitulatifs de résultats de compression.....	25
Tableau 7: résultat moyenne des différents échantillons	30
Tableau 8: coefficient de dégradation	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : cycle de production des blocs de terre comprimée (V.HOUBEN et AL, 1994)	6
Figure 2 : Arbre de néré et ses gousses	8
Figure 3 : Le karité	10
Figure 4 : Noix de karité	10
Figure 6 : malaxeurs	18
Figure 7 : presses manuelles TERSTARAM	19
Figure 8 : Condition de séchage	20
Figure 9 : presse de compression	20
Figure 10 : Courbe moyenne des résistances en compression à 28 jours de témoin.....	23
Figure 11 : Courbe moyenne des résistances en compression à 28 jours de karité.....	24
Figure 12 : Courbe moyenne des résistances en compression à 28 jours de néré.....	25
Figure 13 : Courbe moyenne des résistances en compression humide de karité	26
Figure 14 : Courbe moyenne des résistances en compression humide de néré.....	27
Figure 15 : Dégradation des échantillons Témoin – Néré – Karité.....	28
Figure 16 : Courbe moyenne des échantillons soumise à la remonté capillaire	28
Figure 17 : Dégradation des échantillons immergés dans différents stabilisants.....	29
Figure 18 : Courbe moyenne des témoins immergé et soumise à la remonté capillaire	30
Figure 19 : portique d’essai universel didactique.....	32
Figure 20 : histogramme de la résistance à la flexion	32

LISTE DES ABREVIATION

BTC : Blocs de Terre Comprimée

BLT : Blocs de Latérite Taillée

Cd : Coefficient de dégradation

CRATerre : Centre international de la construction en terre

Ip : Indice de plasticité

IK :Immergé Karité

IN :Immergé Néré

ITN :Immergé Temoin Néré

ITK :Immergé Temoin Karité

Rc : Remonté capillaire

Rch : Resistance en compression humide

Rcm : Resistance en compression moyenne

TBN :Témoin badigeonné Néré

TBN :Témoin badigeonné Karité

Wl : Limite de liquidité

Wp : Limite de plasticité

γ_d : Densité sèche maximale

INTRODUCTION GENERALE

1-Contexte

Les problèmes que posent les matériaux de construction sont aussi vieux que l'histoire de la race humaine. En effet, l'homme, pour des besoins de sécurité, de confort, a toujours chercher le matériau qui s'adaptera le mieux à son environnement, sans négliger sa qualité, son coût, sa mise en œuvre ainsi que sa disponibilité.

Dans les pays en voie de développement, la demande du logement traditionnel représente 30 à 50% de la population totale. C'est pourquoi l'utilisation des matériaux locaux dans la construction a été une volonté réelle en Afrique depuis plusieurs décennies. Beaucoup de constructions, notamment en Afrique subsaharienne en témoignent encore.

Les sols latéritiques présentent un intérêt particulier pour la fabrication des briques vu leur abondance dans les régions tropicales et subtropicales et leurs qualités parfois très intéressantes.

De nombreuses méthodes de fabrication de briques en terre ont été mises en œuvre en Afrique et particulièrement au Burkina Faso, en milieu urbain et rural. Parmi celles-ci, les procédés de compactage et de stabilisation chimique de la terre par adjonction des stabilisants notamment le ciment, la chaux, etc. confèrent à la brique des propriétés physiques et mécaniques déterminantes pour son comportement vis-à-vis des sollicitations qui lui sont imposées.

La texture, la structure, la porosité et la granulométrie de la terre sont des éléments essentiels du comportement de la brique par rapport à l'humidité de l'air et à l'action directe de la pluie. La résistance de la brique de terre constitue un problème majeur, qui reste encore difficile à résoudre pour l'ingénieur en bâtiment.

Ce travail de recherche se propose de faire la production des blocs de terre comprimée stabilisée d'une part avec l'eau résiduelle de karité et d'autre part, par la décoction de néré.

2- Objectifs de l'étude.

Il s'agit de manière générale d'améliorer la qualité de BTC avec des substances naturelles.

Pour ce faire, nous allons procéder les travaux de la manière suivante :

- effectuer des essais d'identification de la terre
- produire des BTC avec des substances (eau résiduelle de karité et la décoction de néré).

- appliquer le traitement de renforcement de BTC : le traitement de renforcement se fera à base de décoctions naturelles (solution de karité et solution de néré).
- étudier les effets des traitements sur la résistance hydrique et mécanique des blocs de terre comprimée.
- étudier les propriétés physico-chimiques des solutions
- étudier l'évolution de la résistance à la compression des briques sec et humide,
- étudier l'évolution de la remonté capillaire des briques.

3- Démarche et organisation du travail

Pour mener à bien cette étude, la procédure suivante sera adoptée :

- la recherche bibliographique a permis d'exploiter les documents disponibles et faire des recherches sur l'internet afin de collecter toutes les informations et données favorables à la compréhension et à la réalisation de cette étude.
- une étude d'identification des matériaux au laboratoire par les essais suivant : l'analyse granulométrique, les limites d'Atterberg, la sédimentométrie, la détermination de la densité apparente et du poids spécifique des matériaux.
- la production du BTC et la vérification de la résistance à la compression ;
- des essais de la remonté capillaire sur les briques stabilisées avec le l'eau de karité et le néré,
- étude l'évolution de la résistance à la compression des briques sèches et humides, en donnant une interprétation pour les résultats obtenus.

CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

I- La latérite

1- Définition

Les définitions suivantes donnent à la latérite un sens large désignant l'ensemble des matériaux, meubles ou indurés en hydroxydes de fer ou d'aluminium, constituant des sols, des horizons superficiels, des horizons profonds de profil d'altération.

- la latérite a été identifiée par Francis Buchanan comme un matériau de construction, et cela demeure un trait de civilisation très marqué en Inde.
- la latérite en tant que minerai fait aujourd'hui l'objet de prospections et d'exploitations extrêmement organisées en Australie, en Afrique, au Brésil et dans les Guyanes (la bauxite constituant le fleuron de l'industrie).
- les latérites sont les sols rouges très répandus dans les régions tropicales et subtropicales. Ces sols fortement altérés qu'on trouve en faible profondeur sont riches en oxydes de fer (Fe_2O_3) et d'aluminium (Al_2O_3). Leur consistance va du gravier jusqu'au rocher, ce qui fait leur grande caractéristique d'utilité dans la construction (bâtiments, routes ...) pour les pays tropicaux.

2 - Caractéristiques des latérites

Les latérites présentent plusieurs traits caractéristiques sur le plan morphologique, chimique et minéralogique.

- Morphologie

On retrouve deux types de latérite sur le plan morphologique :

- **une latérite meuble** servant aussi bien dans la construction des routes que la construction des maisons en blocs de terre comprimée ;
- **une latérite indurée** servant plus spécifiquement à la construction des maisons en blocs de terre taillée.

a. La latérite meuble

Hétérogène et discontinue, elle est généralement graveleuse et se retrouve dans les horizons concrétionnés et gravillonnaire. Sa composition minéralogique est identique à celle de la latérite indurée

b. La latérite indurée

La latérite indurée présente des formes extrêmement diverses. R. Maignien (1964) évoque la complexité du matériau en mettant en évidence les descriptions morphologiques faites par différents auteurs. Toutefois plusieurs traits communs se dégagent :

- **Induration** : le durcissement de la latérite est mis en place ou alors acquis par exposition à l'air. Tous les degrés d'induration sont presque observables, on passe ainsi d'une roche à peine cohérente à une roche plus dure difficilement cassable au marteau. Elle dépend de plusieurs facteurs :
 - La composition et le degré de cristallisation des composants : la dureté croit avec les teneurs en fer ;
 - L'assemblage des différents constituants : Les cuirasses à assemblage compact sont plus indurées que les cuirasses à assemblage lâche ;
 - Le degré de vieillissement : pour un même type de latérite, les formations plus âgées sont plus dures que les formations les plus récentes.
- **Structure** : elle est aussi extrêmement variée mais on peut résumer à trois les modes d'assemblages :
 - les éléments durcis forment un squelette cohérent et continu ;
 - les éléments durcis sont des concrétions ou des nodules libres au milieu d'un matériau terreux ;
 - les éléments durcis cimentent des matériaux préexistants.

Toutefois, ces types d'assemblages présentent aussi une variabilité conséquente à la forme et à la grosseur des éléments constitutifs ainsi qu'au degré d'induration.

- **Couleur** : elle est variée ; on observe alors des couleurs qui partent du rose au brun en passant par l'ocre et le rouge. On peut quelques fois entrevoir des trames violettes ou des marbrures verdâtres. La pigmentation de la latérite est due à la présence d'oxyde de fer plus ou moins hydratés et parfois du manganèse. Mais l'appréciation des couleurs ne donne pas une idée précise de la composition de la latérite

- **Densité** : elle dépend de la composition chimique et varie de 2,5 à 6,5. Elle augmente avec la teneur en fer et diminue avec la teneur en alumine.
- **Chimie et minéralogie** : On retrouve trois constituants majeurs dans les latérites qui jouent un rôle important dans le processus d'induration de ces dernières. Il s'agit de :
 - Le fer se retrouve sous forme d'hématite de formule chimique Fe_2O_3 qui confère à la latérite sa couleur rouge mais aussi sous forme de goethite ($\alpha Fe_2O(OH)$) ;
 - L'aluminium, sous forme d'alumine dont la formule chimique est Al_2O_3 . Dans les latérites, elle se présente sous plusieurs formes : gibbsite ($\delta Al(OH)_3$), boehmite ($\delta AlO(OH)$) ;
 - La silice de formule chimique SiO_2 est souvent sous forme combinée dans les latérites : kaolinites ($Al_2 Si_2 O_5(OH)_4$) ou les halloysites.

Ces trois éléments chimiques se retrouvent dans les latérites dans des proportions variables avec des prédominances soit du fer, soit de l'alumine. Plusieurs autres composés chimiques sont retrouvés dans les latérites mais en faibles proportions.

II- Les Blocs de Terre Comprimée

1- Définition

Le bloc de terre comprimée est une évolution moderne du bloc de terre moulée, plus communément dénommé bloc d'adobe. L'idée de compacter le terre pour améliorer la qualité et la résistance de bloc de terre moulée est portant ancienne et à l'aide de pilons de bois que l'on réalisait les premiers blocs de terre comprimée. Elle a été développée aux années 50 dans le cadre d'un programme de recherche sur l'habitat rural en Colombie.

Les BTC est très régulier en forme et en dimension, ils sont pleins ou perforés ce qui permet de réaliser des travaux de maçonnerie très variés. Les blocs de terre comprimée, son fabriquées à partir de terre humide et compactée dans une presse.

Le bloc de terre comprimée peut être stabilisé. Dans ce cas on parle alors de « bloc de terre comprimée stabilisée ». Stabiliser la terre, c'est modifier les propriétés d'un système terre-eau-air pour obtenir des propriétés permanentes compatibles avec des applications particulières.

2- Cycle de production des BTC

Le cycle de la production de BTC est montré à la figure1.

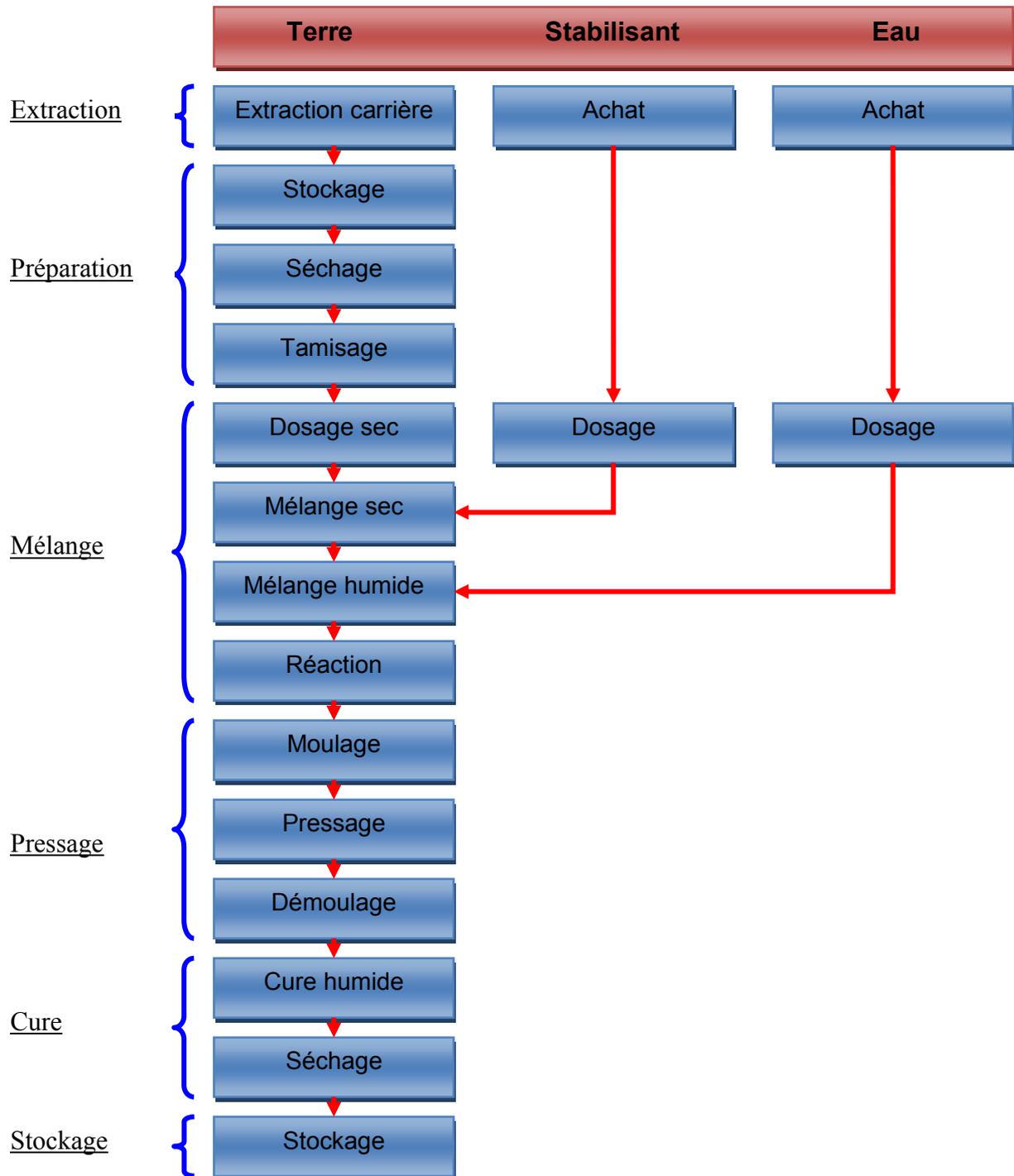


Figure 1 : cycle de production des blocs de terre comprimée (V.HOUBEN et AL, 1994)

3- Avantages des Blocs de Terre Comprimée (V.HOUBEN et AL, 1994)

✓ économiques :

- Réduction de la fuite des devises par une diminution des matériaux importés (ciment, acier, bois) ;
- une production manuelle à haute intensité de main d'œuvre qui favorise l'économie locale.
- ✓ **écologiques :**
 - Réduction d'émission de CO₂, dont 5% de l'émission mondiale provient de la production de ciment ;
 - Réduction importante d'énergie consommée pour le transport du matériau de construction.
- ✓ **Disponibilité :**
 - la terre est disponible en quantités quasiment illimitées dans la plupart des régions ;
 - production possible de l'échelle artisanale à l'échelle industrielle, possibilité de produire directement sur le chantier.
- ✓ **confort :**
 - atténuation de l'amplitude et de la rapidité des variations climatiques à l'intérieur des bâtiments, grâce à une grande inertie thermique ;
 - autorégulation du taux d'humidité à l'intérieur des réalisations grâce aux matériaux.
- ✓ **Qualité architecturale :**
 - produits aux dimensions standardisées, modulaires, réguliers et précis ;
 - permet la réalisation des architectures aux murs apparents.

III- Stabilisant

1- Le néré

- Définition

Le Néré, dont le nom scientifique est ***Parkia biblogosa*** ; est une espèce d'arbre de la famille des Mimosaceae, ou des Fabaceae selon la classification phylogénétique. Arbre haut de 10 mètres à 20 mètres, son tronc est recouvert d'une écorce grisâtre et striée.

Les fruits du Néré sont des gousses longues de 25 centimètres et large de 15 millimètres à 20 millimètres aplaties de couleur brun foncé, contenant des graines noires aplaties semblables à des grosses lentilles. Ces graines sont entourées d'une pulpe farineuse jaune à maturité qui remplit toute la gousse.

Le Néré est surtout connu pour ses vertus culinaires ; il se nomme ainsi **soumbala** au Burkina et au Mali, **netétou** au Sénégal et **iru** ou **dawa-dawa** au Nigeria et au Ghana, **afiti** au Togo et au Bénin. Les fruits du Néré sont très riches en protéines (la farine de Néré apporte la totalité des acides aminés essentiels à l'organisme) et en fer (de l'ordre de 15,5 mg/100g), mais aussi en vitamines C et en iode.



Figure 2 : Arbre de néré et ses gousses

- Biologie de la reproduction

Parkia biblogosa est un arbre qui atteint sa taille définitive entre 30 ans et 50 ans mais peut commencer à produire des fruits entre 8 ans et 10 ans. La floraison commence au cours de la

partie chaude de la saison sèche (février – mars) alors que les arbres sont entièrement ou partiellement défeuillés.

Il existerait des arbres « bons producteurs », dont les rendements seraient constamment supérieurs à ceux des autres arbres, (BONKOUNGOU, 1987). Le rendement se situerait entre 25kg et 100kg de gousses par arbre. La production de Néré serait élevée dans les terrains cultivés que dans les savanes ou les jachères.

Pour chaque fruit, les proportions d'éléments varient aussi ; on a ainsi, à peu près, 43% d'exocarpes, 39% de pulpe et 18% des graines.

- **Utilisation des gousses de Néré**

Cet arbre a plusieurs utilités : Les écorces sont vendues sur le marché pour les ostéopathies, les oreillons et autres maladies, la pulpe comme laxatif. Les cosses peuvent servir d'engrais, ou encore comme crépi pour enduire les murs des cases. Depuis 2005, une importante campagne de plantation du Néré est en cours au Mali. Plus de million de néré ont été plantés. Cette campagne est réalisée par et pour les populations locales (plus de 12 communes). 2009 devrait voir la plantation du troisième million de néré sur la même région.

2- **Le karité**

- **Définition**

Arbre pouvant atteindre 15 mètres de haut, le karité a pour nom scientifique **Vitellaria Paradoxa**. Il est plus connu sous son nom ancien : **Butyrospermum parkii**. L'arbre de karité pousse dans le sahel avec une pluviométrie allant jusqu'à 1000 mm et deux saisons bien distinctes. Il faut au karité une longue période sèche.

Il n'existe qu'en Afrique et la zone s'étend de la frontière du Sénégal et de la Guinée pour s'enfoncer vers l'Afrique Centrale à travers le Mali, le Nord de la Côte d'Ivoire, le Burkina Faso, le Nord de Ghana, du Togo et du Benin puis le Nigéria.



Figure 3 : Le karité

- Biologie de la reproduction

Le karité commence à donner des fruits à l'âge de 10 ans mais atteint sa maturité à 30 ans. La fructification de l'arbre est maximale entre 50 ans et 100 ans. Les fruits aussi appelés karité sont des noix en forme d'avocat et de couleur vert sombre et brun, de quatre à huit centimètres de long. A l'intérieur de la noix se trouve une d'amandes très grasse et dures de teintes blanches entourées de coques et de pulpes. La récolte des fruits de karité s'opère entre mi-juin et mi-septembre.

Le karité a une durée de vie variant entre deux et trois siècles.



Figure 4 : Noix de karité

- Utilisation du karité

Le karité est exploité particulièrement pour ses amandes qui permettent la fabrication du beurre de karité, du lait de karité ou du savon pour la cosmétique. Ses amandes permettent aussi de fabriquer de l'huile de karité pour des raisons culinaires. Lors de la fabrication de ses produits, il y a de l'eau résiduelle utilisée par les populations pour crépir les murs des cases traditionnelles leur conférant certaines propriétés stabilisantes : nous nous intéressons ainsi à cette eau résiduelle pour la présente étude.

3- Composition chimique des solutions utilisées

Une série d'analyses a été réalisée en vue d'effectuer une caractérisation physico-chimique des différentes solutions de traitement.

Le pH, la température et la conductivité ont été mesurés simultanément à l'aide d'un pH-mètre de type WTW-inolab pH 20.

La teneur en chlorures (dosage par argentimétrie), la teneur en nitrates (méthode HACH), la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours, DBO₅ (méthode instrumentale NFT 90-103, **AFNOR, 1994**), la demande chimique en oxygène, DCO (méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium, **CEAEQ, 2003**) ont été effectués au « Laboratoire Eau, Dépollution, Ecosystèmes et Santé du **2iE**. La moyenne arithmétique a été obtenue après la réalisation de trois essais.

Les résultats des essais sont récapitulés sur le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Résultats chimiques des solutions

	pH	T (°C)	CE (μS/cm)	NO ₃ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	DBO ₅ (mg O/l)	DCO (mg O/l)
Néré	6,58±0,01	21,5±0,90	788±3,05	56,8±0,1	5,68	20	284
Karité	5,98±0,05	26,7±0,43	806±7,37	48.62±0,43	ND	31	MR

ND : non déterminé

MR : manque de réactifs

Il a été remarqué sur les différents essais chimiques étudiés que la concentration varie d'un composé à l'autre entre le néré et le karité.

Protocole expérimentale (**voir annexe**)

IV- Résultats des études des stabilisations obtenues par différents auteurs

De nombreuses informations trouvées dans plusieurs publications pour la stabilisation des latérites comprimée sont compilées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Compilation des résultats des BTC stabilisés au ciment et à la chaux

Auteur	Années	Utilisation	Résultats d'essais de compression simple		
			Dosage [%]	Rc [MPa] à 7 jours	Rc [MPa] à 28 jours
Pierre MENKANA	2004	BTC avec le ciment	6	4	5.2
			8	3.8	6.5
			10	5.3	8
M.S.IBRAHIM	2010	BTC avec le ciment et la chaux	Dosage [%]	Rc [MPa] à 45 jours/ciment	Rc [MPa] à 45 jours/chaux
			12	9.15	5.09

IBRAHIM (2010) a trouvé que la stabilisation au ciment augmente en fonction de la période de cure. Il a été trouvé que cette progression de la résistance est forte entre 7 et 14 jours et atteint son maximum à 45 jours. Par contre, dans le cas de stabilisation à la chaux, la résistance est croissante en fonction du temps de cure et du dosage. Les résistances humide des BTC stabilisée au ciment obtenues après immersion est supérieur à 2MPa, alors que, celle trouvée à la chaux est très négligeable inférieur à 2MPa. Les résultats obtenus ont été données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Compilation des résultats des BLT traités au néré et au karité

Auteur	Années	Utilisation	Résultats d'essais de compression simple		
			Traitement	Rc [MPa] Témoin	Rc [MPa] à 7jours
NTOUDA	2009	BLT avec le néré et le karité	néré	2.10.	2.33
			karité	0.26	0.58
MMADI.H	2010	BLT avec le néré et le karité	Traitement	Rc [MPa] Témoin	Rc [MPa] à 28jours
			néré	4.90	5.02
			feuilles de crapaud	4.90	4.95

MMADI (2010) à remarqué que dans l'ensemble des blocs traités, celle du néré présentent les meilleurs résistances en compression simple. Quand à la résistance à l'eau, les BLT a une absorption importante dans les dix premières minutes. Elle diminue avec le temps jusqu'à la saturation observé une heure après l'immersion. Dans l'ensemble, les blocs traités au néré présentent les meilleures résistances pendant que ceux aspergés dans l'eau sont les moins résistants.

MMADI (2010) à également identifier les différents paramètres (TH , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , Fe^{2+} , Na^+ , K^+) chimiques qui sont constitutifs des solutions de traitement pour la solution de néré ainsi que celui de feuille de crapaud. Ces différents essais lui ont permis d'identifier que dans la plupart des ces solutions contiennent plus de cations qui peuvent être un atout ou non actif pour les blocs.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

I-Méthode et technique d'étude

Cette partie décrit l'ensemble des méthodes et techniques utilisées dans le cadre de cette étude ainsi que le matériel et les moyens mis en œuvre. Elle est structurée de façon chronologique. Ainsi, après les prélèvements des échantillons en carrière, on a tour à tour procédé à leur préparation, à la caractérisation physique, ainsi qu'à la caractérisation chimique et minéralogique, ensuite à la préparation des différents traitements, à leur application sur les échantillons puis à la caractérisation mécanique des échantillons traités y compris des échantillons témoins.

II-Préparation des traitements

a- Le Néré

La méthode d'obtention de la décoction de néré est la suivante :

- la collecte : cueillette et ramassage des gousses de néré dans les champs et la brousse ;
- la séparation : les gousses et les graines de Néré sont séparées ;
- le broyage : les gousses de néré sont pilées et broyées ;
- la poudre obtenue est ensuite bouillie dans de l'eau en raison d'une concentration égale à 20 grammes par litre ;
- la solution obtenue est filtrée.

b- Le karité

L'obtention du beurre de karité se fait par trois méthodes :

- la méthode traditionnelle ;
- l'extraction par pression par froid ;
- l'extraction par solvant.

On s'est intéressé à la méthode traditionnelle car elle permet de recueillir l'eau résiduelle utilisée pour le traitement des blocs de terre comprimée. Le cycle de production est long et se fait en communauté. Les étapes sont les suivantes :

- la collecte : ramassage des noix et amandes dans les champs et la brousse ;
- le triage et lavage manuel des noix : seules les amandes saines et issues de fruits mûrs sont sélectionnées et lavées ;

- le séchage au soleil : cette étape a pour but de diminuer leur teneur en eau ;
- le concassage : il consiste à fragmenter l'amande ;
- la torréfaction : les fragments d'amandes obtenus sont chauffés dans une marmite ou un torréfacteur. Cette étape permet de casser les cellules oléifères ;
- le pilage : les amandes grillées sont écrasées au pilon ;
- la monture au moulin : les amandes sont moulues en une pâte épaisse de couleur brune. Lorsque les femmes n'ont pas de moulin, cette étape est réalisée à la main ;
- le lavage : en ajoutant de l'eau, une émulsion se crée. la matière grasse qui flotte en surface est recueillie manuellement et l'eau restante est celle que nous utilisons pour le traitement ;
- cette eau résiduelle est ensuite filtrée.

III- Application des différents traitements sur les échantillons

Pour le traitement des échantillons, trois méthodes sont envisageables :

- utilisé comme eau du mélange des échantillons ;
- l'immersion complète jusqu'à la saturation ;
- le badigeonnage des faces des échantillons.

✓ Eau du mélange des échantillons ;

Il s'agit ici d'utiliser l'eau de traitement comme eau du mélange pour la production des briques.

Cette méthode a été utilisée comme stabilisant qui a pour objectif de rendre plus stable et créer une liaison mécaniquement résistante à l'échantillon.

- **l'immersion complète jusqu'à la saturation ;**

Il s'agit de plonger l'échantillon dans un bac rempli de la solution et de laisser jusqu'à la saturation.

Cette méthode a l'avantage d'être simple et permet une infiltration homogène des faces de l'échantillon sauf la face qui repose sur le fond du bac. Nous avons immergé nos échantillons pendant 3h et puis les séchés à l'air libre 24h avant l'écrasement à 28 jours.

- **le badigeonnage des faces des échantillons.**

Il s'agit, à l'aide d'un pinceau, de badigeonner toutes les faces de l'échantillon avec les différentes solutions de traitement.

Cette méthode a l'avantage de conserver intacte la structure de la brique et n'atténue pas l'effet du soleil. Toutefois, le badigeonnage n'est pas uniforme sur toutes les faces. Ainsi le comportement mécanique des briques peut varier selon la face d'application de la contrainte et par conséquent affecter les valeurs des résultats. Nous avons ainsi badigeonné les échantillons 2 fois pour uniformiser à une semaine avant l'essai.

IV- Essai d'identification

L'identification correcte de la terre est essentielle pour décider de son utilisation ou de sa stabilisation. La reconnaissance de la terre s'effectue par différents tests réalisés qui sont entre autres :

a) Le test d'identification sensoriel qui regroupe :

- Le test de la vue et de toucher a pour objectif d'identifier la granulométrie du sol ;
- Le test de l'odeur permet quant à lui de déceler la présence de la matière organique.
Ce test est très important pour le choix du sol pour le BTC ;
- Le test de lavage de main a pour objectif de confirmer s'il s'agit du sol argileux ou limoneux.

b) Le test d'identification de terrain :

- Le test dit « de la bouteille » qui a pour objectif de mesurer la perméabilité du sol et la granulométrie ;
- En suite le test obligatoire qui est dit « test du cigare ». Il a pour but de déterminer la cohésion et vérifier si le pourcentage d'argile dans le sol est approprié pour la production de BTC.

c) Le test au laboratoire :

Les essais (analyse granulométrique, limites d'Atterberg, poids spécifiques au pycnomètre à air, essai Proctor modifié) utilisés au laboratoire de Génie Civil du 2iE (LGC), nous ont permis d'identifier les éléments physiques de nos échantillons de latérite.

V- Résultats des essais

L'analyse granulométrique et sédimentométrique ont montré que l'échantillon est de sol latéritiques (d'environ 54,5% de sable, de 29,1% de limon et 16,4% d'argile). Les résultats de l'analyse granulométrique est donnée par une courbe appelée courbe granulométrique qui donne le pourcentage cumulé d'éléments de dimensions inférieure à chaque diamètre.

Les résultats sont récapitulés sur le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Caractéristiques géotechniques des latérites

Matériaux	Granulométrie					Limites d'Atterberg			Proctor normal	
	%<2,5 mm	%<2m m	%<80 mm	%<2,5 mm	%<2,5 mm	Wl%	Wp %	Lp%	ω%	γd (g/cm ³)
Latérites	38	36	19	10	7	32,64	20,88	11,76	13,15	2,04

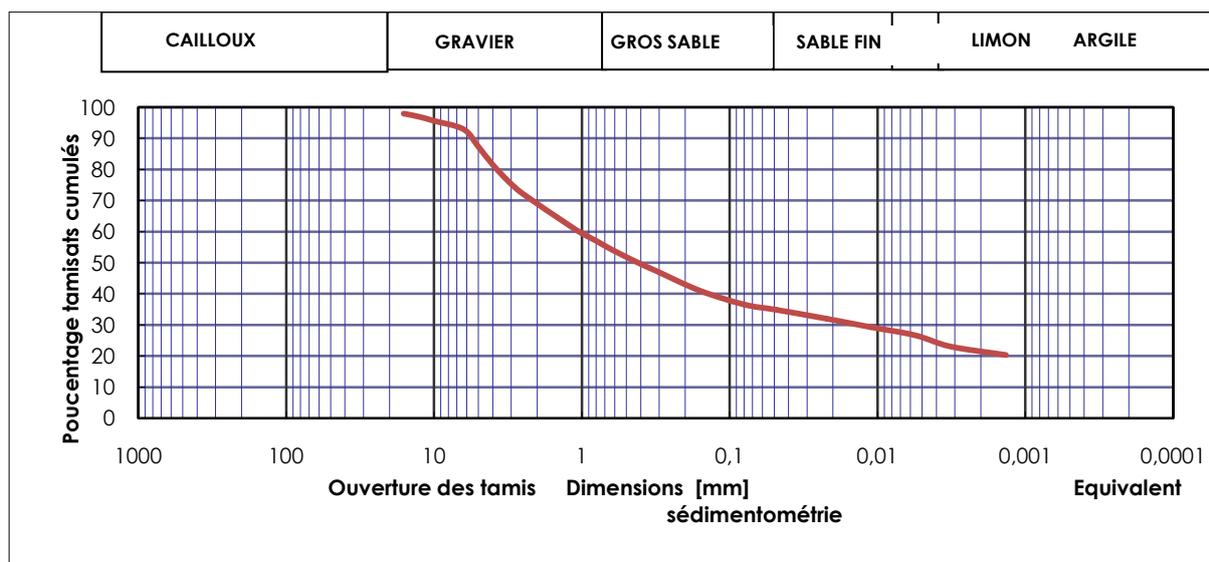


Figure 5 : Courbes granulométriques

Il a été constaté sur cette courbes granulométriques la terres utilisées est dans le fuseau granulométrique recommandé pour la fabrication des BTC.

VI- Confection des briques

✓ Tamisage :

Pour la fabrication des BTC nous avons utilisé le système de tamisage manuel. Un treillis métallique de 6mm de diamètre fixé sur un cadre est maintenu obliquement par des jambes

rigides. On jette la terre au sommet du tamis, incliné à environ 45°. En jouant sur son inclinaison on peut augmenter ou diminuer les refus.

✓ **Malaxage**

Le malaxage est la préparation sont des opérations importantes dans la fabrication de BTC. Le but recherché est d'avoir le mélange homogène. Ensuite, après le malaxage à sec, on humidifie la terre de façon progressive jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène à la teneur en eau optimale.

Le malaxage peut s'effectuer à l'aide des machines spéciales « **malaxeurs** ».



Figure 6 : malaxeurs

✓ **Production**

La production de BTC se fait à l'aide des presses manuelles adaptées aux différents types de blocs réalisées. Le pressage est l'action qui consiste à resserrer les grains. Cette densification s'obtient par la mise en œuvre d'efforts de resserrement, statique ou dynamique. Les paramètres qui définissent le contact inter granulaire sont la texture et la structure de la terre. Le contact de la texture dépend du choix granulaire, mais le contact de la structure de la terre dépend de la densité de la terre.

L'amélioration de la densité c'est-à-dire la diminution de la porosité de la terre est obtenue en comprimant la terre avec une presse.

Il a été utilisé la presse manuelle TERSTARAM pour la production des briques.



Figure 7 : presses manuelles TERSTARAM

✓ Le séchage

Le séchage se fait à l'ombre sous un hangar car les BTC doivent non seulement être abrités du soleil et du vent, mais aussi être maintenus en ambiance humide et chaude. Un séchage trop rapide en surface peut provoquer la formation de fissures de retrait.

La durée de cure est de 28 jours et les essais d'écrasement en compression se font dans l'intervalle de 7 à 28 jours d'âge.



Figure 8 : Condition de séchage

VII- Essai de compression des briques

L'essai de résistance à la compression permet de déterminer la résistance nominale en compression simple des blocs. C'est pourquoi on mesure la résistance à la compression final de blocs ayant subit de traitement et non traitée.

Le type de presse utilisé pour cet essai est la presse de portée 1500 kN de charge. Le système est formé par un capteur de déplacement LVDT avec un déplacement maximal de 63mm et un capteur de pression de l'huile du circuit hydraulique jusqu'à une pression maximale de 400bar. Le système d'acquisition est géré par une routine Labview.



Figure 9 : presse de compression

1- Technique des essais et mesures (M. Olivier, A. Mesbah, Z. El Gharbi, J.C.Morel, 1997)

Les essais mécaniques s'appliquent indifféremment sur les blocs secs ou ayant subi un essai de remontés capillaires ou d'immersion.

On remarque que les résultats sont étroitement liés aux chemins de sollicitations pendant la fabrication et la cure des matériaux. Pour cela, il est indispensable d'enregistrer tout les renseignements relatifs aux chemins de compactage et de séchage des blocs pour pouvoir interpréter et analyser les résultats trouvés dans les essais mécaniques. Les dimensions, l'âge, la teneur en eau résiduelle et la densité sèche des échantillons.

Les blocs doivent être pesés et mesurés précisément avant essai, et la teneur en eau résiduelle doit être évaluée après essai. Les échantillons prélevés sur l'ensemble des blocs doivent avoir une densité sèche identique, Seule une variation de 1% maximum est tolérée entre blocs d'un même échantillonnage.

2- Principe

L'objet de cet essai est de déterminer la résistance nominale en compression simple des blocs de terre crue compressée. Il s'agit de soumettre un échantillon constitué de deux demi-blocs superposés et collés par un joint de mortier de terre à une compression simple jusqu'à la rupture.

3- Mode opératoire

Tableau 5 : Résumé du mode opératoire recommandé et suivi

Recommandé (M.Oliver, A Mesbah, 1997)		Suivi	Justification
1	Couper les blocs en deux. Les superposer et les coller par une fin joint de mortier (1 cm max.) en les humidifiant légèrement.	nous avons produit des demi-briques par un moule spécial 14*14*9cm qui nous permettent de superposer au moment d'écrasement sans avoir des difficultés de coupure.	L'application de coupure de brique entraîne des chocs à l'échantillon et peut réduire aussi la résistance existante de la brique.
2	Placer une plaque et disposer le tout sur le plateau inférieur de la presse (cet ensemble constitue un - système anti-fretage qui autorise les déplacements transversaux libres de l'échantillon)	nous avons placé une plaque graissée et avons disposé tout sur le plateau inférieur de la presse.	la plaque graissée, constitue également un -système anti-fretage qui autorise les déplacements transversaux libres de l'échantillon
3	Poser sur cet ensemble l'échantillon constitué des deux demi-blocs	Suivi de recommandation	Suivi de recommandation
4	Centrer l'ensemble (les deux demi-blocs et le système anti-fretage) entre les plateaux roulés de la presse	Suivi de recommandation	Suivi de recommandation
5	Appliquer la charge d'une manière continue et sans à coup, à une vitesse régulière de 0,5 mm/s jusqu'à rupture complète de l'échantillon	Suivi de recommandation	Cette opération consiste à bien procéder l'homogénéité de charge à toute la surface de l'écrasement.
6	Relever la charge maximale supportée par l'échantillon au cours de l'essai	Suivi de recommandation	Pour pouvoir enlever l'échantillon écrasé et continuer l'opération suivante
7	La résistance à la compression moyenne des blocs est la moyenne arithmétique des résistances à la compression d'au moins trois essais réalisés sur des échantillons d'un même lot	Pour chaque échantillon d'un même lot, stabilisé ou non, nous avons effectué trois (3) essais pour faire la moyenne arithmétique des résistances à la compression	Pour assurer les résultats satisfaisant de la résistance à la compression des échantillons, il nous faut au moins trois (3) essais pour le même échantillon.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET INTERPRETATION

Pour valider les procédures d'essais, les briques doivent présenter une certaine qualité répondant à des performances minimales pour pouvoir être utilisées dans la construction. Ainsi de nombreux essais de comparaison ont été réalisés sur la latérite et sur les différentes solutions utilisées comme stabilisants.

L'objectif de cette recherche est de vérifier les caractéristiques hydriques des BTC après traitement. Après chaque période de conservation, les briques sont soumises à des essais de compression pour voir si la résistance nominale est maintenue, et la résistance à la flexion.

Les résultats présentés dans cette partie correspondent à la moyenne des différentes mesures effectuées. L'ensemble de données figure dans les annexes.

I- Interprétation de la résistance à la compression

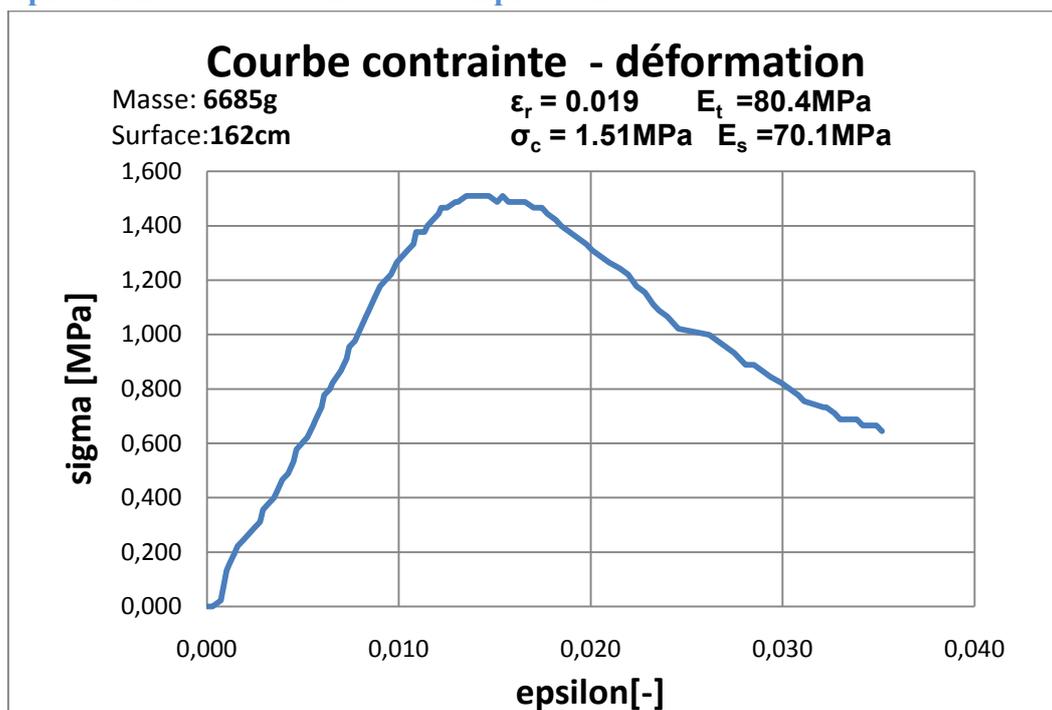


Figure 10 : Courbe moyenne des résistances en compression à 28 jours de témoin

Pour analyse du courbe témoin on observe une valeur maximale de 1.51MPa, de même les déformations augmentent avec les contraintes jusqu'à la valeur maximale 1.51MPa qui donne une déformation de 0.014 ce qui est tout à fait normal car plus le matériau est plastique plus il se déforme, mais nous observons au-delà de la valeur caractéristique une augmentation des déformations malgré la diminution des contraintes.

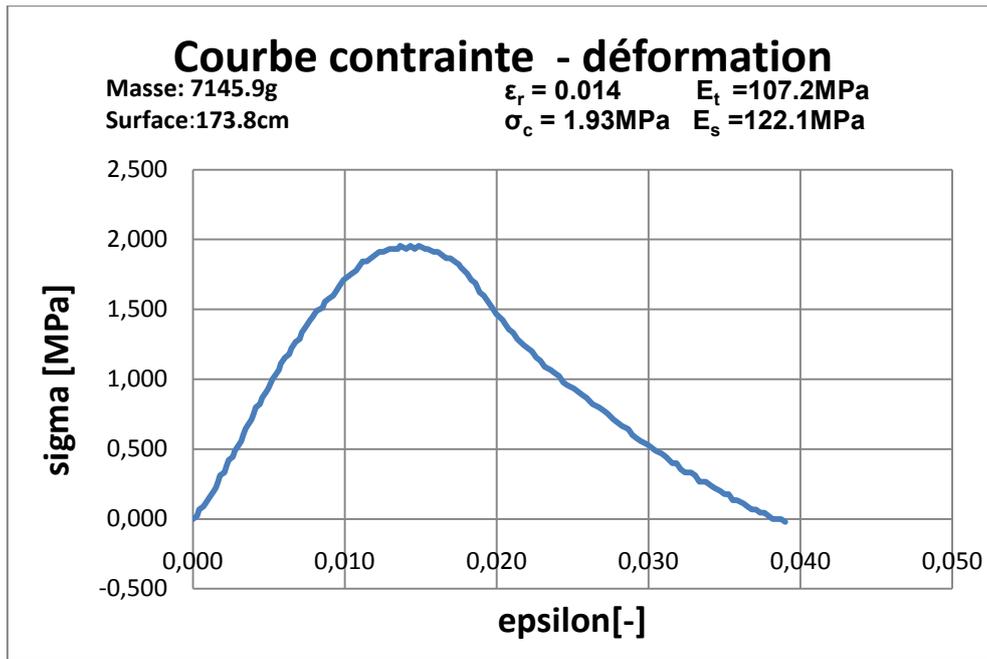


Figure 11 : Courbe moyenne des résistances en compression à 28 jours de karité

Les mêmes phénomènes sont observés que précédemment et l'augmentation des déformations avec les contraintes à la différence qu'ici avec le gâchage de notre matériau en eau de karité nous gagnons un peu en résistance on est passé de 1.51MPa en eau simple à 1.93MPa avec l'eau de karité soit un gain de 0.04MPa.

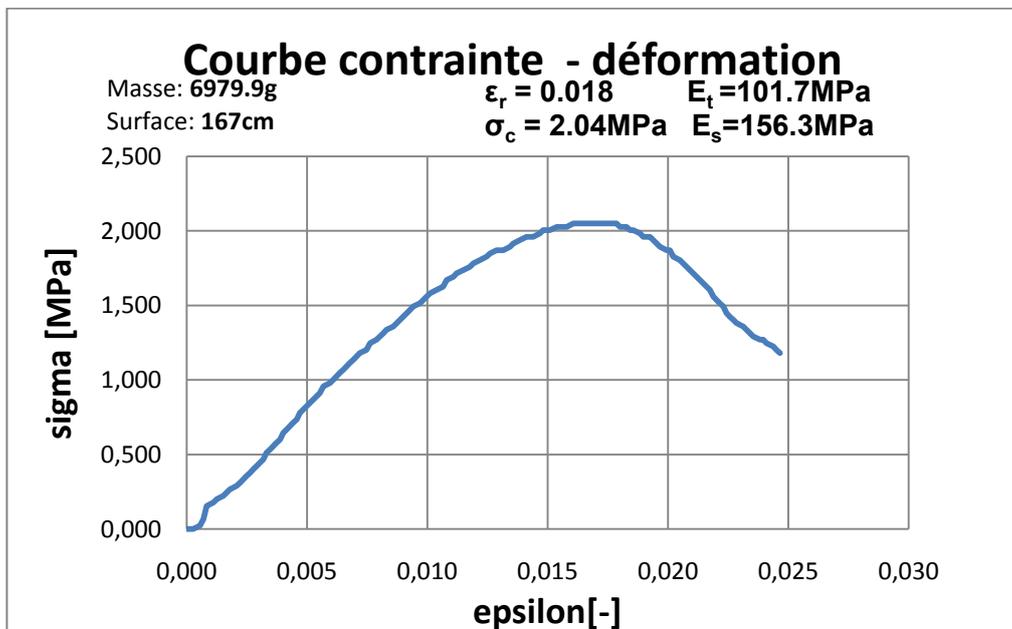


Figure 12 : Courbe moyenne des résistances en compression à 28 jours de néré

On remarque aussi que les déformations augmentent avec les contraintes jusqu'à la valeur maximale des contraintes qui est de 2.04MPa cette valeur supérieure aux précédentes en ce sens on fait un gain de 0.20MPa par rapport à la valeur témoin , un gain de 0.16MPa par rapport à la valeur du matériau traité avec le karité

A la lumière de ces trois courbes nous pouvons dire que matériau latéritique qu'il soit gâché à l'eau simple, à l'eau de karité, à l'eau de néré a le même comportement les courbes ont les mêmes allures sauf pour la résistance en compression à 28jours qui diffère , la latérite gâché à l'eau simple a une résistance en compression à 28jours légèrement inférieure à celles gâchés à l'eau de néré et l'eau de karité .

Tableau 6: Récapitulatifs de résultats de compression

Temps (jrs)	Echantillons	ϵ_r	σ_c [MPa]	Et [MPa]	Es [MPa]
7	T	0,018	1,60	77,85	68,3
	K	0,014	1,28	105,89	118,76
	N	0,016	1,71	100,71	136,14
28	T	0,019	1,80	80,44	70,06
	K	0,015	1,53	107,18	122,17
	N	0,017	1,84	101,71	156,33
	IK	0,016	1,40	86,48	81,67
	IN	0,023	1,62	114,39	66,5
	TBK	0,016	1,51	93,35	89,66
	TBN	0,017	1,51	88,07	134,66
	ITK	0,017	1,09	63,32	67,33
	ITN	0,024	0,86	44,06	59,33

T= témoin; K= karité; N= néré; IK= immergé karité; IN= immergé néré; TBK= témoin badigeonné au karité, TBN= témoin badigeonné au néré; ITK= immergé témoin dans karité; ITN= immergé témoin dans néré.

II-Interprétation de la résistance en compression humide.

Ce test permet d'apprécier la tenue des briques en présence d'eau. Nous avons adopté au badigeonnage et à l'immersion complète dans l'eau afin de s'assurer l'homogénéité d'imprégnation sur toute la surface de l'échantillon.

Il a été remarqué que les briques gâchées avec l'eau de karité résistent mieux à l'eau par rapport aux autres briques gâchées au nére et le témoin. Après immersion complète on observe que les briques gâchées avec de nére et les briques témoin commencent à s'effondrer après 1h05mn d'immersion, par contre ceux gâchés avec l'eau de karité commencent à se dégrader après 1h48mn.

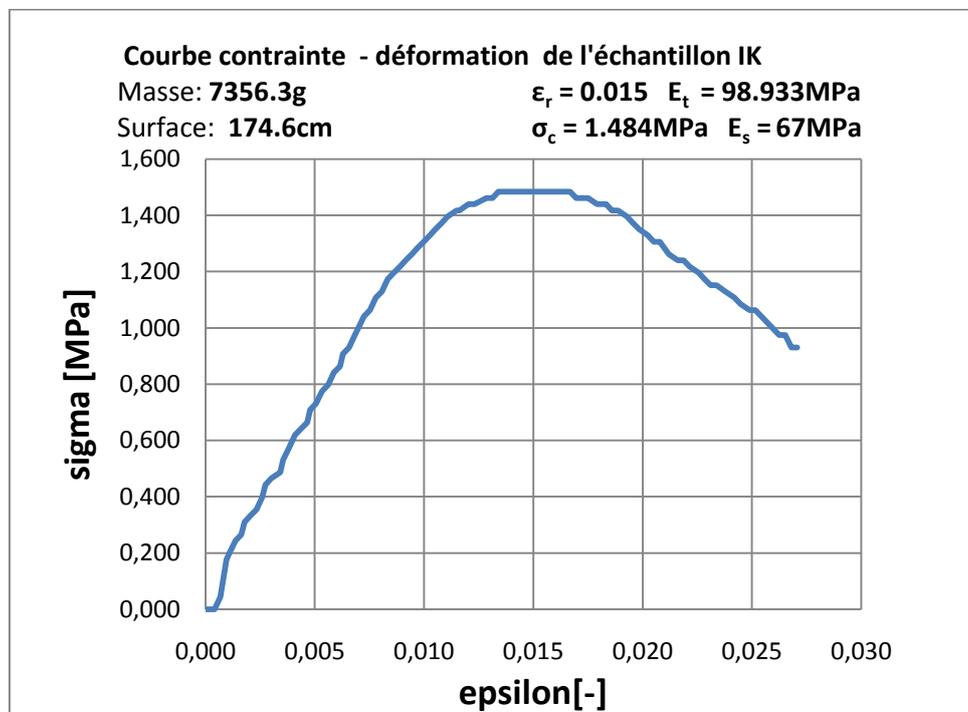


Figure 13 : Courbe moyenne des résistances en compression humide de karité

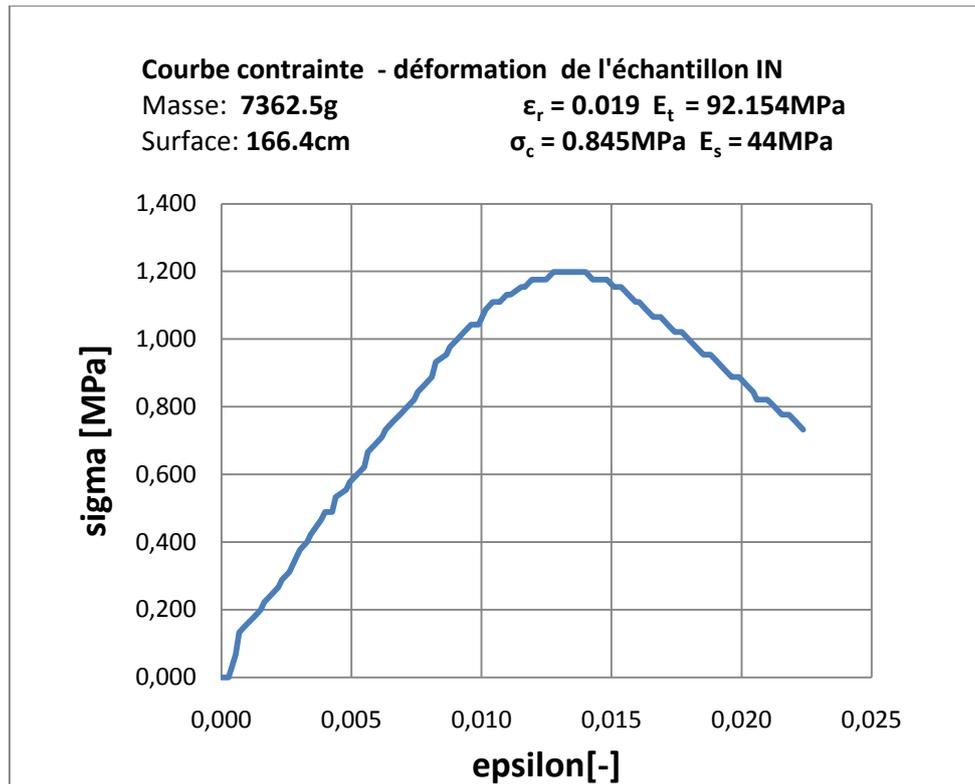


Figure 14 : Courbe moyenne des résistances en compression humide de néré

Pour analyse des courbes immergées dans l'eau, nous observons une valeur maximale de 1.20 MPa pour le néré et une valeur maximale de 1.48 MPa pour le karité. De même les déformations augmentent avec les contraintes jusqu'à la valeur maximale qui donne 0.015 pour le néré et 0.015 pour le karité.

III-Interprétation de la remontée capillaire des échantillons.

Le tenu à l'eau des BTC restent toujours un problème à vérifier pour les ingénieurs. Cette méthode de la remontée capillaire permet d'observer la perméabilité des briques en fonction de temps. Elle a permis de vérifier parmi les témoins et les deux stabilisants naturels (l'eau résiduelle de karité et la décoction des gousses de néré) laquelle a une forte perméabilité.

Les différents échantillons ont été mis dans des bacs d'eau à une hauteur de 3cm. La mesure de l'évolution de la remontée a été procédée une minute après immersion ; on observe que l'échantillon gâché à l'eau de néré et le témoin commence à se dégrader à partir de 20 min, alors que celui qui a été gâché à l'eau de karité commence à partir de 5h30min. L'image suivant montre la partie inférieure en contact à l'eau après 5h30min.

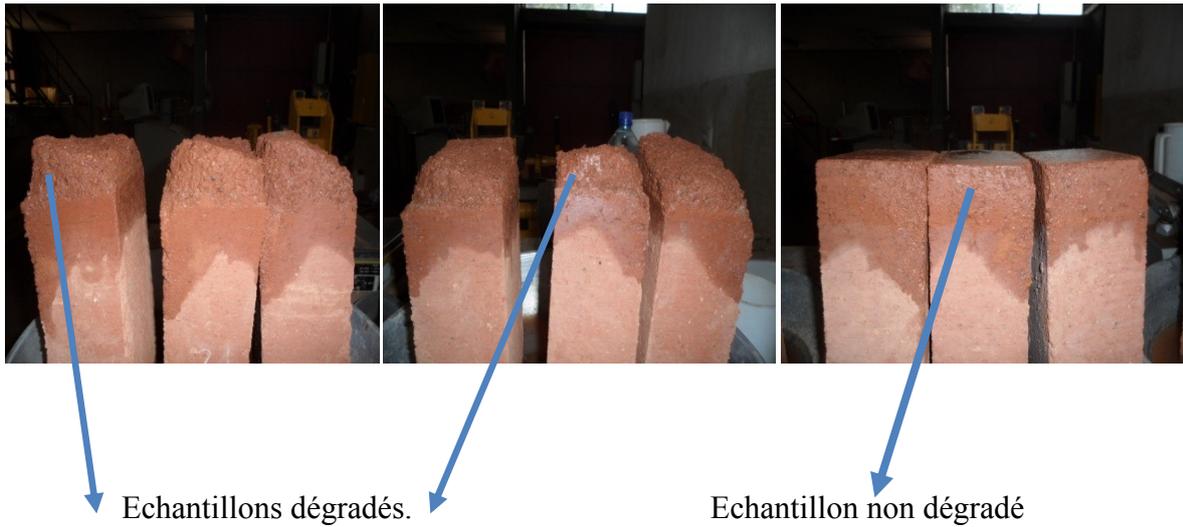


Figure 15 : Dégradation des échantillons Témoin - Néré - Karité

La résistance de l'échantillon karité à sa tenue d'eau pouvait s'expliquer par rapport à la substance grasse existant dans l'eau résiduelle de production de beurre de karité qui peut être la cause de l'augmentation de l'imperméabilité.

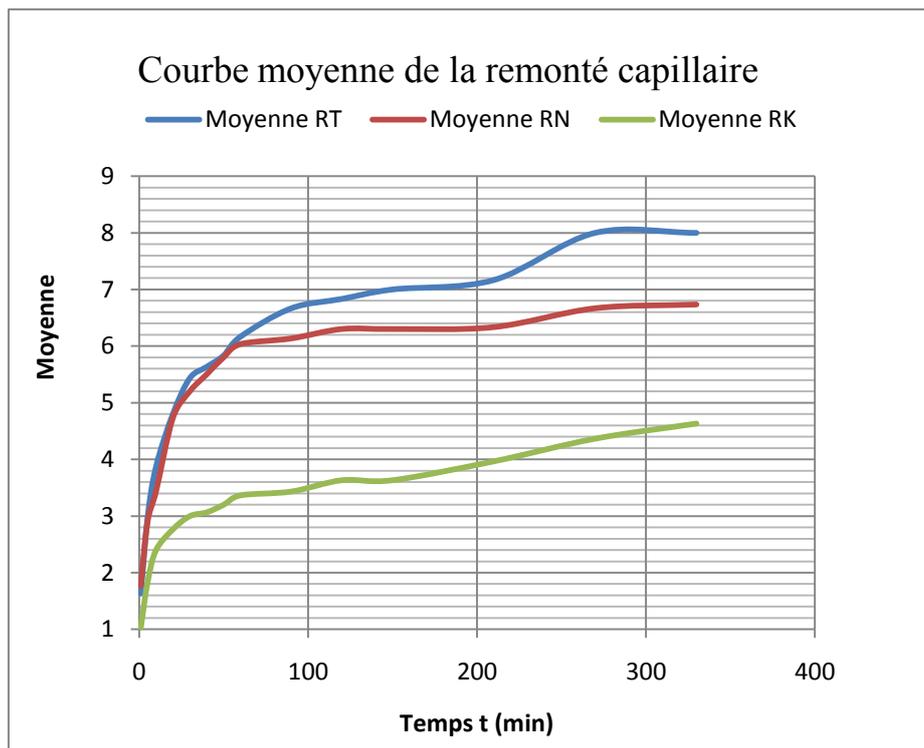


Figure 16 : Courbe moyenne des échantillons soumise à la remonté capillaire

Le schéma de la figure 14 permet d'apprécier l'évolution de la remontée capillaire des briques témoins et des briques stabilisés au nééré et au karité en fonction de temps. On remarque que la

remontée capillaire est assez rapide les 50 premières minutes pour les briques gâché au néré et les témoins, mais elle se fait progressivement tout au long du temps. Seules, la remontée capillaire des briques gâché avec le karité se stabilise après 30mn.

Ensuite, en suivant la même procédure de la remontée capillaire aux échantillons témoins ayant subi une immersion de 15min aux solutions de néré et au karité, puis les laissés sécher à l'étuve pendant quelque heures.

On observe encore le même effet sur les échantillons que précédemment. Les briques traitées au karité présentent toujours un bon tenu à l'eau par rapport à celles immergées au néré. L'image suivant illustre l'explication ci-dessus.

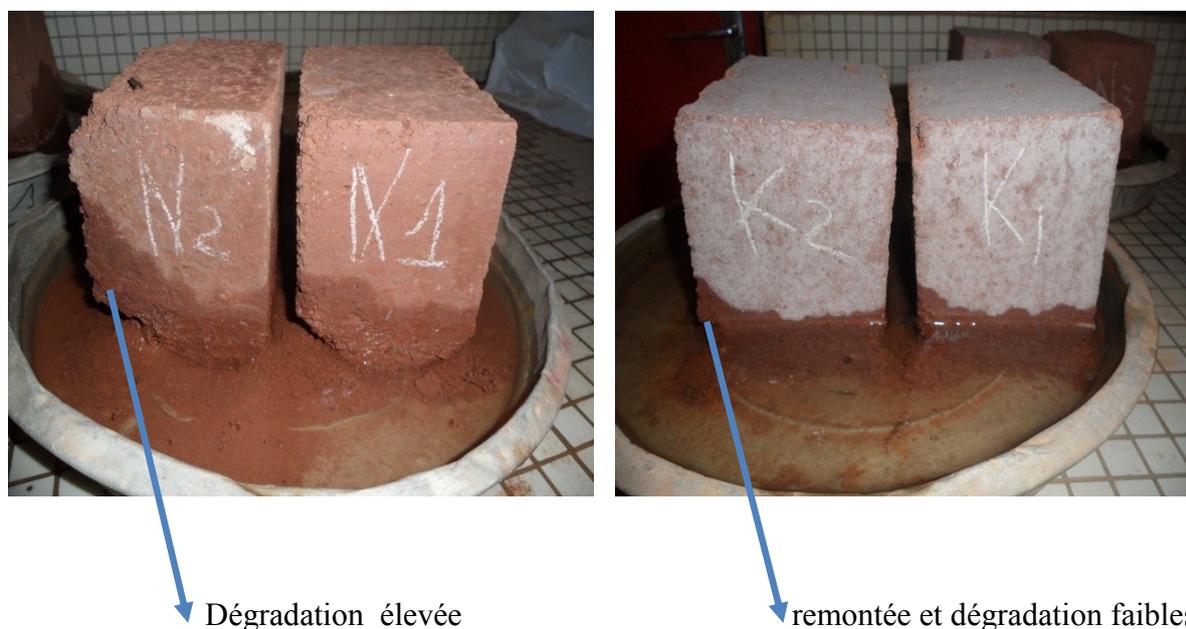


Figure 17 : Dégradation des échantillons immergés dans différents stabilisants

La photo de la figure 17 montre encore la même évolution de la remontée sur les deux échantillons de néré et de karité. On peut encore expliquer l'imperméabilité de briques traitées au karité par la substance grasse existant dans l'eau résiduelle.

Le tableau ci-dessous explique la mise en solution (eau) des tous les échantillons à une durée de 30 mn et d'une heure. Ces durées permettent largement d'apprécier l'évolution de la remontée capillaire, mais en deca de ce temps, il s'avère difficile d'apporter de jugement ou des analyses liées à cette évolution.

Tableau 7: résultat moyenne des différents échantillons

Echantillons Durée	T	Ng	TpN	Nb	Kg	TpK	Kb
30mn	5,43cm	5,2cm	4,67cm	-	3cm	1,7cm	-
60mn	6,17cm	6,3cm	5,5cm	-	3,37cm	1,97cm	-

T= témoin; **Ng**= néré gâché; **TpN**= témoin plongé dans néré; **Kg**= karité gâché; **TpK**= témoin plongé dans karité ; **Nb**= néré badigeonné ; **Kb**= karité badigeonné.

Au vue de ces résultats, on constate une remontée capillaire assez forte de briques gâchées avec les solutions (Ng et Kg) par rapport aux briques témoins plongées dans les solutions (TpN et TpK). Mais un phénomène vis-versa se produit quant à la dégradation.

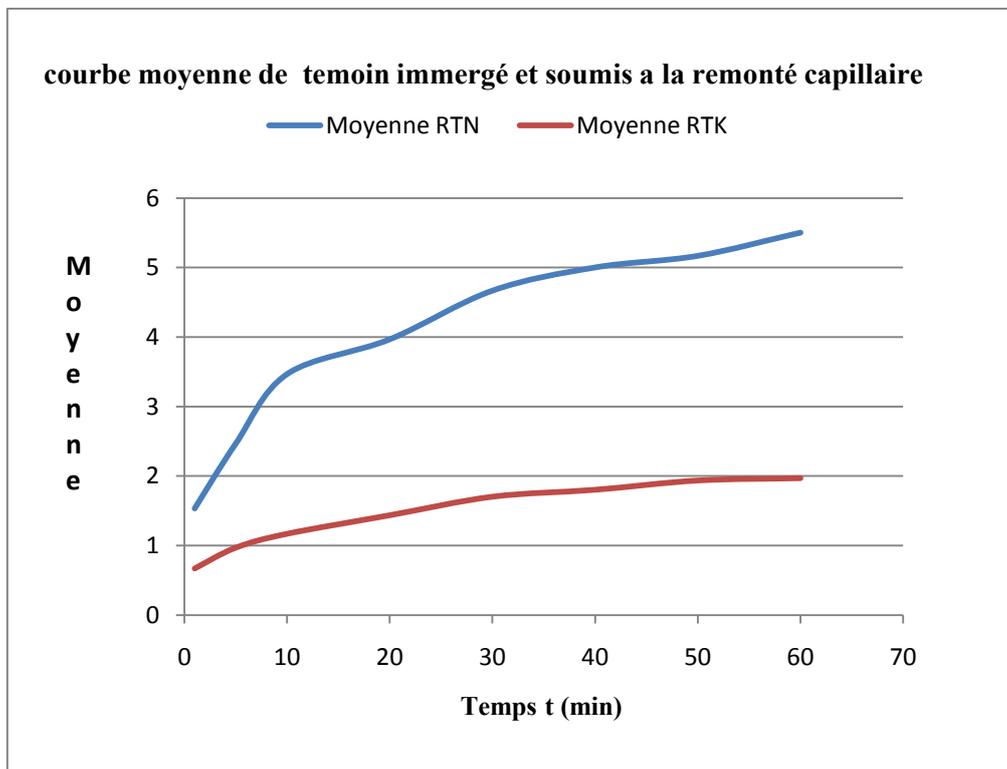


Figure 18 : Courbe moyenne des témoins immergés et soumise à la remontée capillaire

Le schéma de la figure 18 permet d'apprécier l'évolution de la remontée capillaire des briques témoins immergées dans les solutions néré et karité en fonction de temps.

On a proposé de vérifier également le test de dégradation visuelle sur les échantillons et observé comme précédemment la dégradation des briques témoins et au néré est rapide après leur pose dans l'eau par rapport à celle de karité.

Le tableau ci-dessous donne le coefficient de dégradation qu'on a affecté pour apprécier la gravité de la dégradation du matériau qualitativement.

Tableau 8: coefficient de dégradation

échantillon	Ng	TpN	Kg	TpK	T
Cd	élevé	élevé	Non dégradé	faible	élevé

Coefficient de dégradation : mesure la gravité de la dégradation du matériau

Élevée : départ de grande quantité du matériau

Non dégradé : absence de départ de particule du matériau

Faible : départ de faible quantité du matériau.

Vue les résultats des tableaux et des courbes ci-dessus, il ressort que les briques traitées à l'eau de karité absorbent moins d'eau que les briques traitées à l'eau de néré et les témoins. Le traitement à l'eau résiduelle de karité opéré joue un rôle très important d'étanchéité sur les BTC. Ce qui confirme les observations faites sur les cases et les techniques traditionnelles.

IV-Interprétation de la résistance à la flexion

La résistance à la flexion permet de voir le comportement mécanique des différents échantillons face aux différentes sollicitations qu'elles seront destinées à supporter. Pour se faire, il a été utilisé le portique d'essai universel didactique.

Le portique d'essai universel didactique est un cadre métallique comportant différents perçages, un vérin hydraulique d'une capacité de 160kN à agir sur l'échantillon.



Figure 19 : portique d'essai universel didactique

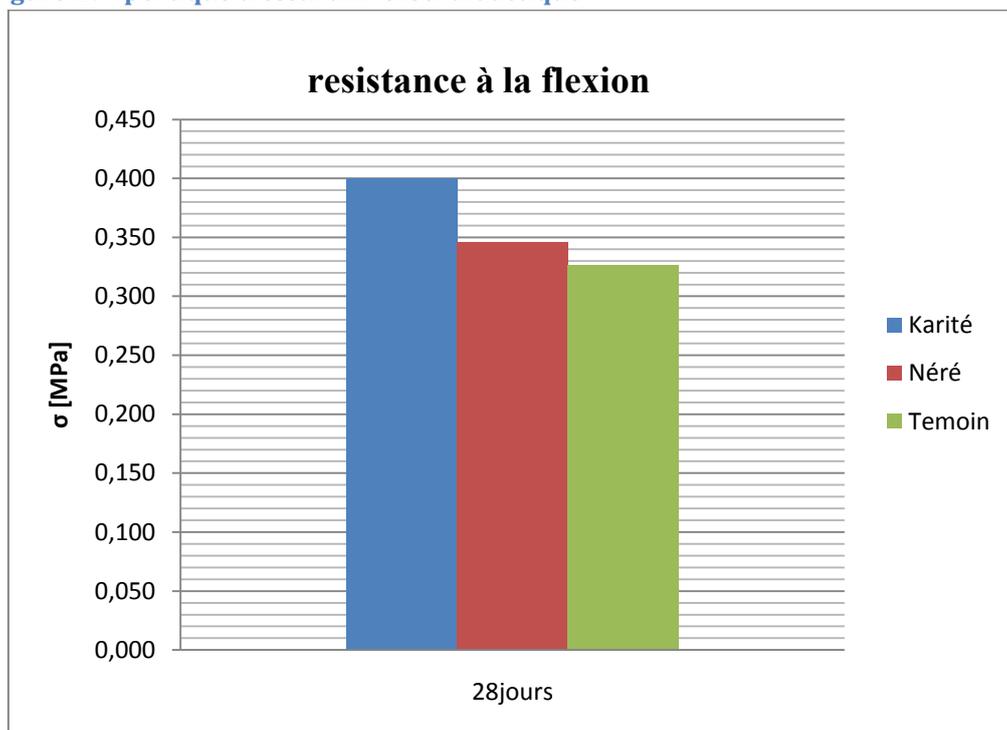


Figure 20 : histogramme de la résistance à la flexion

L'historgramme de la figure 19 ci-dessus montre que le mélange du karité a une résistance supérieure par rapport aux deux autres mélanges, tandis que la résistance à la compression de la brique au néré devient plus importante que celle de karité.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les sols latéritiques présentent un intérêt particulier pour la fabrication des briques vu leur abondance dans les régions tropicales et subtropicales et leurs qualités parfois très intéressantes.

Dans le cadre de ce travail, l'objectif est de vérifier le comportement mécanique des blocs de terre comprimée, la résistance humide et leurs tenues par rapport à l'eau à basse des substances naturelles (eau résiduelle de karité et décoction de gousses de néré).

Les différentes analyses physiques et mécaniques procédées, permettent d'apprécier et améliorer le comportement mécanique des BTC traitées avec des substances naturelles afin d'apporter une réponse à ce problème, après avoir caractérisé la terre, il a été trouvé qu'elle est dans le fuseau granulométrique conseillé par *CRATerre-EAG* pour les BTC.

Il ressort donc de cette étude que le stabilisant utilisé sur les briques à base de décoction de néré était plus importante que celle du karité. Cette augmentation est moins significative dans tous les échantillons de deux stabilisants.

D'après les résultats obtenus sur la résistance à la compression des briques, les résultats paraissent être corrects supérieur ou égale à 4MPa. La résistance maximale obtenue à 28 jours est de 2,05MPa pour le néré, de 1,9MPa pour le karité et 1,8MPa pour les briques témoins, sans que la résistance humide paraît être corrects supérieur ou égale à 2MPa. Ce même échantillon donne 1,6MPa pour le néré, 1,4MPa pour le karité et 1,2MPa pour le témoin.

Quand au niveau de test de la remontée capillaire, les échantillons traités au néré réduisent moins de perméabilité qu'aux ceux traités au karité. Ce qui confirme les observations faites sur les cases et les techniques traditionnelles.

Les stabilisants naturels ont l'avantage évident d'être locaux et bon marché, mais leur résistance mécanique n'est cependant pas sûre sur les BTC. Par contre, l'eau de karité montre une efficacité d'étanchéité très importante sur le test de la remontée capillaire des BTC.

En perspectives, il sera intéressant de :

- ✓ Faire des études de BTC améliorées au ciment en utilisant comme eau de gâchage la décoction de néré car cela pourrait augmenter considérablement leur résistance mécanique. Cela peut diminuer la quantité du ciment utilisé sur les BTC.

- ✓ Il serait donc judicieux d'approfondir l'analyse chimique des constituant de néré et des eaux résiduelles de karité ce qui permettra de comprendre le processus chimique qui s'opère sur la latérite pour une meilleure maîtrise des éléments chimiques qui produiraient l'accroissement de la résistance.
- ✓ faire une vérification de taux de dégradation par mesure de la masse de l'échantillon avant et après l'essai afin d'obtenir une formule spécifique.
- ✓ reprendre l'essai de la remontée capillaire par badigeonnage pour voir comment évolue l'état de la brique.
- ✓ faire une étude technico-économique des briques fonctionnées à base de néré et karité pour comparer son cout financier à celui des BTC ordinairement fonctionnées.

LISTES DE BIBLIOGRAPHIES

1. **NTOUDA NKE RENE JULIEN**, Etude de la résistance mécanique des blocs de latérite ayant subi un traitement de renforcement. 2iE, 2009.
2. **IBRAHIM MHT SALEH**, Etude comparative entre l'amélioration des briques en terre comprimées stabilisée par le ciment et la chaux éteinte. 2iE, 2010.
3. **M. OLIVIER, A. MESBAH**, 1997, mécanique de la construction en terre, mode opératoire pour la réalisation des essais de résistance sur les blocs en terre comprimée.
4. **VINCENT RIGASSI**, CRA Terre-EAG, Blocs de terre comprimée, volume I. Manuel de production.
5. **HUBERT GUILLAUD, THIERRY JOFFROY, PASCAL ODUL**, CRA Terre-EAG, Blocs de terre comprimée, Volume II. Manuel de conception et de construction.
6. **PIERRE MEUKAM**, Valorisation des blocs de terre stabilisée en vue de l'isolation thermique de bâtiments. 2iE, Thèse, 2004.
7. **MMADI HASSANATI**, la caractérisation des carrières latéritiques de Dano pour des applications dans l'habitat. 2iE, 2010.
8. **G.BOURGEONN et Y.GUNNELL**, la latérite de Buchanan. Etude et gestion des sols, volume 12/02/2005, Avril 2005.
9. **BAKAM, A.B.KOR NDIKONTAR, M. ET KONFOR NJILAH, I.** Essais de stabilisation de la latérite avec les fibres cellulosiques. African journal of Science and Technology (AJST) Science and Engineering Series Vol. 5, No. 1; June 2004.
10. **A.HAKIMI, K.OUISSI, M. EL KORTBI ET N.YAMANI**, Un test d'humidification-séchage pour les blocs de terre comprimée et stabilisée au ciment. laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), Casablanca, Maroc.

Sites internet

<http://les.arbres.free.fr/fiche-nere.php> consulté le 22 Mars 2011

http://fr.wikipedia.org/wiki/Terre_crue consulté le 22 Mars 2011

<http://www.lesarbres.fr/karité.htm> consulté le 22 Mars 2011

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Bouse> consulté le 08 Avril 2011

ANNEXES

Annexe 1: Essais d'identification

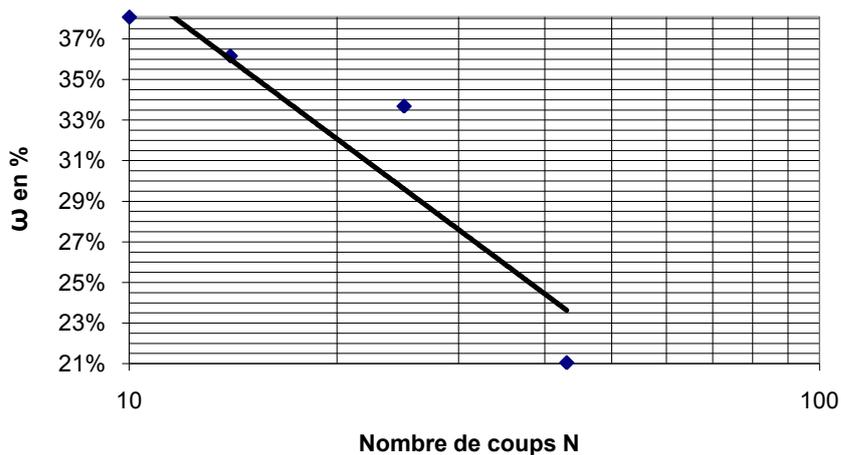
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE						
Modules AFNOR	ϕ tamis mm	Refus partiels	Refus cumulés	% Refus cumulés	% Passants cumulés	Observations
50	80					
49	63					
48	50					
47	40					
46	31,5					
45	25					
44	20	29,9	29,9	1,0%	99,0%	
43	16	65,2	95,1	3,2%	96,8%	
42	12,5	87,7	182,8	6,1%	93,9%	
41	10	177,9	360,7	12,0%	88,0%	
40	8	347,2	707,9	23,6%	76,4%	
39	6,3	307,5	1 015,4	33,8%	66,2%	
38	5	311,2	1 326,6	44,2%	55,8%	
37	4	220,9	1 547,5	51,6%	48,4%	
36	3,15	216,1	1 763,6	58,8%	41,2%	
35	2,5	109,3	1 872,9	62,4%	37,6%	
34	2	76,8	1 949,7	65,0%	35,0%	
33	1,6	0,0	1 949,7	65,0%		
32	1,25	121,8	2 071,5	69,0%	31,0%	
31	1	49,2	2 120,7	70,7%	29,3%	
30	0,8	0,0	2 120,7	70,7%		
29	0,63	98,4	2 219,1	74,0%	26,0%	
28	0,5	0,0	2 219,1	74,0%		
27	0,4	82,9	2 302,0	76,7%	23,3%	
26	0,315	34,3	2 336,3	77,9%	22,1%	
25	0,25	0,0	2 336,3	77,9%		
24	0,2	0,0	2 336,3	77,9%		
23	0,16	94,2	2 430,5	81,0%	19,0%	
22	0,125	0,0	2 430,5	81,0%		
21	0,1	0,0	2 430,5	81,0%		
20	0,08	62,6	2 493,1	83,1%	16,9%	
19	0,063	2,9g				
18	0,050					
17	0,040					

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE

Heures to =	Temps cumulé tc de lecture	Lecture R	Température T °c	Correction C _T +C _m -C _d	Lecture corrigée Rc	Profondeur effective Hr (cm)	Facteur F	Diamètre équivalent Φ (μ m)	Pourcentage des grains < Φ P (%)	Passant échantillon p (p = C.P) en %
10:56:00	30 s	1007,0	28,4	2,8	1009,8	13,8	0,88	59	74,4%	12,6%
10:57:00	1 min	1006,0	28,4	2,8	1008,8	14,0	0,88	42	66,8%	11,3%
10:58:00	2 min	1005,0	28,4	2,8	1007,8	14,2	0,88	30	59,2%	10,0%
11:01:00	5 min	1004,5	28,3	2,8	1007,3	14,3	0,88	19	55,2%	9,3%
11:06:00	10 min	1004,5	28,3	2,8	1007,3	14,3	0,88	14	55,2%	9,3%
11:16:00	20 min	1004,0	28,3	2,8	1006,8	14,4	0,88	10	51,4%	8,7%
11:36:00	40 min	1003,5	28,4	2,8	1006,3	14,5	0,88	7	47,8%	8,1%
12:16:00	80 min	1003,0	28,7	2,9	1005,9	14,5	0,87	5	44,8%	7,6%
14:56:00	4 h	1001,5	31,8	3,9	1005,4	14,6	0,85	3	41,2%	7,0%
10:56:00 J+1	24 h	1001,0	31,7	3,9	1004,9	14,7	0,85	1	37,2%	6,3%

LIMITES D'ATTERBERG - Méthode à la coupelle

N° tare	Limite de liquidité					Limite de plasticité			
	1	2	3	4	5	A	B	C	D
Poids total humide (g)	17,67	18,34	18,44	19,68		9,88	9,68	9,45	10,27
Poids total sec (g)	14,75	15,39	15,55	17,48		9,45	9,28	9,08	9,80
Poids tare (g)	7,16	7,32	7,07	7,22		7,38	7,35	7,32	7,54
Poids de l'eau (g)	2,92	2,95	2,89	2,20		0,43	0,40	0,37	0,47
Poids sec (g)	7,59	8,07	8,48	10,26		2,07	1,93	1,76	2,26
Teneur en eau (g)	38,5%	36,6%	34,1%	21,4%		20,8%	20,7%	21,0%	20,8%
Nombre de coups N	10	14	25	43					



RESULTATS

ω_L
 = **30,0%**
 ω_P
 = **20,8%**

Indice de plasticité :

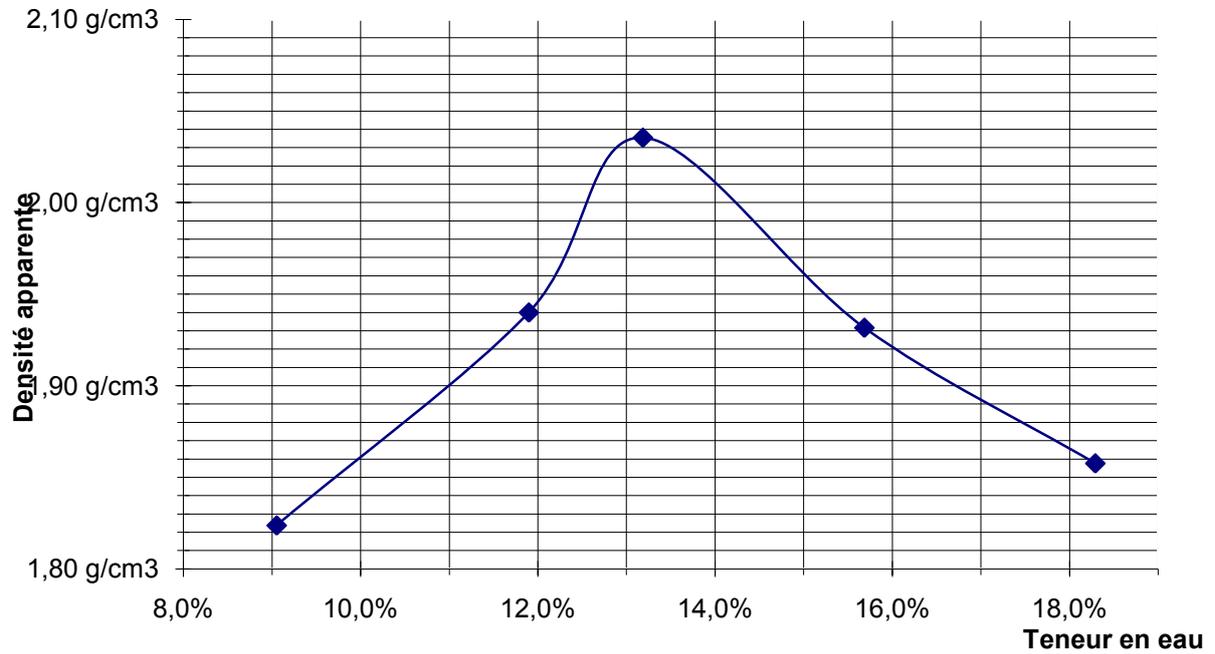
I_P
 = $\omega_L - \omega_P$
 I_P
 = **9,2%**

Indice de consistance du terrain naturel :

I_c
 = $(\omega_L - \omega) / I_P$
 I_c
 = **3,2**

ESSAI PROCTOR

Teneur en eau souhaitée		6%		8%		10%		12%		14%	
Eau de mouillage		180		240		300		360		420	
Densité	Poids total humide (g)	6774		6945		7070		7005		6970	
	Poids du moule (g)	4905		4905		4905		4905		4905	
	Poids net humide (g)	1869		2040		2165		2100		2065	
	Volume du moule (cm ³)	940		940		940		940		940	
Teneur en eau	Numéro tare	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	Poids tare (g)	18,0	17,6	17,2	17,0	18,0	17,8	17,8	18,0	17,2	17,0
	Poids total humide (g)	89,6	99,1	92,1	85,8	73,7	73,3	94,2	101,4	106,6	101,4
	Poids total sec (g)	83,5	92,5	84,3	78,3	67,3	66,8	83,8	90,2	93,0	89,6
	Teneur en eau (%)	9,2%	8,9%	11,6%	12,2%	13,1%	13,3%	15,8%	15,5%	17,9%	18,3%
Teneur en eau moyenne (%)		9,1%		11,9%		13,2%		15,7%		18,3%	
Densité humide γ (g/cm ³) :		1,99		2,17		2,30		2,23		2,20	
Densité sèche γ_d (g/cm ³) :		1,82		1,94		2,04		1,93		1,86	



N° échantillon (le cas échéant)	Poids sec matériaux mis dans la cuve (g)	Volume d'eau distillé ajouté (cm³)	Pression finale (P') cuve échantillon + chambres (mWs)				Valeur \bar{P}' (mWs) moyenne	Valeur V_{lu} (cm³)	γ_s (KN/m³)
			1ère essai	2ième essai	3ième essai				
E01	1055,3g	318 cm³	8,80	8,70	8,70	8,73	677,76 cm³	29,3 KN/m³	

Annexe 2: Essais de compression

Récapitulatifs des tableaux

Tableau 5 : Récapitulatifs de résultats de compression à 28 jours

Echantillon		ε_r	σ_c [MPa]	Et [MPa]	Es [MPa]
T	A	0,024	1,795	1,795	8,18
	B	0,012	1,795	149,583	112
	C	0,021	1,889	89,952	90
		0,019	1,8263333	80,444	70,060
K	A	0,015	1,933	128,867	166,500
	B	0,012	1,841	145,91667	133,000
	C	0,018	0,842	46,777778	67
Moyenne		0,015	1,5386667	107,187	122,167
N	A	0,016	2,049	128,063	134
	B	0,018	1,849	102,722	134,000
	C	0,019	1,502	74,368	201
Moyenne		0,0176667	1,8	101,718	156,333

Tableau 6 : Récapitulatifs de résultats de compression humide à 28 jours

Echantillon		ε_r	σ_c [MPa]	Et [MPa]	Es [MPa]
IK	A	0,017	0,931	54,764706	67
	B	0,015	1,484	98,933	89
	C	0,017	1,798	105,765	89
		0,016	1,4043333	86,488	81,667
IN	A	0,013	1,198	92,154	44
	B	0,019	0,845	44,474	89,000
Moyenne		0,023	1,621	114,391	66,500
TBK	A	0,018	1,589	88,278	90,000
	B	0,015	1,484	92,933333	90,000
	C	0,015	1,483	98,866667	89
Moyenne		0,016	1,5186667	93,359	89,667
TBN	A	0,016	1,619	101,188	113
	B	0,017	1,437	84,529	134,000
	C	0,018	1,502	78,500	157
Moyenne		0,017	1,5193333	88,072	134,667
ITN	A	0,036	0,283	7,86	21,000
	B	0,019	1,348	70,947	90
	C	0,018	0,961	53,389	67,000

Moyenne		0,0243333	0,864	44,066	59,333
ITK	A	0,016	1,033	64,56	68,000
	B	0,017	1,232	72,471	45
	C	0,019	1,006	52,947	89,000
Moyenne		0,0173333	1,090	63,327	67,333

Tableau 7 : Récapitulatifs de résultats en flexion à 28 jours

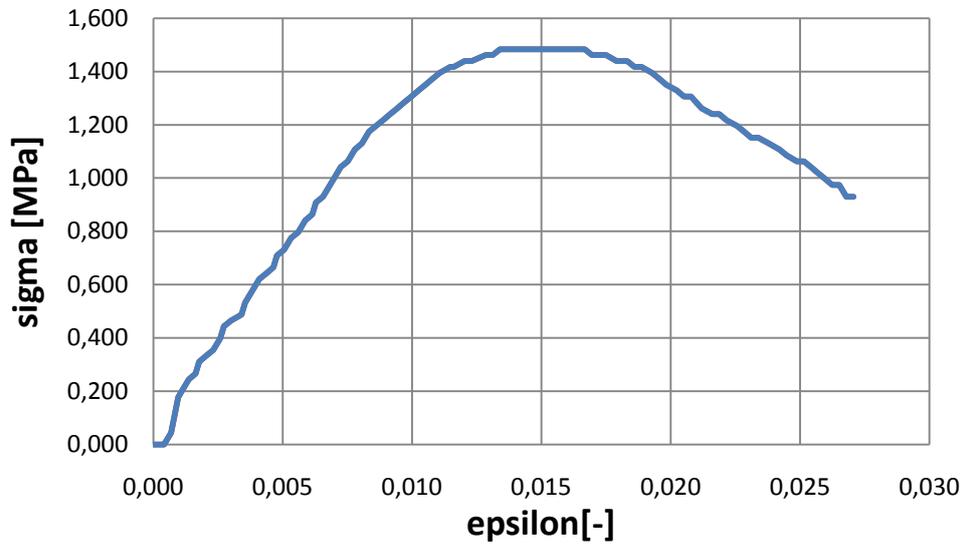
Echantillon		F [N]	l [mm]	b [mm]	h [mm]	σ [MPa]
K	A	1310	24,4	13,97	9,05	41,904
	B	1130	24,4	14,01	9,02	36,283
	C	1290	24,6	14,01	9,02	41,760
Moyenne		1243,333				39,983
N	A	920	24,6	13,97	8,9	30,679
	B	970	24,4	14	8,9	32,014
	C	1220	24,3	13,4	9	40,970
Moyenne		1036,667				34,554
T	A	940	24,4	14	8,4	34,828
	B	840	24,3	14	8,5	30,270
	C	940	24,6	13,4	8,9	32,679
Moyenne		906,667				32,592

Récapitulatifs des courbes

Courbe contrainte - déformation IK1

Masse: 7356.3g
Surface: 174.6cm

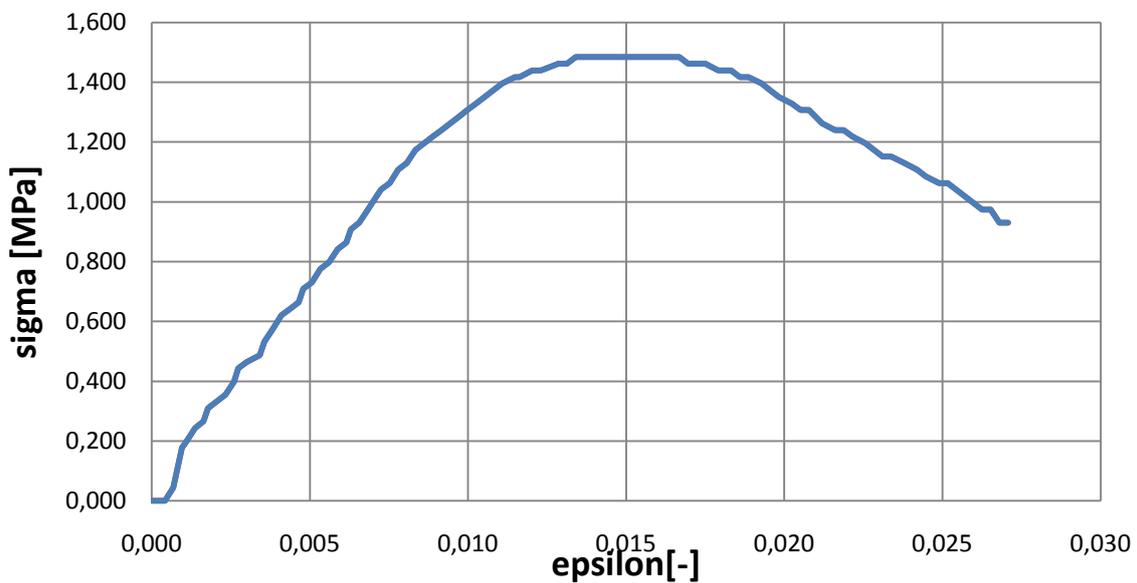
$\epsilon_r = 0.017$ $E_t = 54,764706\text{MPa}$
 $\sigma_c = 0,931\text{MPa}$ $E_s = 67\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation IK2

Masse: 7324g
Surface: 172.9cm

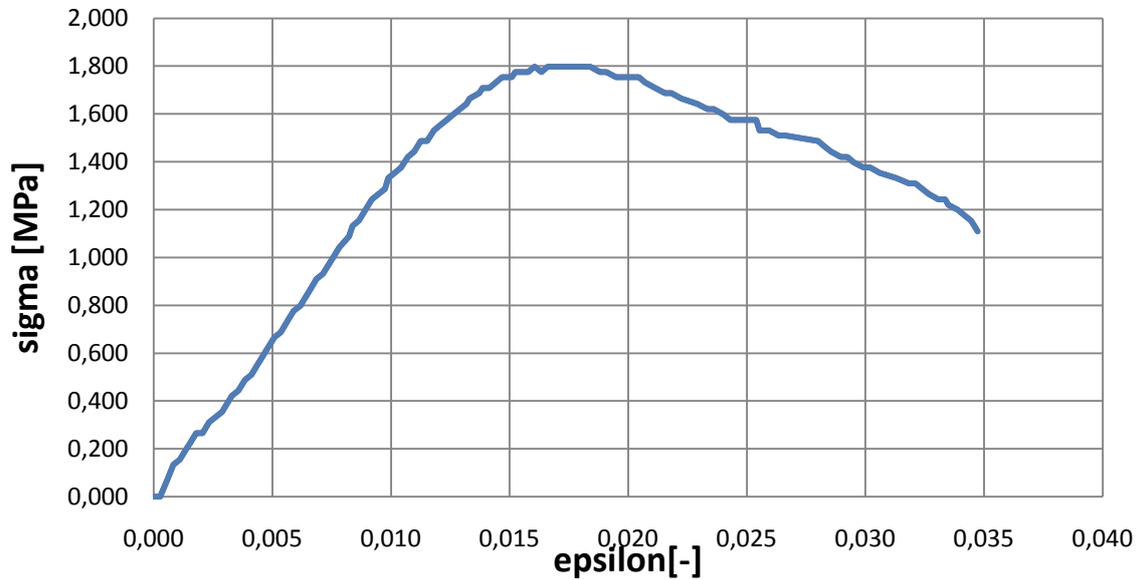
$\epsilon_r = 0.015$ $E_t = 98.933\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1.484\text{MPa}$ $E_s = 89\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation IK3

Masse: 7414g
Surface: 170.2cm

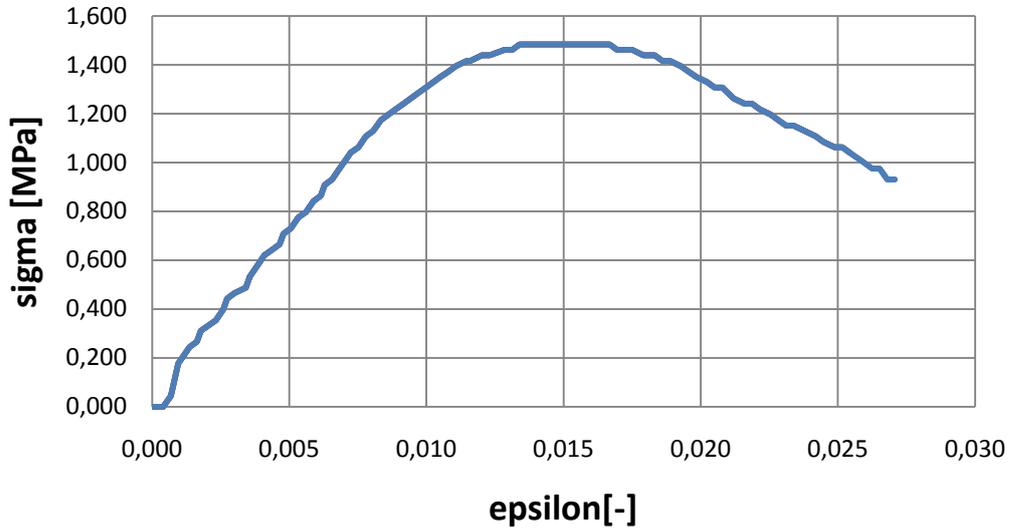
$\epsilon_r = 0.017$ $E_t = 105,765\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,798\text{MPa}$ $E_s = 89\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation IN1

Masse: 7362g
Surface: 166.4cm

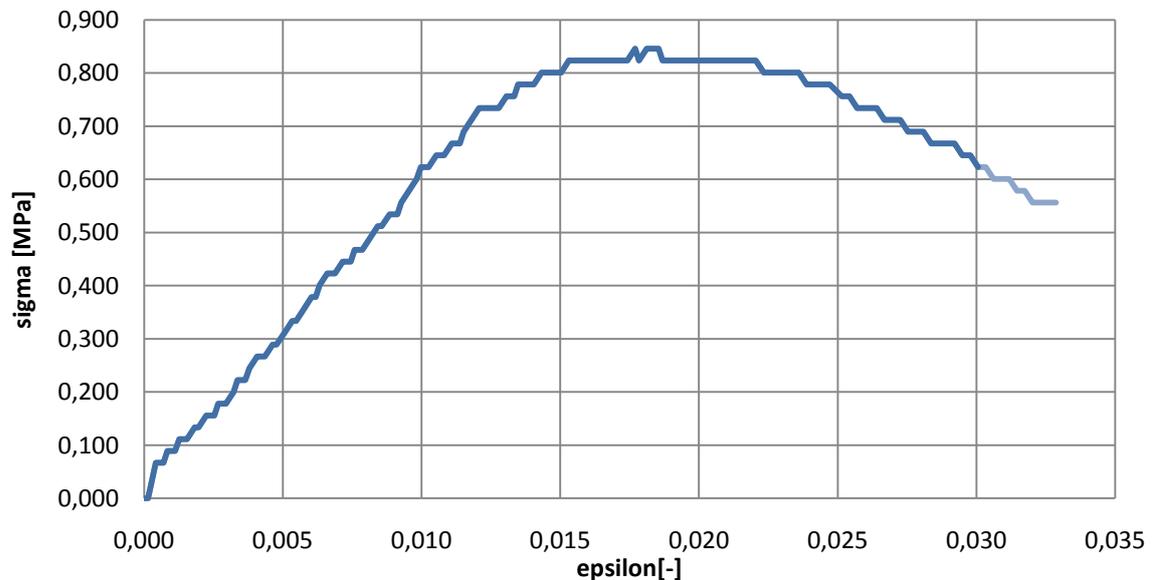
$\epsilon_r = 0.013$ $E_t = 92,154\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,198\text{MPa}$ $E_s = 44\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation IN2

Masse: 7032g
Surface: 152cm

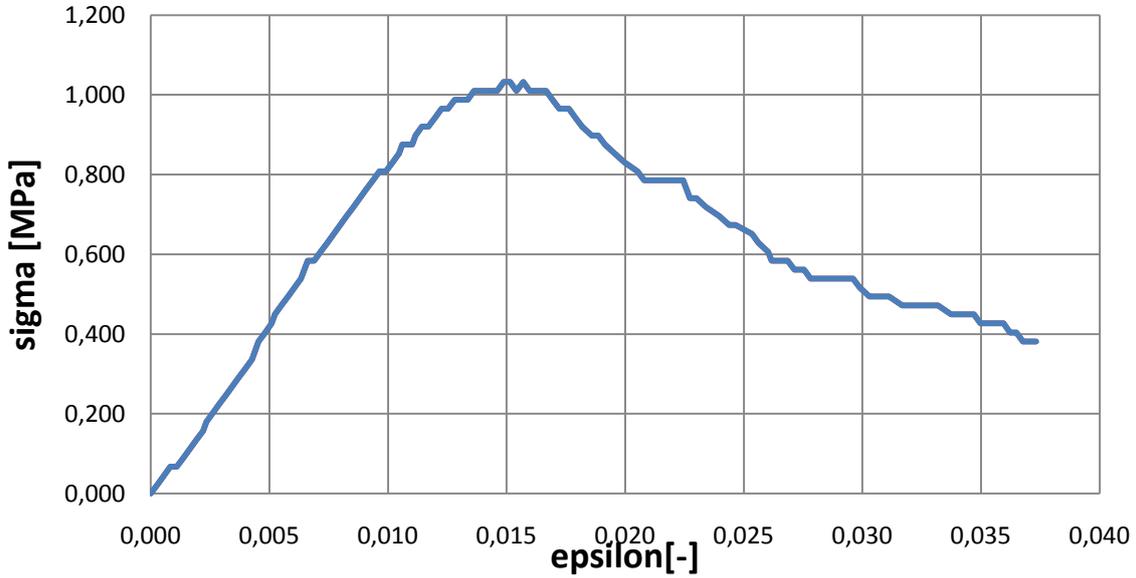
$\epsilon_r = 0.019$ $E_t = 44,474\text{MPa}$
 $\sigma_c = 0,845\text{MPa}$ $E_s = 89\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation TBK1

Masse: 6728.9g
Surface: 171cm

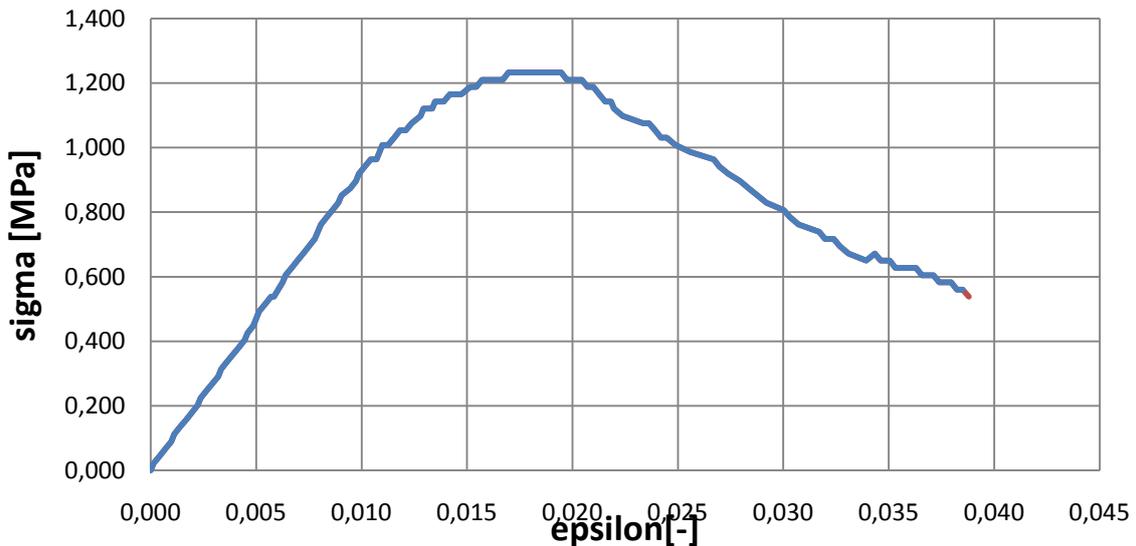
$\epsilon_r = 0.018$ $E_t = 88,278\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,589\text{MPa}$ $E_s = 90\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation TBK2

Masse: 7542g
Surface: 162cm

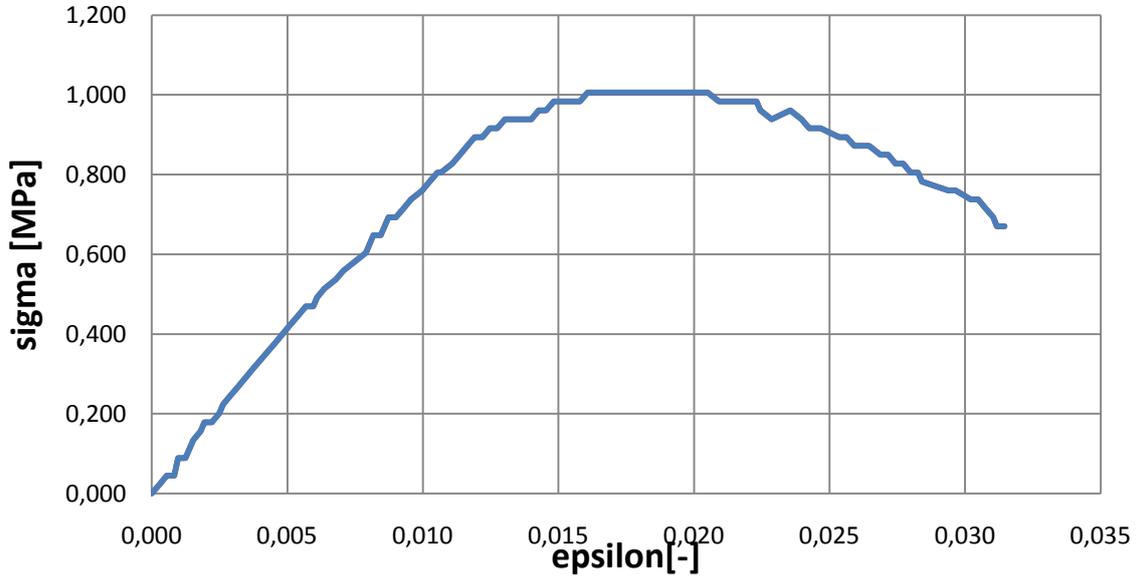
$\epsilon_r = 0.015$ $E_t = 92,933333\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,484\text{MPa}$ $E_s = 90\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation TBK3

Masse: 6952g
Surface: 168cm

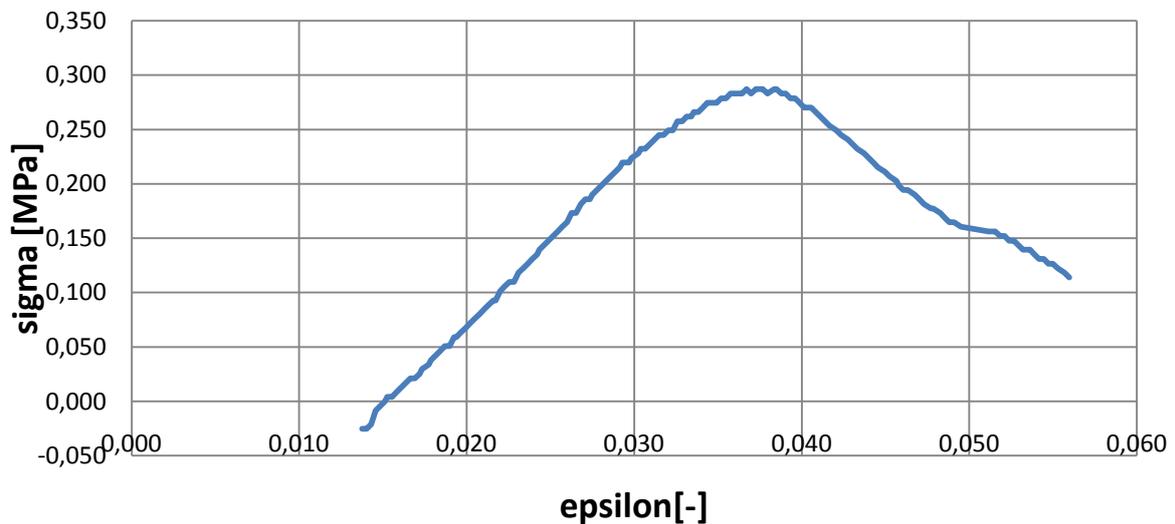
$\epsilon_r = 0.015$ $E_t = 98,866667\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,483\text{MPa}$ $E_s = 89\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation TBN1

Masse: 7264g
Surface: 168cm

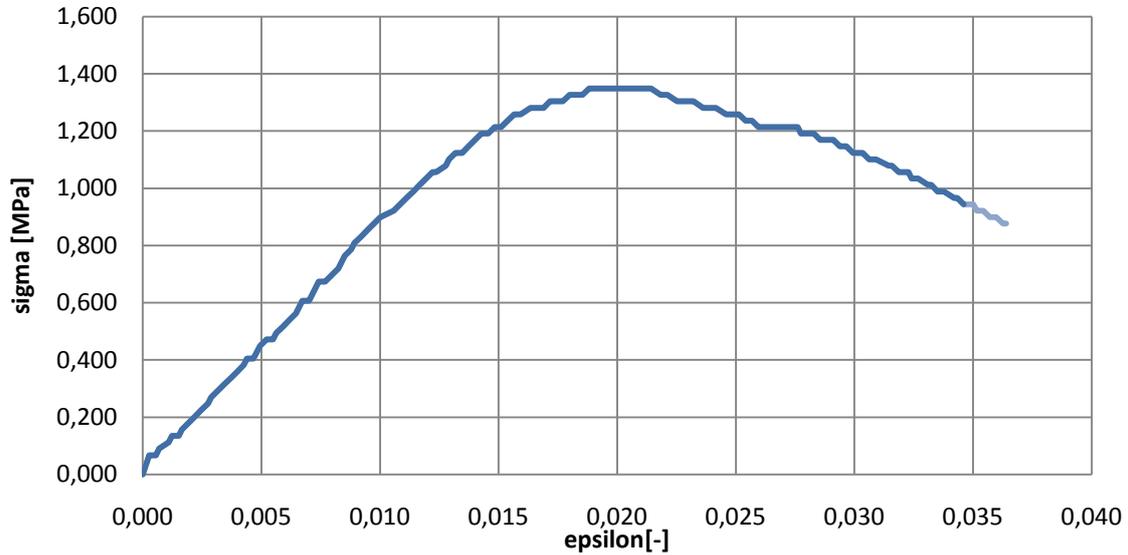
$\epsilon_r = 0.016$ $E_t = 101,188\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,619\text{MPa}$ $E_s = 113\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation TBN2

Masse:7125g
Surface:170cm

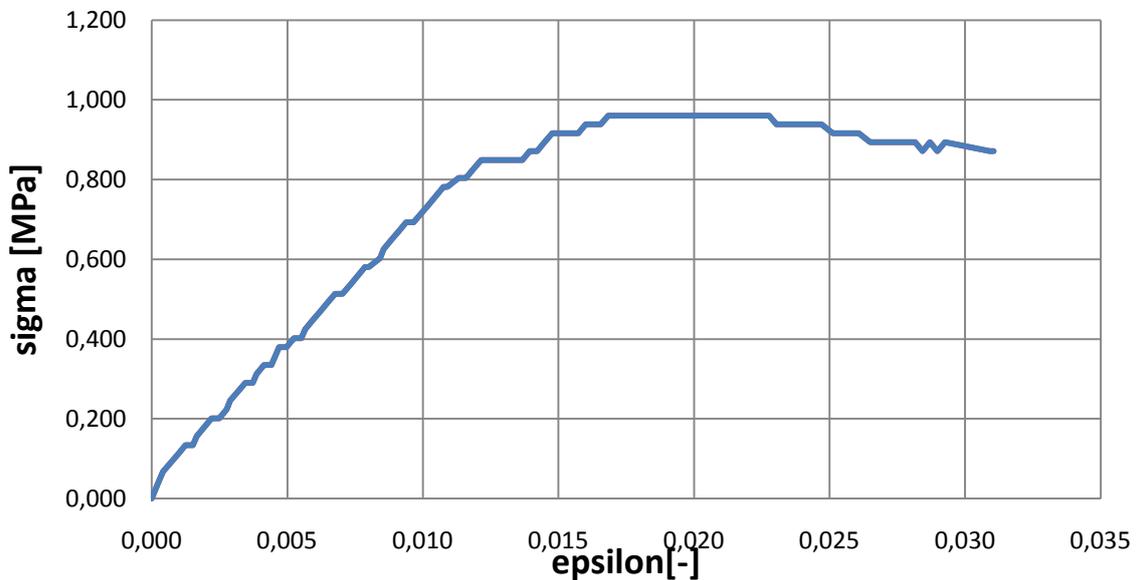
$\epsilon_r = 0.017$ $E_t = 84,529\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,437\text{MPa}$ $E_s = 134.00\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation TBN3

Masse: 7362g
Surface: 166cm

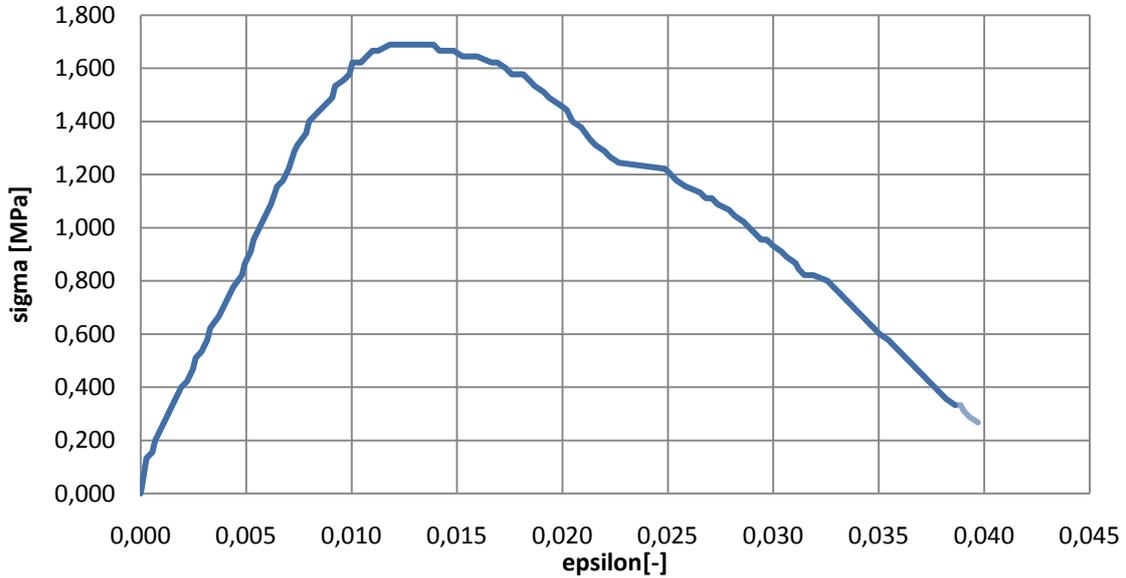
$\epsilon_r = 0.018$ $E_t = 78,500\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,502\text{MPa}$ $E_s = 157\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation ITN1

Masse: 7285g
Surface: 171cm

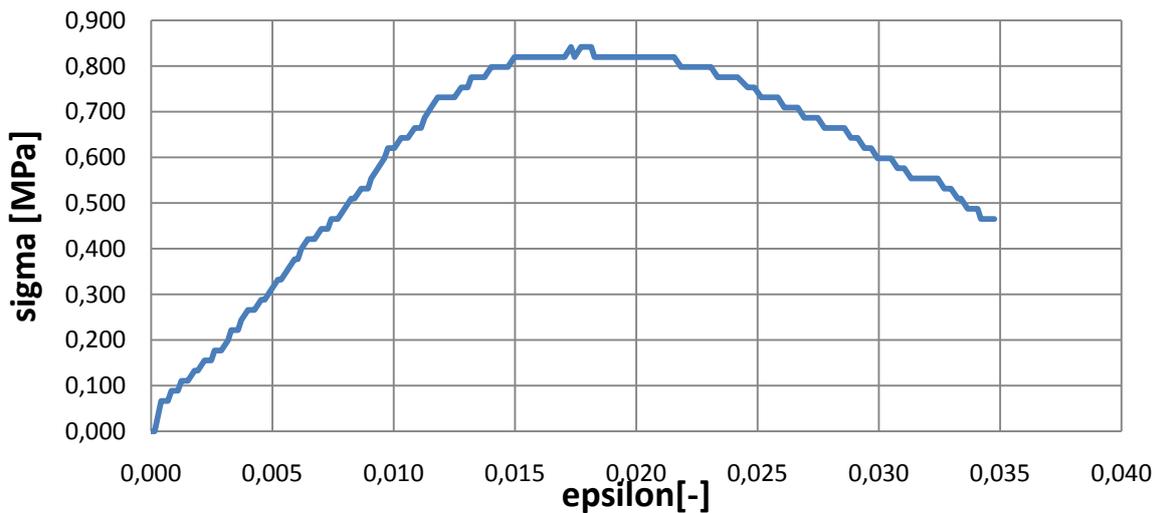
$\epsilon_r = 0.036$ $E_t = 7,86\text{MPa}$
 $\sigma_c = 0,283\text{MPa}$ $E_s = 21\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation ITN2

Masse: 7262g
Surface: 168cm

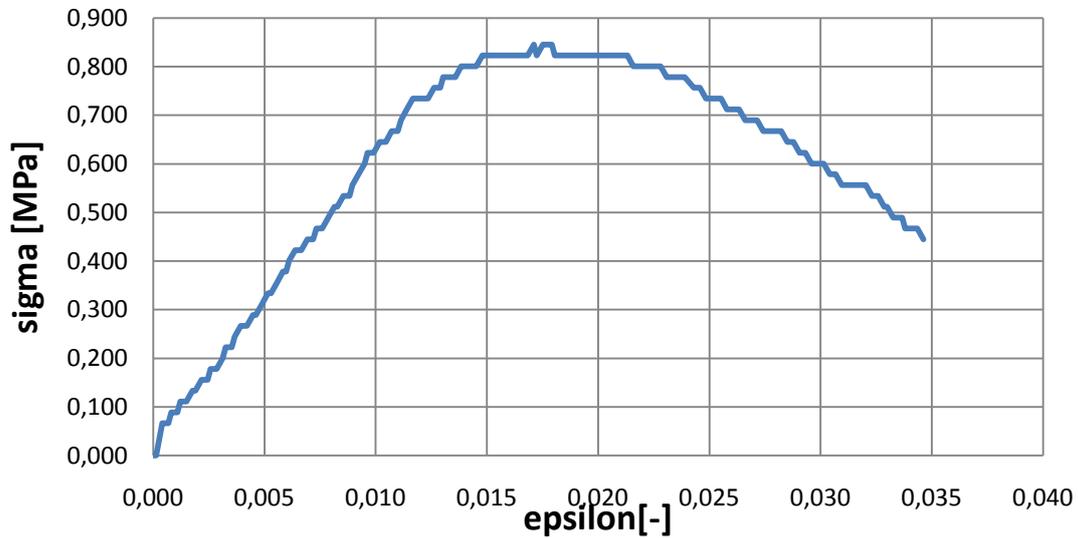
$\epsilon_r = 0.019$ $E_t = 70,947\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,348\text{MPa}$ $E_s = 90\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation ITN3

Masse:7248g
Surface:168cm

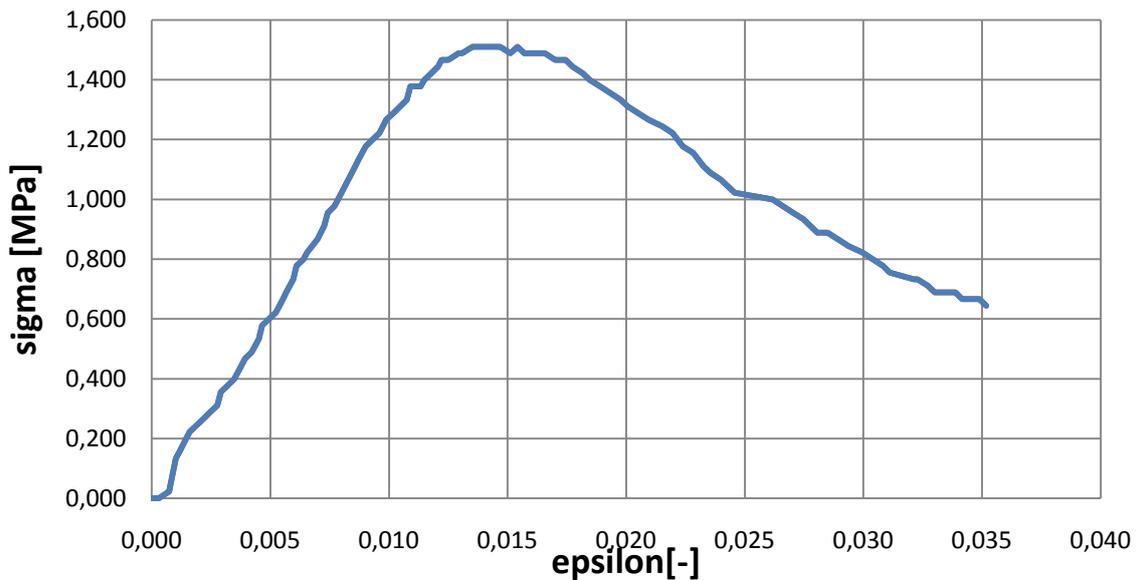
$\epsilon_r = 0.018$ $E_t = 53,389\text{MPa}$
 $\sigma_c = 0,961\text{MPa}$ $E_s = 67\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation ITK1

Masse: 7365g
Surface:171cm

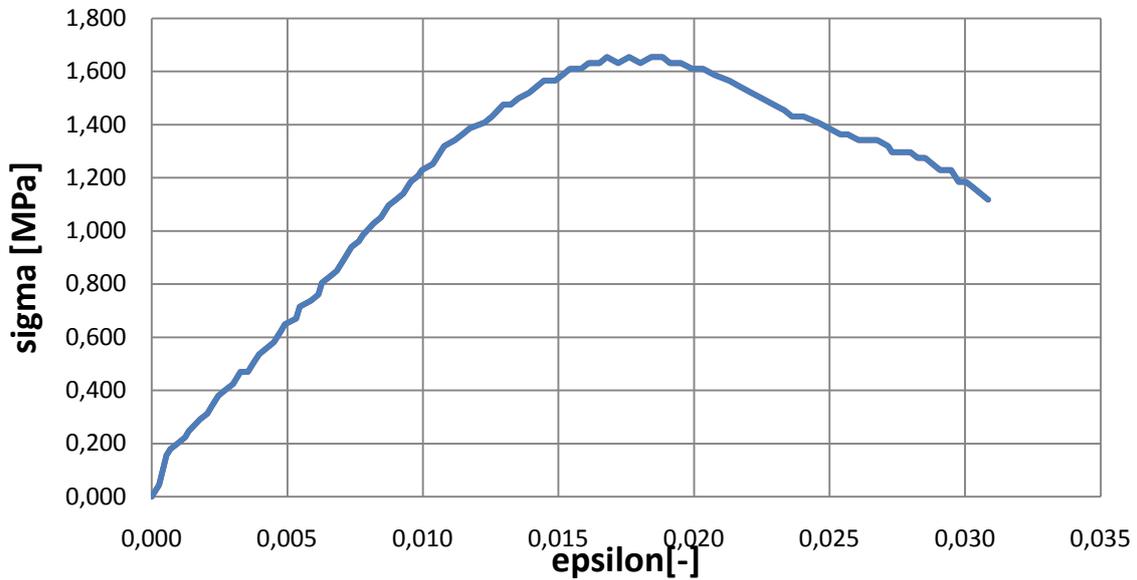
$\epsilon_r = 0.016$ $E_t = 64,56\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,033\text{MPa}$ $E_s = 68\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation ITK2

Masse: 7125g
Surface: 156cm

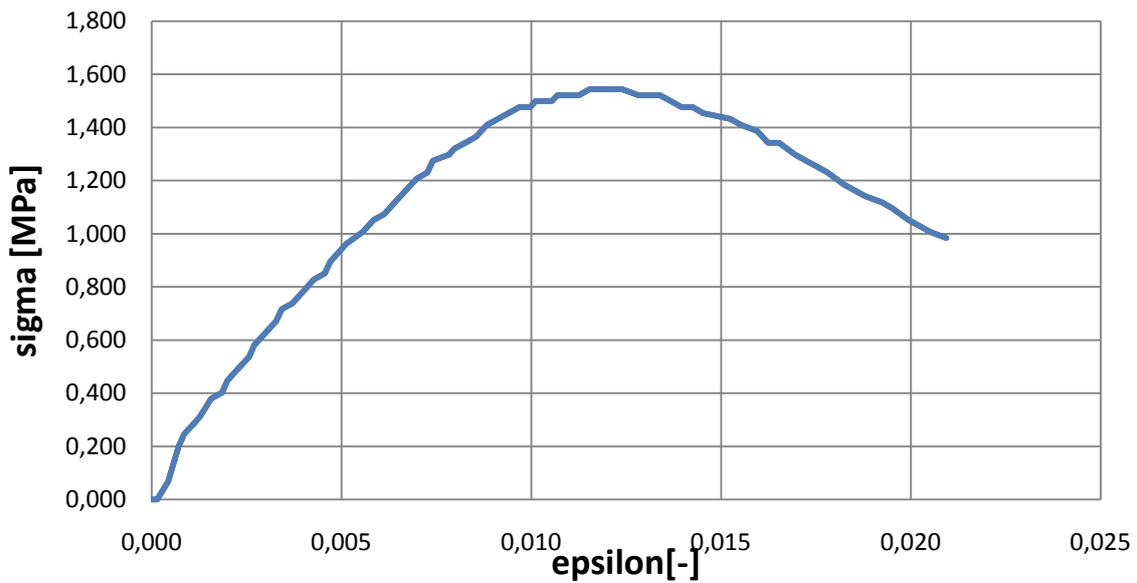
$\epsilon_r = 0,017$ $E_t = 72,471\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,232\text{MPa}$ $E_s = 45\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation ITK3

Masse: 7521g
Surface: 165cm

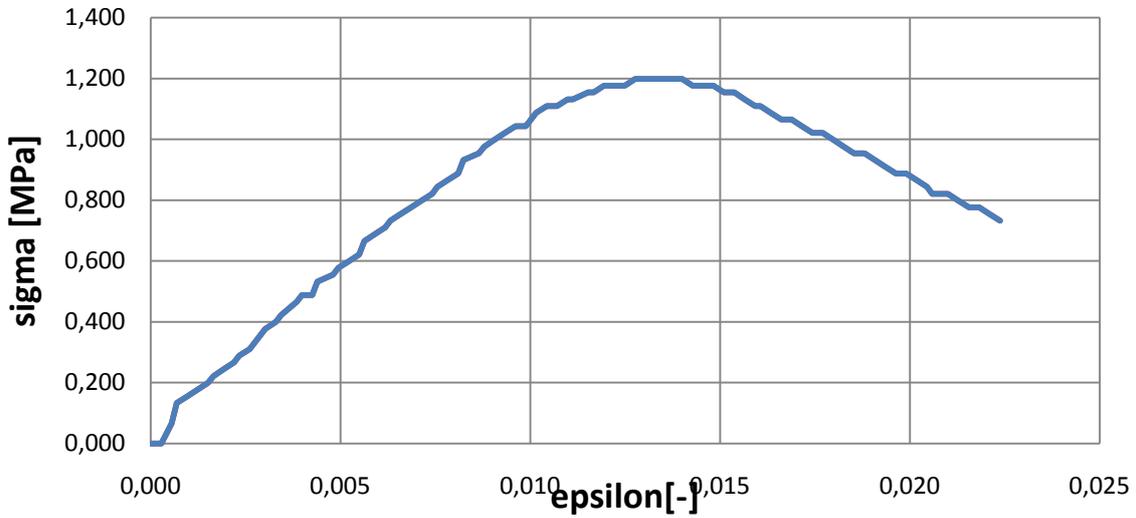
$\epsilon_r = 0.019$ $E_t = 52.947\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1.006\text{MPa}$ $E_s = 89\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation N

Masse: 7452g
Surface: 172cm

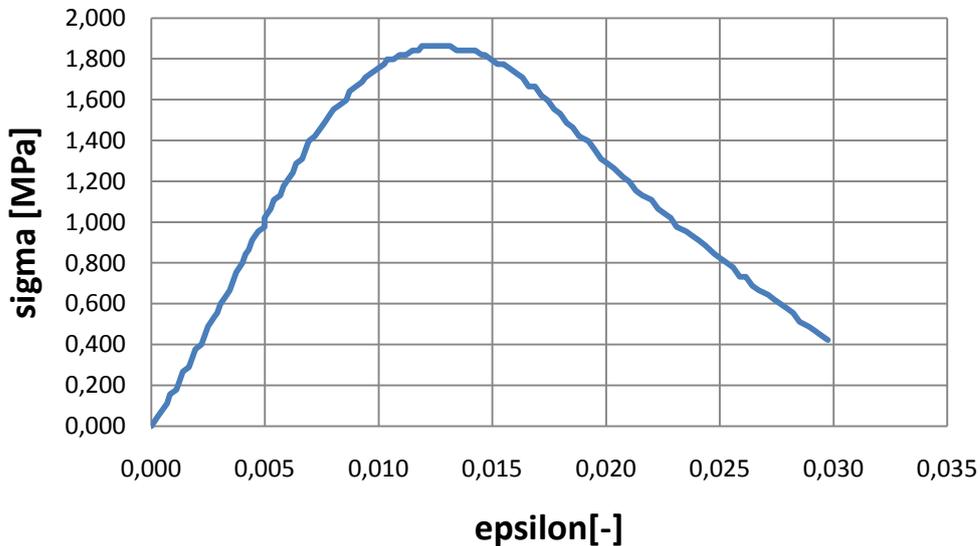
$\epsilon_r = 0.013$ $E_t = 92,154\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1,198\text{MPa}$ $E_s = 44\text{MPa}$



Courbe contrainte - déformation de l'échantillon K

Masse: 7145.9g
Surface: 173.8

$\epsilon_r = 0.015$ $E_t = 107.2\text{MPa}$
 $\sigma_c = 1.841\text{MPa}$ $E_s = 122.1\text{MPa}$



Annexe 3: Essais de remonté capillaire

Récapitulatifs des tableaux

Tableau 8 : Récapitulatifs de résultats des briques gâché par le néré et karité

Echantillon	tps (min)	1	5	10	20	30	40	50	60	90	120	150	210	270	330
RT	A	1,5	3,2	4,2	5,1	6	6,2	6,3	6,5	6,9	7	7,2	7,5	8,5	8,5
	B	2	3	4	5,1	5,8	6	6,2	6,8	7,1	7,4	7,7	7,9	9,1	9,1
	C	1,4	2,7	3,4	4,2	4,5	4,7	5	5,2	6	6,1	6,1	6,1	6,4	6,4
Moyenne		1,63	2,97	3,87	4,80	5,43	5,63	5,83	6,17	6,67	6,83	7,00	7,17	8,00	8,00
RN	A	2	3,8	4,3	5,2	5,4	5,8	6,1	6,4	6,5	6,6	6,6	6,6	7	7,2
	B	1,8	3,2	3,2	4,8	5,2	5,5	6	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,8	6,8
	C	1,5	1,7	2,8	4,2	5	5,2	5,3	5,6	5,7	6	6	6	6,2	6,2
Moyenne		1,77	2,90	3,43	4,73	5,20	5,50	5,80	6,03	6,13	6,30	6,30	6,33	6,67	6,73
RK	A	1,2	1,7	2,3	2,7	3	3	3	3,1	3,2	3,2	3,2	4	4,4	5
	B	0,9	2	2,5	2,9	3,1	3,1	3,5	3,9	4	4,1	4,1	4,3	5,1	5,3
	C	1	1,8	2,4	2,7	2,9	3,1	3,1	3,1	3,1	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Moyenne		1,03	1,83	2,40	2,77	3,00	3,07	3,20	3,37	3,43	3,63	3,63	3,97	4,37	4,63

Tableau 8 : Récapitulatifs de résultats des briques immergés dans néré et karité

Echantillon	t(min)	1	5	10	20	30	40	50	60
RTN	A	1,3	2	2,6	2,8	4	4,1	4,3	4,5
	B	1,5	3,2	4,8	5,4	6	6,2	6,7	6,9
	C	1,8	2,2	3	3,7	4	4,7	4,5	5,1
Moyenne		1,53	2,47	3,47	3,97	4,67	5,00	5,17	5,50
RTK	A	0,6	1,1	1,3	1,4	1,5	1,8	1,8	1,9
	B	0,7	0,9	1,1	1,6	1,8	2	2,2	2,2
	C	0,7	0,9	1,1	1,3	1,8	1,6	1,8	1,8
Moyenne		0,67	0,97	1,17	1,43	1,70	1,80	1,93	1,97

Annexe 4: Protocole expérimentale d'étude chimique

Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours (DBO₅) : Méthode instrumentale (NFT 90-103), (AFNOR, 1994).

Principe et théorie

La méthode consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée par la matière oxydable à l'aide de bactéries pendant une période de cinq jours d'incubation à une température de 20°C. La quantité d'oxygène consommé est proportionnelle à la concentration de matière biodégradable.

Méthode opératoire

Un volume de 150 mL de l'échantillon d'eau à analyser est versé après dilution dans chacun des flacons en verre du BOD-TRACK. Les barreaux aimantés sont ensuite déposés au fond des flacons. Quelques pastilles de NaOH sont ajoutées dans chacune des capsules en plastique des flacons en verre. Elles permettront de capter le CO₂ libéré par les microorganismes au cours de leur activité. Une incubation est faite à 20°C pendant 5 jours à l'obscurité permettant la consommation de l'oxygène par les microorganismes. La DBO₅, exprimée en mg/L d'O₂, est déterminée automatiquement par l'appareil BOD-TRACK après cinq (5) jours d'incubation.

Demande Chimique en Oxygène (DCO) : méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium (CEAEQ, 2003).

Principe et théorie

La matière oxydable contenue dans un échantillon est oxydée par chauffage à reflux en milieu fortement acide avec une quantité connue de bichromate de potassium dans une éprouvette fermée. La consommation d'oxygène par l'échantillon provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de bichromate de potassium réduit et se mesure en équivalent d'oxygène.

Mode opératoire

Les solutions étalons et les échantillons sont traités de la même façon.

Après avoir homogénéisé l'échantillon, un volume de 2,5 mL a été prélevé à l'aide d'une pipette 2,5 mL puis introduit dans une éprouvette. 1,5 mL de la solution de digestion ont été ajoutés à l'aide d'une burette automatique dans chaque éprouvette. 3,5 mL du réactif acide ont été lentement ajoutés. Le bouchon a été vissé fermement. L'échantillon est porté à reflux dans un bloc chauffant à une température de 120°C pendant une période de 3 heures. Il est retiré de l'étuve et laissé refroidir à la température ambiante.

Dosage

La longueur d'onde du spectrophotomètre a été ajustée à 600 nm. L'extérieur des éprouvettes est essuyé avant de faire les lectures de transmittance. Le 100% de transmittance est ajusté avec la solution témoin contenant de l'eau distillée. Le tube est tourné de façon à obtenir la transmittance maximale. La lecture de la transmittance des solutions étalons et des échantillons est notée.

Calcul et expression des résultats

$$C = A \times F \quad \text{Où}$$

C : concentration de la demande chimique en oxygène dans l'échantillon (mg/L d'O₂);

A : concentration de la demande chimique en oxygène dans la solution dosée (mg/L d'O₂);

F : facteur de dilution, si nécessaire.