

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
École Nationale Polytechnique
Département du Génie de l'Environnement
Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Environnement



MEMOIRE DE MASTER

THEME

**EUDE DU VIEILLISSEMENT D'UN DECHET
SOLIDE : FIBRE DE JUTE DANS L'EAU DE MER
ET DANS L'EAU DE PLUIE**

Présenté par : Melle KHELASSI AMINA

Soutenu le : 22/06/2014 devant le jury suivant :

Président : Mr. R .KERBACHI

Professeur, ENP

Examineur : Mr Y.KERCHICH

MCB, Université de Médéa

Promotrice : Mme N.BELHANECHÉ

Professeur, ENP

Co promotrice : Mme B.BOUBEKEUR

MAA, Université de Boumerdes

Promotion: Juin 2014

ملخص :

محتوى هذا البحث يهدف الى تطوير استخدام ألياف "الجوت" النباتية. نقترح في هذه الاطروحة دراسة شيخوخة هذه الالياف.

لهذا الغرض تمت هذه الدراسة في وسطين مختلفين

- مياه البحر

- مياه الامطار

النهج واضح لتقريب شروط الاستخدام المحتمل لمثل هذه الألياف لتحديد الآليات الفيزيائية والكيميائية المعنية . وتم تقييم تطور فقدان وزن الالياف من أجل قياس تطور تدهور هذه المواد وجها لوجه مع البيئة.

مصطلحات هامة ألياف الجوت. شيخوخة . تدهور

Résumé:

Dans le cadre du développement de l'usage des fibres de jute on se propose dans ce mémoire de réaliser un vieillissement couplé "thermohydrique".

A cet effet, le vieillissement a été réalisé dans deux milieux différents :

- l'eau de mer,
- l'eau de pluie.

La démarche consiste clairement à se rapprocher des conditions d'utilisation potentielles de telles fibres afin de déterminer les mécanismes physico-chimiques intervenant. L'évolution de perte de masse sera évaluée afin de pouvoir quantifier l'évolution de la dégradation de ce matériau vis-à-vis de l'environnement.

Mots clés : Fibre de jute, dégradation, vieillissement, thermohydrique.

Abstract:

In the development of the use of jute fiber is proposed in this paper to achieve aging coupled thermohydrique.

For this purpose, the aging was carried out in two different media:

- Seawater,
- Rainwater.

The approach is clearly to approximate the conditions of potential use of such fibers to determine the physico-chemical mechanisms involved. The evolution of mass loss

will be evaluated in order to quantify the evolution of the degradation of this material vis-à-vis the environment

Keywords: jute fiber, degradation, again, thermohydrigue.

Dédicaces

À mon père qui m'a tout donné et qui a su avec de ses précieux conseils m'inspirer le sens de la dignité, le courage et le travail sans rebrousser chemin, qu'il trouve ici l'accomplissement de tous ses vœux...

À ma mère en témoignage de mon affection et mon admiration, pour son courage et sa patience et à qui je ne trouverai jamais les mots pour qualifier cette étoile et à qui je ne saurai jamais exprimer toute ma reconnaissance...

À mes frères, Mahmoud Othmane et Madjid, à qui je souhaite tellement de succès et de réussites, bonne chance dans votre vie, que la vie vous sourira

À tous les enseignants qui ont participé de loin ou de près à ma formation.

À tous mes amies Mimi, Hadjer, Imen, Samiya, Fatima et camarades, en témoignages de mes plus profondes amitiés et ma sincère sympathie.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Khelassi Amina

Remerciements

Dieu merci de m'avoir donné la force et la volonté d'accomplir ce mémoire. Merci de m'avoir aidé de manière irréprochable à affranchir les nombreux obstacles dressés dans mon chemin, merci de m'avoir donné la détermination quand tout semblaient perdus.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde reconnaissance et mes chaleureux remerciements à madame N. BELHANECHÉ, professeur à L'ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE, qui m'a guidé et orienté tout au long de la réalisation de mon travail en prodiguant ses conseils précieux et ses encouragements.

Je tiens à remercier vivement Madame B. BOUBEKEUR, MAA, Université de Boumerdes qui, en tant que co-promotrice, d'avoir accepté d'encadrer ce travail, pour tous les précieux conseils qu'elle m'a donné, pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire et pour l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer.

Je voudrais adresser mes vifs remerciements aux membres du jury de thèse :

Monsieur R. KERBACHI, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de ma soutenance.

Monsieur Y. KERCHICH d'être parmi les membres de jury et de me faire l'honneur d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements à Dr S. KHELASSI, université de Boumerdes. Mr M. BENMOUNAH directeur de l'unité de recherche UR-MPE de l'université des SCIENCES DE L'INGÉNIEUR de BOUMERDES de m'avoir autorisé à réaliser mes analyses au sein de leur laboratoire de recherche. Mme S. BELHOUSSE qui m'a aidé à faire mes analyses au Centre De Recherche Nucléaire, pour sa disponibilité et sa gentillesse.

Je remercie toute personne avec qui, j'ai partagé des moments agréables au laboratoire de RECHERCHE du GENIE DE L'ENVIRONNEMENT et ailleurs, merci à Ahlem l'ingénieure de laboratoire, merci aux doctorantes Lili et Sihem, merci à Hamida \$ notre secrétaire

Liste des figures :

Figure 1:fibres de jute traitées par la soude	12
Figure 2:Appareil de traction.....	13
Figure 3. Variation de la masse des fibres brutes et traitées préalablement par la soude en fonction du temps du vieillissement dans l'eau de mer.....	15
Figure 4: Variation de la masse des fibres brutes et traitées préalablement par la soude en fonction du temps du vieillissement dans l'eau de pluie.....	16
Figure 5:Contrainte à la rupture de la fibre de jute en fonction du temps d'immersion dans l'eau de mer.....	17
Figure 6:Contrainte à la rupture de la fibre de jute en fonction du temps d'immersion dans l'eau de pluie.....	18

Liste des tableaux :

Tableau 1 Propriétés morphologiques de quelques fibres végétales.	7
Tableau 2: pourcentage des trois composants essentiels de quelques fibres végétales	8

Liste des annexes :

Annexe 1: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute brutes vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.....	25
Annexe 2: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 2h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.	25
Annexe 3: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 4h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.	26
Annexe 4:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 6h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.	26
Annexe 5:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 8h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.....	27
Annexe 6 : Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute brutes vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.....	27
Annexe 7:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 2h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.	28
Annexe 8:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 4h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.	28
Annexe 9: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 6h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.....	29
Annexe 10: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 8h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.....	29

Liste des principales abréviations :

°C : Degré Celsius

FO : Fibre de jute brute

F2H : Fibre de jute traitée par la soude pendant 2 heures

F4H: Fibre de jute traitée par la soude pendant 4 heures

F6H: Fibre de jute traitée par la soude pendant 6 heures

F8H : Fibre de jute traitée par la soude pendant 8 heures

G : Gramme.

h : heure

IR : infrarouge

mn : Minute

% : pourcentage.

Table des matières:

Introduction générale	1
-----------------------------	---

CHPITRE I: Partie Bibliographique

I: Introduction	3
II : Fibres de Jute	4
II .1 : Description de la fibre de Jute	4
II .2 : Culture du Jute	5
II .3 : Les usages du jute :	5
II .4 : Propriétés des fibres de Jute	7
II .5 : Vieillissement des fibres de jute	8
II .5.1 : Vieillissement hydrique	9
II .5.2 : Vieillissement thermique	10
II .5.3 : Autres facteurs de vieillissement	10

CHAPITRE II: Matériels et Méthodes utilisés

I: Matériaux utilisés	12
II : Vieillissement dans l'eau de mer à 80°C	12
III : Vieillissement dans l'eau de pluie	12
IV : Variation de la masse des fibres	13
IV.1 : Caractérisation mécanique	13

CHAPITRE III: Résultats et Interprétations

I : Vieillissement des fibres de jute dans l'eau de mer à 80°C.....	15
II : Vieillissement dans l'eau de pluie à 80°C	16
III : Essai de traction sur les fibres	17
Conclusion générale	20
Références Bibliographiques	21
ANNEXES	24

Introduction générale :

Les questions d'environnement envahissent depuis quelques années les préoccupations et le champ médiatique de nos sociétés.

Le développement durable a été défini comme un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs [1]. C'est un concept vague et abstrait. Nous nous intéresserons ici à la dimension environnementale du développement durable mais cette notion recouvre également des aspects économiques et sociaux.

La prise de conscience actuelle face aux problèmes de pollution et la nécessité de protéger l'environnement ont focalisé sur l'utilisation des produits biodégradables, issus de source renouvelable telle que les fibres naturelles.

Divers industries utilisent les fibres végétales comme matière première soit dans le domaine du textile soit comme renfort de polymère dans le domaine de l'industrie automobile le bâtiment, l'agriculture.

Pour des applications qui requièrent certaines exigences en termes de propriétés mécaniques, il existe un frein supplémentaire à leur développement qui est le manque de connaissances de leur comportement au cours de leur vieillissement [2].

Dans le cadre du développement de l'usage de ces matériaux on se propose dans ce mémoire de réaliser un vieillissement couplé thermohydrique. La démarche consiste clairement à se rapprocher des conditions d'utilisation potentielles de tels matériaux afin de déterminer les mécanismes physico-chimiques intervenant. L'évolution des propriétés mécaniques sera évaluée afin de pouvoir quantifier l'évolution de la dégradation de ce matériau.

Le présent mémoire comporte trois chapitres. Une partie bibliographique est donnée en chapitre 1. La méthodologie expérimentale et les résultats et interprétations sont donnés, respectivement, dans les chapitres deux et trois.

Enfin, on termine par une conclusion générale suivie d'annexes.

Chapitre 1 :

Partie bibliographique

I. Introduction :

Avant d'entrer davantage dans le sujet, il convient de définir quelques notions, et en particulier celle de vieillissement. Celui-ci correspond à une évolution lente d'une ou plusieurs propriétés du matériau à partir d'un point de référence sous l'effet de son instabilité propre, de l'interaction avec l'environnement, de sollicitations mécaniques ou de la combinaison de plusieurs de ces causes [3]. Cette évolution peut se traduire par plusieurs modifications d'ordre microscopique : modification de la structure, de la composition ou de la morphologie des macromolécules.

On pourra définir également ce qu'est la durabilité : il s'agit de l'aptitude d'un matériau à résister au vieillissement. Ainsi, plus un matériau vieillit lentement, plus il sera qualifié de durable.

Parmi les conséquences du vieillissement, on dissociera :

- les phénomènes irréversibles, dont le vieillissement se traduit par un changement irrémédiable des propriétés ; on parle alors d'endommagement,
- les phénomènes réversibles, dont le vieillissement se traduit par une modification temporaire des propriétés ; la suppression du facteur responsable du vieillissement entraîne une restitution des propriétés.

A noter concernant la notion d'endommagement, que celui-ci peut se manifester à l'échelle microscopique sans qu'à l'échelle macroscopique, les propriétés du matériau soient immédiatement altérées.

On fera également la différence entre :

- facteurs (causes) qui constituent les éléments de l'environnement qui sont à l'origine du vieillissement (i.e. température, rayonnements, eau, gaz...),
- processus (conséquences) qui constituent les phénomènes physico-chimiques engendrés par la présence des différents facteurs (i.e. thermolyse, irradiation, plastification, oxydation...).

Il existe de nombreux mécanismes de dégradation qui varient en fonction d'une multitude de paramètres. Cette étude s'attardera uniquement sur ceux qui sont susceptibles d'entrer en jeu lors du vieillissement de composites de la vie quotidienne ou tout du moins ceux qui ont un impact non négligeable sur celui-ci. L'utilisation de composites biosourcés vise à l'heure actuelle principalement trois secteurs : l'automobile, le bâtiment et les sports & loisirs [4] [5]. Le choix a été fait de se limiter aux 3 facteurs communs à ces applications et déterminants pour la durée de vie de ces matériaux, à savoir la température, l'eau et les contraintes mécaniques. Ces travaux

ignoreront donc toute autre origine de vieillissement (telle que les rayonnements, les gaz, les bactéries...) devant l'étude déjà complexe de l'influence de ces 3 facteurs.

Les processus de vieillissement agissent à l'échelle microscopique sur les chaînes macromoléculaires qui assurent la cohésion mécanique du matériau. Pour cette raison, ces phénomènes se manifestent à l'échelle macroscopique par une modification des propriétés mécaniques qui se traduit très souvent par une diminution des propriétés mais parfois aussi par une augmentation.

Selon les mécanismes mis en jeu, on peut classer les causes du vieillissement selon deux catégories :

- le vieillissement physique : comme son nom l'indique, il concerne les mécanismes impliquant une modification prolongée de la configuration spatiale des chaînes sans altération de leur structure chimique comme les déformations sous contrainte mécanique, les relaxations, l'absorption ou la diffusion de molécules,
- le vieillissement chimique : compte tenu du nombre de facteurs pouvant modifier la nature chimique des molécules, ceux-ci peuvent être triés en sous-catégories : vieillissements thermochimique, thermo-oxydatif, photochimique, radiochimique, biochimique, de manière générale, les vieillissements résultant d'agressions chimiques.

A noter que ces phénomènes sont systématiquement irréversibles et donc synonymes d'endommagement [6].

Les derniers paramètres à prendre en compte, dont la durabilité dépend fortement, sont les conditions de mise en œuvre. En effet, un processus optimisé peut permettre d'améliorer la tenue au vieillissement de manière significative.

II. Fibres de Jute:

II .1 Description de la fibre de Jute :

La fibre de jute exploitable correspond aux vaisseaux de phloème situés sous l'écorce de la tige principale, elle est longue, douce et brillante. Sa longueur va de 1 à 4 mètres et son diamètre de 17 à 20 microns. Elle est essentiellement composée de cellulose végétale et de lignine qui sont respectivement les principaux composants de la fibre végétale et de la fibre de bois. Les méthodes de rouissage utilisées pour séparer l'écorce filamenteuse d'avec la tige peuvent être biologiques ou chimiques, mais les premières sont plus répandues compte tenu du coût des produits chimiques. Le rouissage biologique englobe plusieurs techniques consistant à lier les tiges en faisceaux avant de les faire tremper afin de séparer plus facilement les fibres de la tige. On gratte ensuite la matière non fibreuse, ce qui permet enfin d'arracher les fibres.

Cette fibre naturelle d'aspect soyeux est surnommée « fibre d'or » en raison de ses reflets. Il s'agit d'une culture annuelle qui prend environ 120 jours pour arriver à maturité [7].

II .2 Culture du Jute :

Certaines conditions sont nécessaires pour la culture du jute : un climat chaud et humide. Le sol doit être de type alluvial ou argilo-sableux. Le jute pousse dans les endroits de pluies abondantes, où les précipitations moyennes se situent entre 75-100 mm pendant la phase de croissance.

Les graines sont généralement plantées entre les mois de Mars, Avril, Mai et Juin. La terre doit être labourée et fertilisée. Le semage se réalise en laissant un espace de 15 cm entre les graines. Deux ou trois jours plus tard, les graines commencent à germer, mais c'est seulement après 3 ou 4 mois que la plante fleurit. Un mois après la floraison et avant que les fruits mûrissent, on coupe les tiges à hauteur du sol. Durant cette période, on procède deux ou trois fois au désherbage de la plante et au ratissage du terrain.

Les plantes, coupées et liées en bottes, sont ensuite séchées postérieurement les feuilles et les branches. Le processus suivant consiste à tremper les bottes, on sépare du tronc les fibres de jute que l'on fait sécher à une température d'environ 30 degrés durant trois semaines. Il est important que ce procédé se réalise correctement, dans le cas contraire, la fibre devient gluante, difficile à filer et peu lumineuse. Les fibres de jute mesurent entre 1 et 4 mètres et sont de couleur blanche-jaunâtre, jaune ou brune. On effectue à nouveau un séchage de la fibre, on la plie au centre, elle est ensuite entassée en balles, c'est sous cette forme qu'elle sera ensuite vendue.

La fibre de jute constitue uniquement 6% du poids de la plante. Le processus de production est long et requiert d'une main d'œuvre importante, l'extraction de la fibre s'effectue totalement manuellement [8].

II .3 Les usages du jute :

Le jute est une fibre polyvalente. Avec la révolution industrielle, il a largement devancé le lin et le chanvre dans la fabrication des sacs, lesquels représentent aujourd'hui encore l'essentiel des produits issus de cette fibre. Le jute a comme caractéristique intéressante de pouvoir être utilisé indépendamment aussi bien qu'avec diverses fibres et matières. S'il est de plus en plus souvent remplacé par des matières synthétiques, certains fabricants tirent parti de sa biodégradabilité pour des usages où ces dernières seraient inadaptées. On le retrouve par exemple dans des toiles pour

mottes, destinées à la plantation de jeunes arbres, ou encore dans les géotextiles, pour lutter contre l'érosion et maintenir les sols. Ces produits se désagrègent et il est donc inutile de les retirer du sol.

Le jute présente d'autres avantages. Bon isolant, il est doté de propriétés antistatiques intéressantes et affiche une faible conductivité thermique; sa capacité de rétention de l'humidité est moyen [21].

II.3 .1 Textile :

La fibre de jute brute convient mal à la fabrication textile du fait d'une forte teneur en lignine. Néanmoins, des techniques de délignification et le mélange avec d'autres fibres comme le coton permet d'obtenir des fils d'une qualité suffisante pour la fabrication de vêtements.

Par ailleurs, les techniques employées avec les fibres du même genre (chanvre, raphia, lin, ..) peuvent aussi s'appliquer à la fibre de jute afin de la rendre apte à la fabrication textile.

Les textiles contenant du jute peuvent subir les mêmes traitements qu'un textile normal: blanchiment, teinture, apprêts, ...

Le jute peut ainsi être utilisé pour produire des pièces de tissu, des couvertures et des vêtements.

II.3 .2 Géotextile :

Une des applications les plus récentes du jute a été réalisée dans le domaine des géotextiles. Grâce à ses propriétés particulières (forte teneur en lignine et tissabilité de la fibre), le fil de jute peut servir à la confection d'un maillage lâche destiné à être posé sur les sols. Ce genre de tapis retient la terre et limite ainsi l'érosion. Sa complète biodégradabilité en fait un produit écologique et par la même occasion fertilisant (2 tonnes d'apport de matière organique par are en 2 ans). .

Ce "tapis" peut servir également de protection pour les racines et les graines en conservant une humidité minimum au niveau du sol. Les utilisations agronomiques sont par ailleurs nombreuses.

II.3.3 Plastiques :

La fibre de jute peut servir à renforcer la matière plastique. Le mélange granules de plastique et fibre de jute peut remplacer le plastique pur dans tous les types de produits à base de plastique. Compte tenu du prix moins élevé du jute et de la possibilité d'intégrer jusqu'à 40% de jute (en poids de produit fini), ce procédé est une substitution intéressant. Il est notamment expérimenté dans la fabrication automobile [21].

II.3.4 Substitut du bois :

Le jute peut être utilisé comme substitut du bois dans deux domaines: la papeterie et le mobilier. La fabrication de planches nécessite l'utilisation d'une technologie d'assemblage par résine à chaud. Les produits finis sont des portes, encadrements de fenêtres, couvertures de toits (en remplacement de la tôle ondulée), etc. Ces produits sont résistant à la vermine, au feu, ne gonflent pas à l'humidité et peuvent être enduits avec des peintures classiques [21].

II.4 Propriétés des fibres de Jute :

L'angle microfibrillaire ainsi que le pourcentage total de cellulose sont les paramètres les plus déterminants au regard des propriétés mécaniques de la fibre.

Le tableau 1 représente les propriétés morphologiques de quelques fibres végétales

Tableau 1 Propriétés morphologiques de quelques fibres végétales.

Fibres	Longueur de la fibre (mm)	Diamètre de la fibre (μm)	Angle micro fibrillaire ($^{\circ}$)
Cotton	35	10-45	-
Lin	4-77	5-76	10
Chanvre	5-55	10-51	6.2
Kénaf	2.5-4.5	14-33	-
Jute	2.5	5-25	8
Sisal	900	8-50	20
Rami	900-1200	20-80	7.5
Noix de coco	03-1	12-24	45

Le tableau 2 représente le pourcentage des trois composants essentiels de quelques fibres végétales.

Tableau 2: Pourcentage des trois composants essentiels de quelques fibres végétales [10-12]

Types de fibre	cellulose	hémicellulose	Lignine
Cotton	82.7	5.7	-
Jute	64.4	12.0	11.8
Zoster	57	28	5
Ramie	68.6	13.1	0.6
Sisal	65.8	12.0	9.9
Chanvre	57-77	14-17	9-13
Kénaf (écorce)	44-60.8	20.3-23	10-19
Kénaf (bois)	37-49	18-24	15-21
Résineux	48.0	15.0	25.3

II .5 Vieillessement des fibres de jute :

Fayolle et al. [13] donnent la définition du vieillissement : Le vieillissement correspond à tout phénomène d'évolution lente et irréversible de la structure et/ou de la composition du matériau sous l'instabilité propre de l'interaction avec l'environnement, de sollicitations mécaniques ou de la combinaison de plusieurs autres de ces causes. Cette évolution affecte les propriétés mécaniques du matériau. Lorsque les sollicitations extérieures sont trop importantes ou trop agressives, les performances de la structure diminuent.

Le vieillissement d'une fibre végétale a donc un impact sur sa durée de vie, ce qui s'exprime par le temps pendant lequel les performances du matériau sont assurées. Afin d'évaluer cette durée de vie, il est possible d'effectuer des expériences en vieillissement naturel, qui sont souvent très longues. Il est donc souvent préférable de recourir au vieillissement accéléré en laboratoire qui permet ainsi de réduire les temps d'expérimentation.

Il existe deux catégories de vieillissement [14] : le vieillissement physique (structure chimique non modifiée) et le vieillissement chimique. Diverses méthodes permettant de réaliser ces vieillissements en laboratoire ont été mises en place pour refléter au mieux les conditions réelles durant le cycle d'utilisation de ces fibres végétales.

Pour le vieillissement physique, on trouve :

- le processus de relaxation structurale (paramètres Température), qui a pour cause l'instabilité propre du matériau; il n'y a pas forcément d'interaction avec le milieu extérieur, seule la configuration spatiale des macromolécules est modifiée,
- le processus d'absorption-désorption (absorption de solvants, migration d'adjuvants), c'est-à-dire des petites particules de solvant vont migrer au sein du matériau ce qui peut avoir des conséquences sur les propriétés des matériaux.

Et pour le vieillissement par réaction chimique, on a par exemple :

- la coupure du squelette des macromolécules, qui se fait généralement suite à une thermolyse ou à une hydrolyse, et cette réaction aura une forte influence sur la baisse des propriétés mécaniques du matériau,
- la dépolymérisation qui est peu rencontrée dans le vieillissement des composites, car elle n'intervient qu'à des températures élevées,
- l'oxydation des composites peut survenir par différentes voies (thermique, photochimique et radiochimique).

Dans le cas de la matrice, le mécanisme de vieillissement est principalement chimique, alors que le vieillissement des fibres végétales est physique (généralement dû à une prise en eau, mais aussi à des attaques fongicides et à l'effet des rayons ultraviolets).

Wang [15] montre que l'humidité est le principal facteur de l'instabilité dimensionnelle du matériau, et que la température joue aussi un rôle important. Plus la température augmente, plus l'absorption d'eau est rapide et importante. Une baisse des propriétés du matériau est observée suite à la prise en eau des fibres.

II .5.1 Vieillissement hydrique :

Les différents polymères constituant les fibres lignocellulosiques se comportent différemment en fonction de leur hydrophilie, et du fait du caractère hétérogène, vont créer des gonflements différentiels au sein de la fibre [16]. En effet, la paroi cellulaire, riche en groupements hydroxyles et groupes oxygénés, attire les molécules d'eau grâce aux liaisons hydrogènes [17]. Bien que la cellulose amorphe et la lignine soient hydrophiles, c'est l'hémicellulose qui est principalement responsable de l'absorption d'eau. Le comportement des fibres en milieu humide varie donc en fonction de leurs différents constituants.

La structure non-isotrope des fibres rend, en présence d'humidité, leur comportement également différent dans le sens longitudinal ou transverse.

Par ailleurs, les traitements apportés à la fibre (alcalin, silane, isocyanate, peroxyde...) permettent de freiner de manière importante la diffusion aqueuse en dissolvant en partie les parois cellulaires ou en neutralisant les groupes hydroxyles. La résistance

des fibres ainsi traitées améliore généralement leur résistance face au vieillissement thermohydrique [2] [18] [19].

II .5.2 Vieillissement thermique :

D'autres facteurs de vieillissement sont susceptibles d'affecter les fibres de jute et plus généralement les fibres naturelles. Par exemple, une exposition à des températures élevées (105°C) durant plusieurs heures peut engendrer un relâchement des contraintes internes et une diminution de certaines propriétés mécaniques [18]. A des températures plus élevées, où la thermolyse peut entrer en jeu, la cellulose et l'hémicellulose sont les principales espèces à se dégrader.

II .5.3 Autres facteurs de vieillissement :

Dans le cas d'un vieillissement photochimique par rayonnement ultra-violet, la lignine est la plus susceptible d'être affectée, provoquant un changement de couleur [20]. Les micro-organismes, quant à eux, s'attaquent aux polymères carbohydrates et en particulier à l'hémicellulose dans la paroi cellulaire. Leurs enzymes permettent d'hydrolyser ces composés en plus petites unités qu'ils peuvent digérer [20].

Chapitre 2 :

Matériels et Méthodes utilisés

I Matériaux utilisés:

Les fibres de jute utilisées sont fournis par la Société Algérienne « Tapis d'Or » Elles sont traitées par la soude à 5% en fonction du temps (2h, 4h, 6h, et 8h).



Figure 1:fibres de jute traitées par la soude

II Vieillissement dans l'eau de mer à 80°C

Des fibres de jute brutes et traitées préalablement par la soude ont été immergées dans un bain d'eau de mer régulée à 80°C. Ce traitement hygrothermique a pour objectif de reproduire un vieillissement environnemental accéléré des fibres. Des prélèvements à des temps d'immersion allant de 10 jours jusqu'à 30 jours sont effectués. Le pH de l'eau de mer utilisé est de 8.01

Les fibres sont alors séchées à l'air libre pendant 48 h puis passées à l'étuve à 100°C de manière à éliminer toute trace d'eau. Ces échantillons anhydres sont ensuite pesés. Le vieillissement a été fait pour trois échantillons de chaque type de fibre selon la durée du traitement par la soude. Au totale le nombre de fibre vieilles est de 90 fibres.

III Vieillissement dans l'eau de pluie :

De la même manière des fibres similaires à celles utilisées pour le vieillissement dans l'eau de mer sont également immergées dans l'eau de pluie. Ces fibres sont utilisées pour déterminer la perte de masse due à la dégradation hygrothermique des composants chimiques des fibres. Le pH de l'eau de pluie est de 7.52 (mesuré au laboratoire)

IV Variation de la masse des fibres:

La masse initiale (m_0) et la masse finale (m_t) sont mesurées. A partir de l'ensemble de ces mesures, le gain de masse apparent et la perte de masse sont calculés.

$$\Delta m = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

La mesure est effectuée pour 3 échantillons .chaque valeur correspond à la moyenne calculée avec l'écart type.

IV.1 Caractérisation mécanique :

L'essai de traction a été effectué à l'aide d'une machine universelle ZWICK /ROELL. Le banc d'essai est équipé de mors auto serrant et d'une cellule de force ayant une capacité de 10kN. Son pilotage se fait par le logiciel TESTEXPERT qui permet à la fois de consigner le paramètre d'essais, d'acquérir et de traiter les données.



Figure 2:Appareil de traction

Chapitre 3 :

Résultats et interprétations

Ce chapitre regroupera l'ensemble des résultats et interprétations du travail réalisé.

I. Vieillissement des fibres de jute dans l'eau de mer à 80°C:

L'évolution de perte de masse des fibres brutes et traitées en fonction de temps lors d'un vieillissement dans l'eau de mer est représentée par la figure 2.

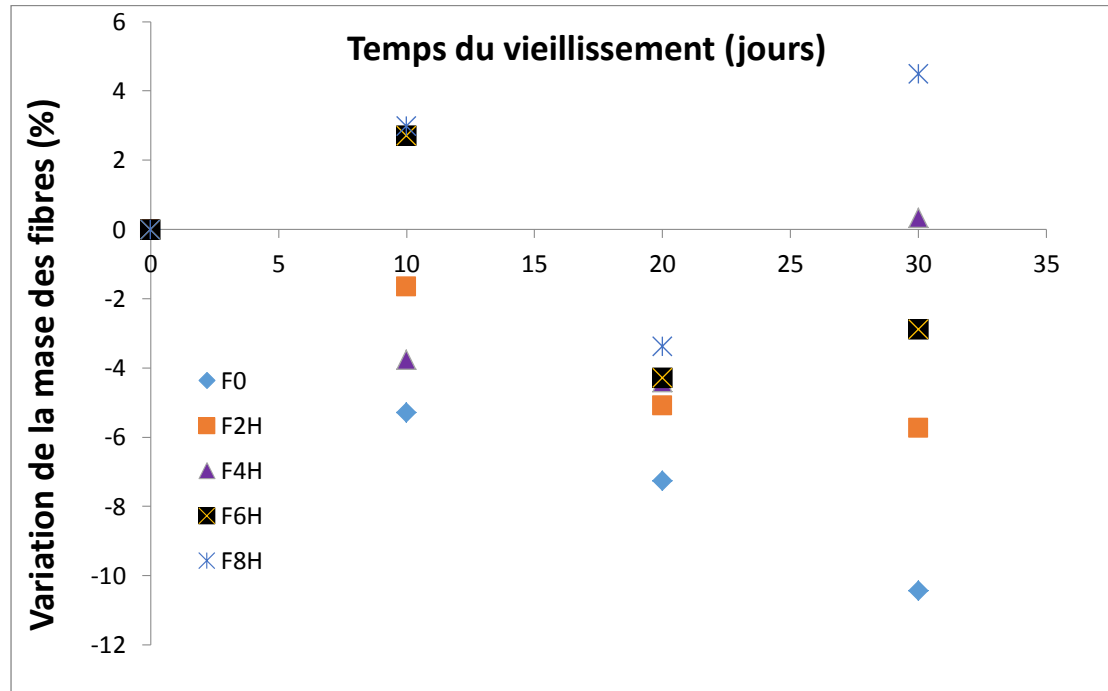


Figure 3. Variation de la masse des fibres brutes et traitées préalablement par la soude en fonction du temps du vieillissement dans l'eau de mer.

On note une perte de masse proportionnelle au temps du traitement pour la fibre brute et la fibre traitée pendant 2h ceci se traduit par une dégradation qui a entraîné une rupture des chaînes donc fragmentation. En ce qui concerne, la fibre traitée pendant 4h, on constate une valeur maximale de perte de masse de l'ordre de 4,4 % pour un temps d'immersion de 15 jours suivie d'un gain de masse. La fibre s'est dégradé ce qui a donné naissance aux fissurations de la membrane interne de l'hémicellulose, la présence des recoins et des pores. Ces derniers se remplissent d'eau de mer ce qui explique le gain de masse.

En ce qui concerne les fibres traitées pendant 6 et 8 h, l'augmentation se traduit par un gain de masse. L'eau de mer pénètre dans les interstices causés par le traitement alcalin, l'augmentation de volume fait éclater les poches d'où la perte de masse qui

est due à la dégradation. La fibre végétale est un matériau composite dont la structure est très complexe.

II. Vieillessement dans l'eau de pluie à 80°C:

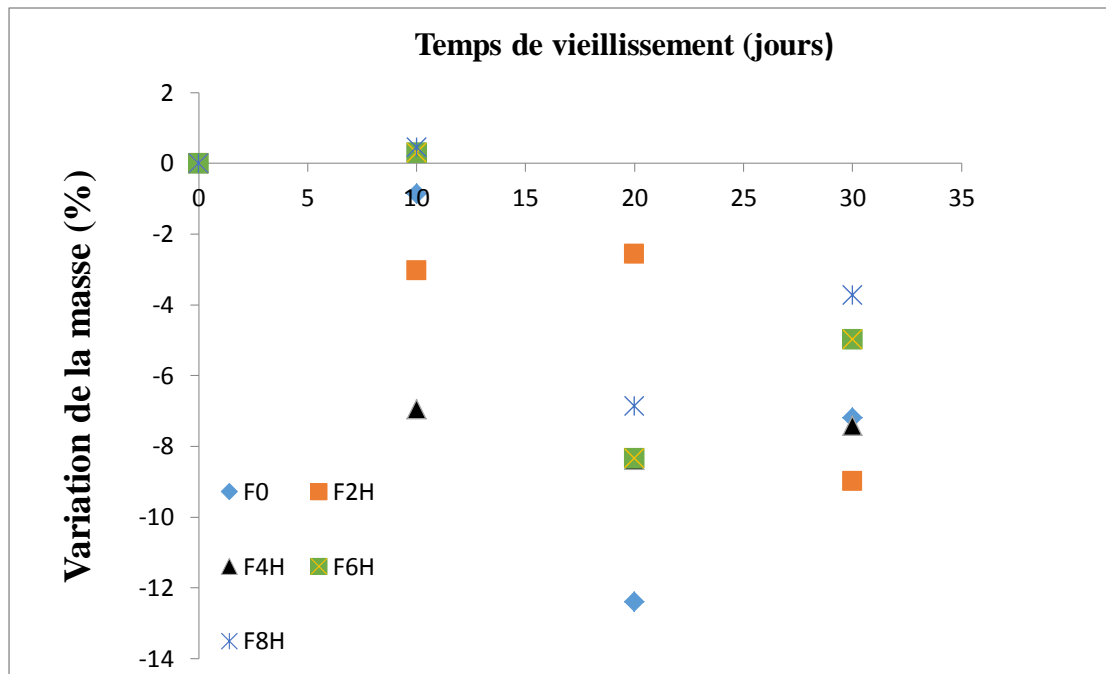


Figure 4: Variation de la masse des fibres brutes et traitées préalablement par la soude en fonction du temps du vieillissement dans l'eau de pluie.

Les résultats de vieillissement des fibres brutes et traitées dans l'eau de pluie (figures 4) montrent une dégradation confirmée par la perte de masse en fonction du temps d'immersion. Il est à noter que les pertes de masse obtenues sont de même grandeur pour les deux essais de vieillissement effectués (eau de mer et eau de pluie).

III Essai de traction sur les fibres :

Les essais de traction ont un effet direct sur la force et l'allongement des fibres.

A cette effet nous avons analysé les fibres traitées et brutes pour voir l'effet du traitement sur la rigidité de la fibre.

La figure 5 illustre la Contrainte à la rupture de la fibre de jute en fonction du temps d'immersion dans l'eau de mer.

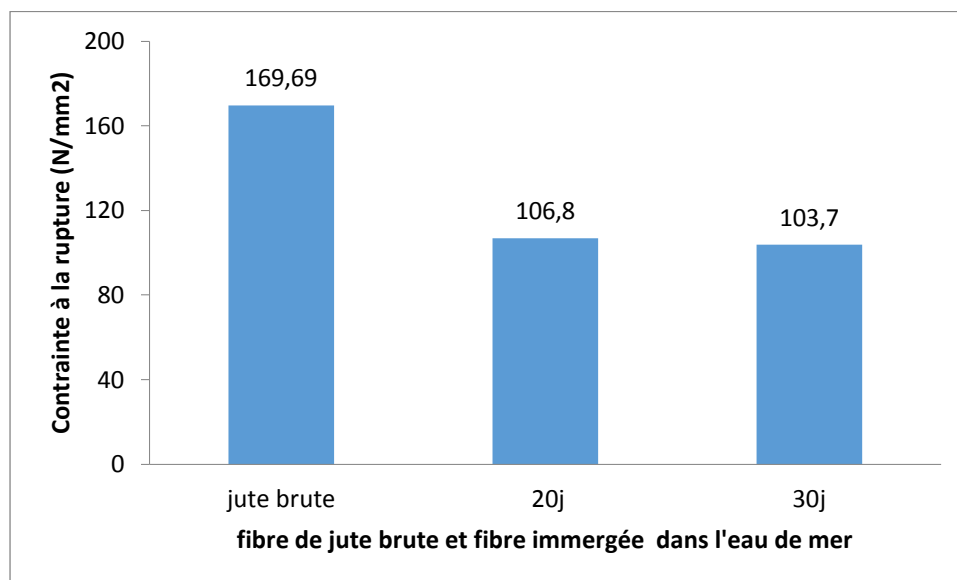


Figure 5: Contrainte à la rupture de la fibre de jute en fonction du temps d'immersion dans l'eau de mer

La contrainte à la rupture de la fibre de jute diminue après un temps d'immersion de 20 jours puis tend vers une valeur constante pour un temps d'immersion de 30 jours.

La figure 6 illustre la Contrainte à la rupture de la fibre de jute en fonction du temps d'immergée dans l'eau de pluie.

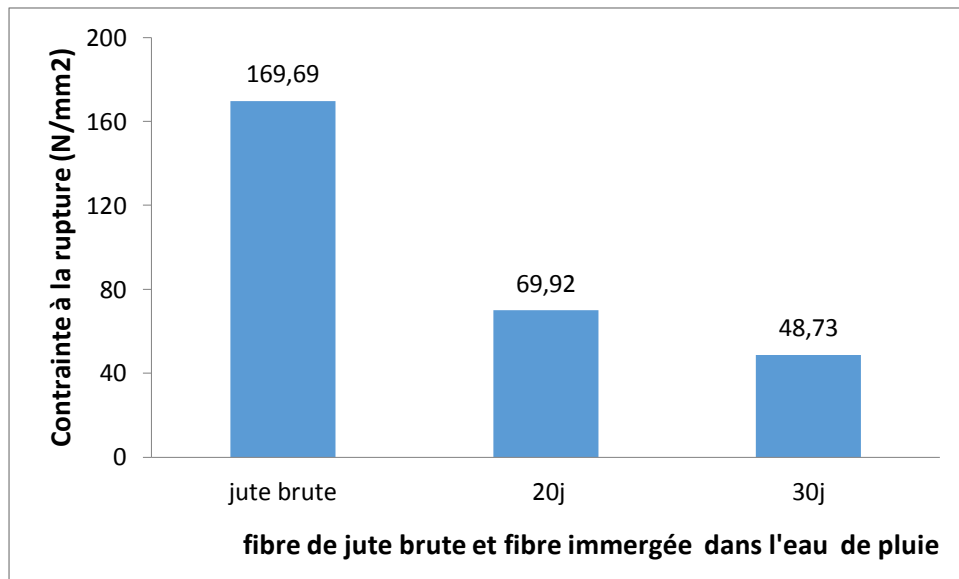


Figure 6: Contrainte à la rupture de la fibre de jute en fonction du temps d'immergée dans l'eau de pluie

La contrainte à la rupture de la fibre de jute diminue avec l'augmentation du temps d'immersion dans l'eau de pluie.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'objectif de ce travail est l'étude de l'influence du traitement alcalin sur le vieillissement de fibres de jute. Pour cela un vieillissement thermohydrique a été réalisé dans l'eau de mer et dans l'eau de pluie à 80°C pendant un mois.

Les fibres utilisées sont des fibres traitées préalablement par la soude 5% à 30°C pendant 2h, 4h, 6h et 8h et des fibres brute à titre de comparaison.

Les résultats obtenus ont montré que :

- vieillissement des fibres végétales dans l'eau de mer est beaucoup plus agressif que le vieillissement dans l'eau de pluie.
- Le traitement alcalin peut avoir des effets néfastes sur la fibre végétale d'où risque d'endommagement des fibres.
- Les fibres traitées pendant 6h ont montré un meilleur résultat avec une perte de masse maximale de l'ordre de 8% dans l'eau de pluie à par rapport aux autre types de fibre.
- Les fibres traitées pendant 2h ont présenté une perte de masse importante dans le cas de l'eau de mer.
- La contrainte à la rupture de la fibre de jute diminue après un temps de 20 jours puis tend vers une valeur constante pour un temps d'immersion de 30 jours dans l'eau de mer
- La contrainte à la rupture de la fibre de jute diminue avec l'augmentation du temps d'immersion dans l'eau de pluie.

Afin de bien cerner le phénomène de vieillissement des fibres végétales, l'extension vers d'autres études semble tout particulièrement indiquée vu la structure complexe des fibres végétales et les conditions climatiques variées.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] U.N., Our Common Future, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, 1987, p. 43.
- [2] K. G. Satyanarayana, G. G. Arizaga, and F. Wypych. Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers - An overview. Progress in Polymer Science, 34(9) :982-1021, Sept. 2009. 2, 52
- [3] B. Mortaigne. Vieillissement des composites _ Evolution des propriétés et modélisation. Techniques De L'Ingénieur, AM(5321) :1-22, 2005. 16
- [4] E. Zini and M. Scandola. Green composites : An overview. Polymer Composites, 32(12) :1905-1915, Dec. 2011. 2, 17, 181
- [5] E. Bodros, I. Pillin, N. Montrelay, and C. Baley. Could biopolymers reinforced by randomly scattered ax fibre be used in structural applications Composites Science and Technology, 67(3-4) :462-470, Mar. 2007. 17, 44, 104
- [6] J. Verdu. Différents types de vieillissement chimique des plastiques. Techniques De L'Ingénieur, AM(3152) :1-14, 2002. 17
- [7]: [On line] : <http://www.ethicshopfactory.com/fr/bio-ethique/jute-a/histoire-du-jute.htm>
- [8]: [On line] : <http://www.deyute.com/fr/le-jute.fr>
- [9]: [On line] : <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/jute/fr>
- [10] : C Couhert. Pyrolyse flash à haute température de la biomasse lignocellulosique et de ses composés - production de gaz de synthèse'', Thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, France, 2007
- [11]: A. Y. Nenonene, ''Elaboration et caractérisation mécanique de panneaux de particules de tige de kénaf et de bioadhésifs à base de colle d'os, de tannin ou de mucilage'', thèse de doctorat de l'université de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 2009.

Références Bibliographiques

- [12] C. Baley, A. Le Duigou, A. Bourmaud, and P. Davies. Influence of drying on the Mechanical behavior of ax fibres and their unidirectional composites. *Composites Part A : Applied Science and Manufacturing*, 43(8): 1226{1233, Aug. 2012. 52
- [13] B. Fayolle and J. Verdu. Vieillissement physiques des matériaux composites. *Techniques de l'Ingénieur*, AM 3150:1_19, 2005.
- [14] B. Mortaigne. Vieillissement des composites - mécanismes et méthodologie d'étude. *Techniques de l'Ingénieur*, AM 5320:1_21, 2005.
- [15] W. Wang, M. Sain, and P.A. Cooper. Hygrothermal weathering of rice hull/hdpe composites under extreme climatic conditions. *Polymer Degradation and Stability*, 90(3):540_545, December 2005
- [16] A. Roudier, K. Charlet, F. Moreno, E. Toussaint, C. Geneau-Sbarta □S. Commereuc, V. Verney, and A. Beakou. Caractérisation des propriétés biochimiques et hygroscopiques d'une bre de lin. *Materiaux & Techniques*, 100(5): 525{535, Oct. 2012. 51, 52, 104, 122
- [17] A. Bismarck, I. Aranberri-Askargorta, J. Springer, T. Lampke, B. Wielage, A. Stamboulis, I. Shenderovich, and H.-H.Limbach. Surface characterization of ax, hemp and cellulose fibers; Surface properties and the water uptake behavior. *Polymer Composites*, 23(5): 872{894, Oct. 2002. 51
- [18] J. George. Effects of environment on the properties of low-density polyethylene composites reinforced with pineapple-leaf fibre. *Composites Science and Technology*, 58(9): 1471{1485, Sept. 1997. 52, 56
- [19] S. Alix, L. Lebrun, C. Morvan, and S. Marais. Study of water behavior of chemically treated as fibers-based composites : A way to approach the hydric interface. *Composites Science and Technology*, 71(6):893{899, Apr. 2011. 13, 52,153
- [20] A. K. Mohanty, M. Misra and G. Hinrichsen. Biofibres, biodegradable polymers And biocomposites: An overview. *Macromolecular Materials and Engineering*, 276-277(1) :1{24, Mar. 2000. 52

ANNEXES

Annexe 1: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute brutes vieilliss dans l'eau de mer en fonction du temps.

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	-7,96	-9,02	-8,36
échantillon 2(%)	-2,85	-5,72	-13,27
échantillon 3(%)	-5,03	-7,04	-9,68
Moyenne(%)	-5,28	-7,26	-10,43
Ecart type	2,56	1,66	2,540

Annexe 2: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 2h et vieilliss dans l'eau de mer en fonction du temps.

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1 (%)	-1,52	-5,07	-5,56
échantillon 2 (%)	-2,58	-5,38	-5,99
échantillon 3 (%)	-0,86	-4,84	-5,65
Moyenne (%)	-1,65	-5,09	-5,73
Ecart type	0,86	0,27	0,22

Annexe 3: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 4h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	-8,63	-4,84	0
Echantillon 2(%)	-1,66	-4,64	-0,51
échantillon 3 (%)	-1,02	-3,74	1,5
Moyenne (%)	-3,77	-4,40	0,32
Ecart type	4,22	0,58	1,04

Annexe 4:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 6h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps.

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	3,02	-7,50	-5,48
échantillon 2(%)	3,34	-2,78	-0,99
échantillon 3(%)	1,76	-2,57	-2,2
Moyenne (%)	2,71	-4,28	-2,89
Ecart type	0,83	2,79	2,32

Annexe 5: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 8h et vieillis dans l'eau de mer en fonction du temps

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	3,72	0,24	0,26
échantillon 2(%)	3,36	-4,74	6,33
échantillon 3(%)	1,86	-5,56	6,89
Moyenne (%)	2,98	-3,35	4,49
Ecart type	0,98	3,14	3,67

Annexe 6 : Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute brutes vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	-0,61	-9,79	-6,32
échantillon 2(%)	-1,11	-18,78	-9,33
échantillon 3(%)	-0,89	-8,62	-5,92
Moyenne(%)	-0,87	-12,39	-7,19
Ecart type	0,24	5,55	1,86

Annexe 7:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 2h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	-3,33	-2,39	-9,56
échantillon 2(%)	-2,87	-2,54	-9,51
échantillon 3(%)	-2,88	-2,80	-7,9
Moyenne (%)	-3,03	-2,57	-8,99
Ecart type	0,25	0,21	0,94

Annexe 8:Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 4h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps.

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	-12	-7,96	-7,72
échantillon 2(%)	-3,44	-7,79	-7,56
échantillon 3(%)	-5,45	-9,41	-6,99
Moyenne(%)	-6,96	-8,38	-7,42
Ecart type	4,47	0,89	0,38

Annexe 9: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 6h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	0,15	-8,65	-7,04
échantillon 2(%)	0,38	-7,98	-4,03
échantillon 3(%)	0,33	-8,39	-3,84
Moyenne (%)	0,28	-8,34	-4,97
Ecart type	0,11	0,33	1,46

Annexe 10: Variation de masse des trois échantillons de fibres de jute traitées par la soude pendant 8h et vieillis dans l'eau de pluie en fonction du temps

Temps du vieillissement	10 jours	20 jours	30 jours
échantillon 1(%)	0,9	-7,25	-3,86
échantillon 2(%)	0,30	-6,64	-5,42
échantillon 3(%)	0,15	-6,69	-1,91
Moyenne(%)	0,45	-6,86	-3,73
Ecart type	0,39	0,33	1,75